

# ATROPELLOS DE VERTEBRADOS EN LA CARRETERA AB-100 (ALBACETE, CASTILLA-LA MANCHA), DURANTE UN CICLO ANUAL: RESULTADOS GENERALES

VERTEBRATE ROADKILL ON THE AB-100 ROAD (ALBACETE, CASTILLA-LA MANCHA), DURING AN ANNUAL CYCLE: GENERAL RESULTS

*Juan PICAZO TALAVERA*<sup>1</sup>

**Recibido:** 5 de octubre de 2024

**Aceptado:** 27 de febrero de 2025

**Cómo citar este artículo:**

Picazo Talavera, J. (2025). Atropellos de vertebrados en la carretera AB-100 (Albacete, Castilla-La Mancha), durante un ciclo anual: resultados generales. *Sabuco*, 19. [http://doi.org/10.37927/sabuco.19\\_3](http://doi.org/10.37927/sabuco.19_3)

## RESUMEN

El atropello de vertebrados en las carreteras está considerado como un factor importante de mortalidad no natural directa para algunas especies y poblaciones, además de tener implicaciones en la seguridad vial. En este artículo se presentan datos sobre atropellos de vertebrados en la carretera AB-100 (Albacete, Castilla-La Mancha) a lo largo de un ciclo anual. El objetivo es cuantificar la mortalidad producida e identificar los grupos y especies más afectados, así como determinar los periodos del año y las zonas con mayor incidencia. El trabajo de campo consistió en 254 repeticiones en un transecto de 10 km, realizados en todoterreno a una velocidad media de 42,2 km/h, considerando solo los cadáveres localizados en la calzada y el arcén. Se detectaron 203 individuos, pertenecientes a 45/54 especies de vertebrados. Los atropellos tuvieron una gran estacionalidad, con máximo en primavera/verano, y mínimo invernal. Los atropellos detectados ocurrieron en el 77 % de los tramos de 100 metros del área de estudio, identificándose 18 puntos con más de tres casos. Las especies más atropelladas fueron el conejo (*Oryctolagus cuniculus* L.), la culebra de escalera (*Zamenis scalaris* Schinz), la liebre ibérica (*Lepus granatensis* Rosenhauer) y el gorrión común (*Passer domesticus* L.). También se registraron atropellos de especies con un estado de conservación desfavorable en España, como el chotacabras cuellirrojo (*Caprimulgus ruficollis* Temminck), el vencejo común (*Apus*

---

1 Sociedad Albacetense de Ornitología.

Autor para correspondencia: Juan Picazo picazotalavera@gmail.com

*apus* L.), la carraca europea (*Coracias garrulus* L.), el cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus* L.), el alcaudón real (*Lanius meridionalis* Temminck), el alcaudón común (*Lanius senator* L.) y la golondrina común (*Hirundo rustica* L.). Los 20,3 atropellos/km/año sugieren la necesidad de implantar medidas preventivas para mitigar la problemática y reducir el impacto en las poblaciones de vertebrados. Se propone la instalación de barreras anti-atropellos y pasos de fauna, el refuerzo de la señalización de advertencia de riesgo y la velocidad máxima de 60 km/h en toda la vía.

**Palabras clave:** conservación, ecología de carreteras, Fuensanta, La Roda, Montalvos, punto negro, tráfico.

## SUMMARY

Vertebrate roadkill is an important factor of direct non-natural mortality for some species and populations, as well as having implications for road safety. This article presents data on vertebrate roadkill on the AB-100 road (Albacete, Castilla-La Mancha) over an annual cycle. The aim is to quantify the mortality produced and to identify the groups and species most affected, as well as to determine the periods of the year and the areas with the highest incidence. The fieldwork consisted of 254 repetitions along a 10 km transect, carried out in an off-road vehicle at an average speed of 42.2 km/h, considering only the carcasses located on the road and the hard shoulder. A total of 203 individuals were detected, belonging to 45/54 vertebrate species. The number of roadkill incidents was highly seasonal, with a maximum in spring/summer and a minimum in winter. Hit-and-runs occurred in 77 % of the 100-metre stretches of the study area, with 18 points with more than three carcasses. The most frequently run over species were Rabbit (*Oryctolagus cuniculus* L.), Ladder Snake (*Zamenis scalaris* Schinz), Iberian Hare (*Lepus granatensis* Rosenhauer) and House Sparrow (*Passer domesticus* L.). Species with an unfavourable conservation status in Spain, such as the Red-necked Nightjar (*Caprimulgus ruficollis* Temminck), Common Swift (*Apus apus* L.), European Roller (*Coracias garrulus* L.), Common Kestrel (*Falco tinnunculus* L.), Iberian Grey Shrike (*Lanius meridionalis* Temminck), Woodchat Shrike (*Lanius senator* L.) and Barn Swallow (*Hirundo rustica* L.), were also recorded as having been run over. The 20.3 roadkill/km/year suggests the need to implement preventive measures to mitigate the problem and reduce the impact on vertebrate populations. The installation of anti-knock barriers and wildlife crossings, the reinforcement of risk warning signs and a maximum speed of 60 km/h along the entire road are proposed.

**Keywords:** conservation, Fuensanta, hotspot, La Roda, Montalvos, road ecology, traffic.

## 1. INTRODUCCIÓN

La interacción de las infraestructuras viarias con la fauna y sus hábitats ha sido objeto de estudio durante décadas, identificándose que sus principales efectos incluirían la pérdida de hábitats, el efecto barrera, la mortalidad por atropellos y colisiones con vehículos (desde ahora atropellos) y las alteraciones de funciones ecológicas de los márgenes (Luell *et al.*, 2005; Colino, 2011). Además, otra consecuencia importante sería la fragmentación de los hábitats y la transformación de los sistemas naturales (p.ej. Saunders *et al.*, 1991; Marshall *et al.*, 1995; Forman *et al.*, 2003; Wittmeyer *et al.*, 2009; Zhuo, *et al.*, 2022).

En concreto, el impacto negativo de atropellos de fauna en carreteras, sin perjuicio de su implicación en la seguridad vial (DGT, 2009; RACC, 2018; RACE, 2020; DGT, 2023), está considerado como una amenaza muy relevante para algunas especies y poblaciones animales (p.ej. Forman y Alexander, 1998; Erritzoe *et al.*, 2003; Colino, 2011; Van der Ree *et al.*, 2015; Schwartz *et al.*, 2020; Barrientos *et al.*, 2021). En el caso de los vertebrados, se reconoce como un factor importante de mortalidad no natural directa (p.ej. Trombulak y Frissell, 2000; Lesbarrères *et al.*, 2003; Malo *et al.*, 2004; Jaarsma *et al.*, 2006; Fahrig y Rytwinsky, 2009; Loss *et al.*, 2015; Griolo *et al.*, 2020).

En el ámbito geográfico de España, existen estudios sobre la incidencia de atropellos entre los vertebrados desde la década de los años 80 (p.ej. CODA, 1991; PMVC, 2003). El conocimiento e interés en este tema ha ido en aumento hasta la actualidad, con la reciente iniciativa *SAFE, Stop Atropellos de Fauna en España*, un plan para diagnosticar la mortalidad de fauna en las carreteras nacionales y estimar el número de vertebrados atropellados anualmente, a través de una iniciativa de ciencia ciudadana (Caballero-Díaz *et al.*, 2021).

Para algunas especies animales, los atropellos son considerados la principal causa de mortalidad no natural en España (PMVC, 1993 y 2003; López, 2021), siendo un impacto que en general ha crecido con el paso de los años debido a la ampliación de la red viaria, el incremento del tráfico y el desarrollo tecnológico de los vehículos (Forman y Alexander, 1998; Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2024). Por ejemplo, un estudio estimó que un mínimo de 30 millones de vertebrados es atropellado al año en España (PMVC, 2003). Posteriormente, con datos de los años 2020-2024, en el marco del ya mencionado proyecto *SAFE*, se estimaron entre 18,2 y 54,7 millones de vertebrados atropellados en las carreteras españolas cada año, con una media de 36,5 millones/año (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2024).

En la provincia de Albacete (Castilla-La Mancha, SE de España), el conocimiento sobre los atropellos de vertebrados es bastante escaso. Según

la bibliografía, existe información de tramos de cuatro carreteras provinciales, la N-322 entre Albacete y Los Chospes, la C-3211 entre Albacete y Ayna y la AB 508 y Ab-5015 entre Ayna y Riópar (Reolid y Zamora, 1992), un estudio en los términos municipales de Paterna del Madera y Bogarra en la Sierra de Alcaraz durante los años 2007 y 2008 (Tortosa, 2018), algunos datos puntuales correspondientes de los años 2016-2019 en distintas carreteras provinciales (Díaz-Portero *et al.*, 2020) y datos sueltos de más de 600 atropellos recogidos en la app *Atropellos*, de la Sociedad de Historia Natural de Ciudad Real, recopilados por miembros de la Sociedad Albacetense de Ornitología (D. Cañizares, com. pers.). Igualmente existen datos inéditos recopilados por la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha (J. A. Donate, com. pers.). También noticias periodísticas sobre accidentes de tráfico proporcionadas por la Jefatura Provincial de Tráfico (p.ej. Ortega, 2015). Finalmente, existen datos publicados del proyecto SAFE sobre algunos transectos de carreteras para la provincia de Albacete (Rodríguez *et al.*, 2023).

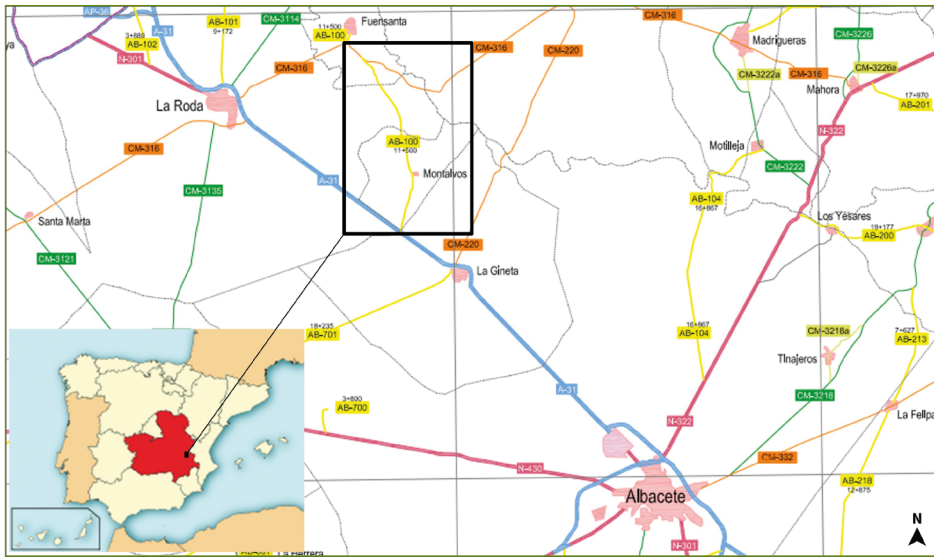
Ante la falta generalizada de información sistemática sobre los atropellos en las carreteras de Albacete, lo que estaría limitando implantar medidas para mitigar el impacto sobre las poblaciones de vertebrados y la siniestralidad vial, en este artículo pretendemos contribuir aportando datos obtenidos durante un ciclo anual en la carretera AB-100. A tal fin, cuantificaremos la mortalidad registrada de vertebrados, identificando los grupos y especies afectados. Igualmente, determinaremos los periodos del año y las zonas con mayor incidencia de atropellos. Aunque no se ahonda en el estudio de los factores que inciden sobre los atropellos, se apuntan posibles causas que podrían condicionar la mortalidad. Con todo ello, sugeriremos medidas para mitigar el impacto en las poblaciones de vertebrados y aumentar la seguridad vial.

## 2. MATERIAL Y MÉTODO

### 2.1. Área de estudio

El área de estudio comprende un tramo de 10 km de la carretera comarcal AB-100 (antigua C-10), que empieza en la Autovía A-31 y finaliza en la CM-3106 (figura 1). Se trata de una vía convencional que depende administrativamente de la Diputación de Albacete, situada en la comarca geográfica de La Mancha, dentro de los términos municipales de Montalvos, La Roda y Fuensanta. Su longitud es de 11,220 km, su calzada es única de doble sentido de circulación (dos carriles de 3,5 m de ancho cada uno) y los arcenes tienen una anchura variable, con máximos de 0,5 m. La

carretera cuenta con señalización horizontal y vertical, incluidas señales de advertencia por riesgo de colisión con fauna salvaje (en tres puntos, ambos extremos y en el p. k. 6,2 aproximadamente). La velocidad máxima permitida es de 60 y 80 km/h, dependiendo de los tramos. El estado del firme es, en general, muy bueno, ya que en el Plan Provincial de Carreteras del 2021 se incluyeron obras de ensanche y mejora del firme y señalización en un tramo de 3 km (pp. kk. 9,4-11,2), siendo ejecutadas un mes antes de iniciarse el trabajo de campo (p.ej. La Cerca, 2021). No disponemos de datos del aforo de vehículos en la carretera, aunque el tránsito de camiones es bastante importante en relación con el tráfico total.



**Figura 1.** Localización del área de estudio. Carretera AB-100, en Albacete (Castilla-La Mancha, SE de España).

La carretera se sitúa fuera del valle del río Júcar y presenta dos tramos bien definidos. Entre los pp. kk. 1,0 y 6,5, su trazado discurre en amplias rectas a través de una zona llana y despejada, ocupada por campos de cultivo de leñosas (olivo y almendro) y cereal en secano o regadío (figura 2). Este tramo incluye una sección periurbana en Montalvos. El segundo tramo (pp. kk. 6,5-11,2) atraviesa una zona algo más accidentada, con curvas y cambios de rasante, rodeado de manchas de bosque mixto (pino piñonero *Pinus pinea*, pino carrasco *Pinus halepensis* y encina *Quercus ilex ballota*) en mosaico con campos de cultivo, principalmente de leñosas (viña, olivo y almendro) (figura 2).



**Figura 2.** Área de estudio. Carretera AB-100 (Albacete, Castilla-La Mancha). Vista parcial de los tramos pp. kk. 1,0-6,5 y 6,5-11,2. Fotos: Juan Picazo.

## 2.2. Metodología

Los datos de atropellos se obtuvieron mediante el trabajo de campo durante un ciclo anual, consistente en 254 repeticiones en un transecto de 10 km (del p. k. 2,0 al p. k. 11,0, en ambos sentidos), lo que suma un total de 2540 kilómetros recorridos. El esfuerzo se mantuvo entre las terceras decenas de enero de 2022 y 2023 (entre 16 a 26 repeticiones mensuales).

Los recorridos se realizaron en un coche todoterreno a una velocidad media de 42,2 km/h, generalmente al mediodía, en algunas ocasiones al amanecer o anochecer. El mismo observador realizó todos los transectos. Solo se registraron los cadáveres localizados en la calzada y el arcén (no en las cunetas), con detenciones seguras para las identificaciones cuando fue necesario. Los cadáveres no se retiraron de la calzada.

De cada individuo atropellado se registraron los siguientes datos: especie, estado del cadáver, fecha y hora, kilómetro del atropello, localización precisa con coordenadas geográficas y hábitat.

A efectos del tratamiento de los datos, cada contacto se asignó a un tramo de 100 metros, al objeto de identificar las zonas de mayor concentración de atropellos. La abundancia relativa de atropellados para los grupos, especies y el total de vertebrados se calculó como el número de atropellos por kilómetro y año, expresándose como un Índice Kilométrico de Abundancia (IKA).

Si consideramos los sesgos existentes en el trabajo de campo de este tipo de estudios (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2024), los resultados obtenidos están directamente influenciados por algunos aspectos metodológicos importantes, condicionando las conclusiones que se puedan extraer. En concreto, la ubicación final de los ejemplares atropellados, el tiempo de persistencia y la detectabilidad de los cadáveres serían las tres principales fuentes de incertidumbre (p.ej. Lima Santos *et al.*, 2016; Barrientos *et al.*, 2018; Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2024; Román *et al.*, 2024).

En lo relativo a la ubicación final de cadáveres, en nuestro estudio habría quedado fuera los animales heridos que escapan y mueren lejos de la carretera, los que rebotan fuera de la misma después de una colisión y los retenidos por los vehículos (Román, *et al.*, 2024).

Sobre la persistencia de los cadáveres, durante el trabajo de campo se comprobó que la gran mayoría desaparecían en menos de 24 h, atribuyéndose al intenso carroñeo. Las especies observadas carroñeando fueron principalmente el zorro (*Vulpes vulpes* L.) y busardo ratonero (*Buteo buteo* L.), aunque también se avistaron el milano real (*Milvus milvus* L.) y el cuervo grande (*Corvus corax* L.). En lo que se refiere a la detectabilidad de los cadáveres, la velocidad media de 42,2 km/hora de nuestros recorridos podría haber influido negativamente al infrarrepresentar los cadáveres de menor tamaño (p.ej. Collinson *et al.* 2014). También influiría negativamente el no haber prospectado las cunetas, con una zona de búsqueda menor a otros estudios. Por el contrario, el buen estado del firme y su homogeneidad habrían influido mejorando la detectabilidad, así como el importante esfuerzo de muestreo realizado, que llevaría a localizar mayor número de cadáveres que en otros trabajos de similares características, especialmente los de menor tamaño, que persisten menos tiempo en el asfalto (Santos *et al.*, 2011a; Barrientos *et al.*, 2018; Morrison, 2002).

En general se acepta que los estudios de este tipo suelen infravalorar el número real de atropellos (Santos *et al.*, 2011a, Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2024), especialmente entre los animales pequeños y en carreteras con poco tráfico (como es el caso). Por lo tanto, la metodología utilizada en nuestro caso permitiría obtener datos mínimos de atropellos, al no haberse considerado las cunetas y al haber realizado los muestreos desde un coche (p.ej. Collinson *et al.*, 2014; Barrientos *et al.*, 2018).

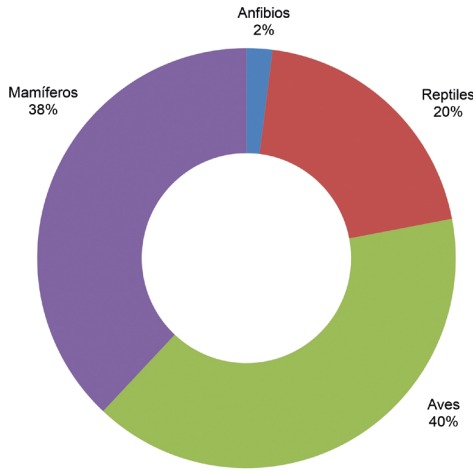
### 3. RESULTADOS

Durante el trabajo de campo se detectaron 203 individuos atropellados, de 45/54 especies (ver tabla 1), con representación de las cuatro clases de vertebrados (anfibios reptiles, aves y mamíferos). El mayor número de individuos y especies correspondió a las aves (81 individuos de 27/32 especies) y a los mamíferos (77 ejemplares de 10/11 especies). Los reptiles fueron 40 individuos de seis/ocho especies, mientras que los anfibios atropellados sumaron cinco ejemplares de dos/tres especies. Tres de cada cuatro atropellos correspondieron a aves y mamíferos (figura 3).

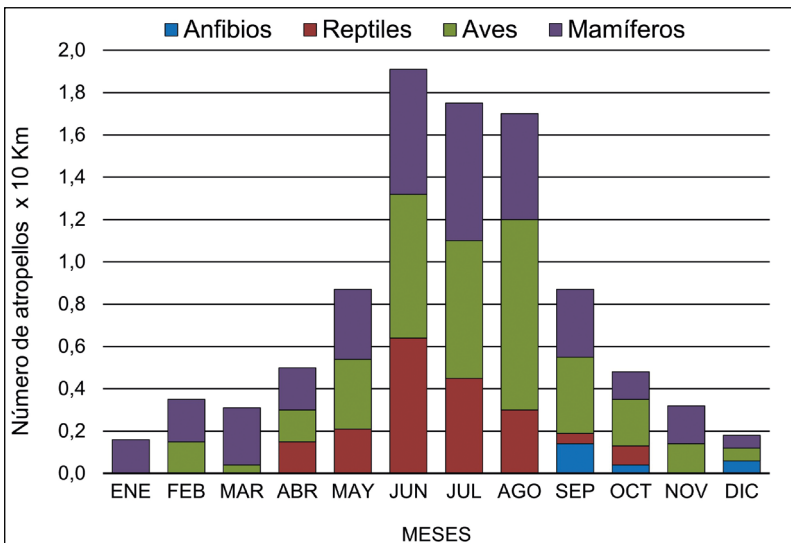
Los resultados globales arrojaron un IKA de 20,3 atropellos/km/año (tabla 1). El número de atropellos detectados varió estacionalmente, con su máximo durante primavera/verano y mínimo invernal (figura 4).

En cuanto a su localización, los atropellos se distribuyeron a lo largo de todo el área de estudio, afectando al 77 % de los tramos de 100 m (figura 5).

Las especies más detectadas como atropelladas fueron los dos lagomorfos de la fauna local (conejo *Oryctolagus cuniculus* L., 35 individuos; liebre ibérica *Lepus granatensis* Rosenhauer, 13), un reptil (culebra de escalera *Zamenis scalaris* Schinz, 16) y un ave (gorrión común *Passer domesticus* L., 12 ejemplares) (tabla 1).

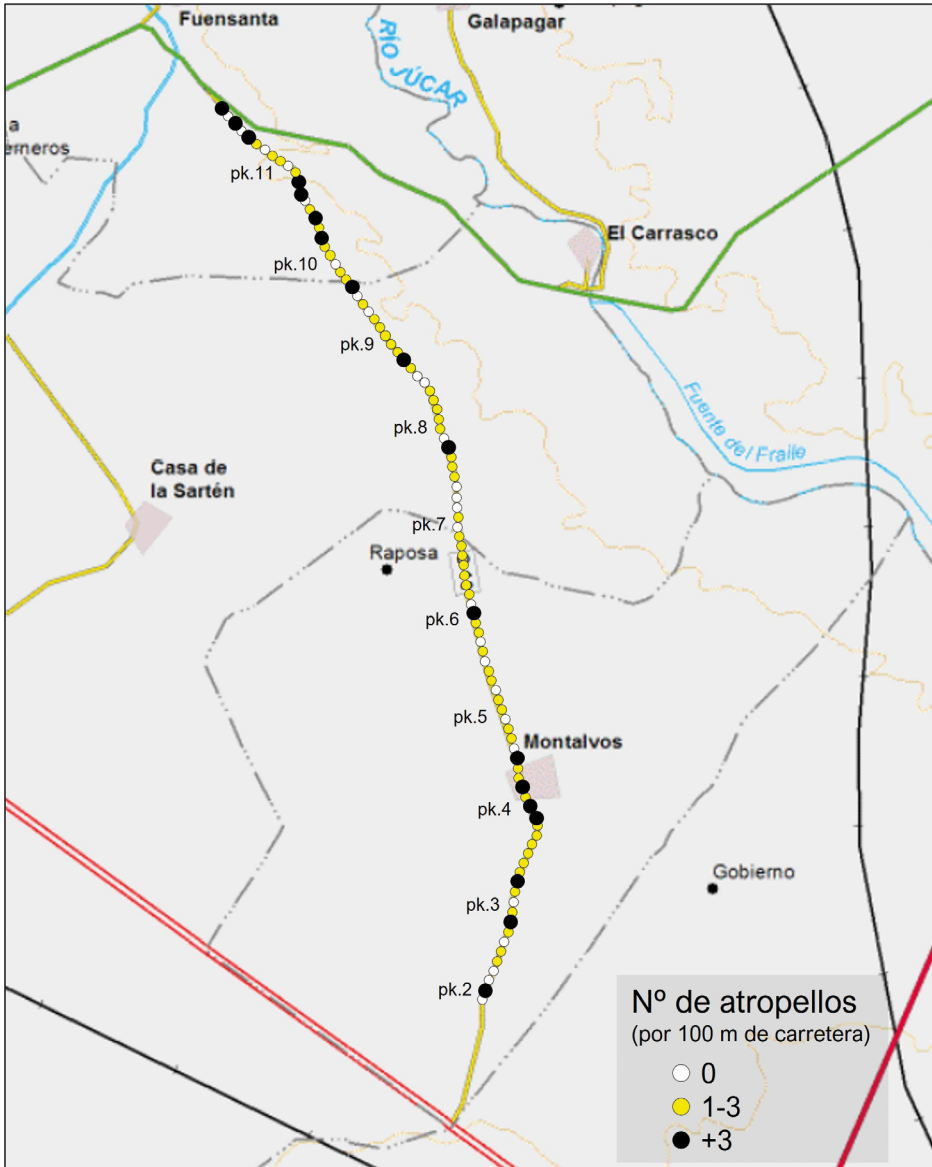


**Figura 3.** Porcentaje de atropellos según los grupos de vertebrados, durante el periodo de estudio (enero de 2022-enero de 2023). Carretera AB-100; n= 203.



**Figura 4.** Distribución de atropellos de vertebrados por meses, durante el periodo de estudio (enero de 2022-enero de 2023). Carretera AB-100; n= 203.





**Figura 5.** Distribución del número de atropellos en el área de estudio, por cada 100 metros de la carretera AB-100 (enero de 2022-enero de 2023); n= 203.

#### 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Nuestro trabajo revela que durante el ciclo anual de enero de 2022 a enero de 2023, en la carretera AB-100 los grupos de vertebrados más atropellados (en número de individuos y de especies), fueron las aves y los ma-

míferos. Esto coincide con los datos obtenidos en las carreteras españolas entre los años 2020 y 2024, aunque en el caso nacional se atropellaron más mamíferos que aves (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2024).

El tercer grupo por el número de especies e individuos atropellados fueron los reptiles, mostrando un patrón estacional muy marcado, entre los meses de abril y octubre, estando ausentes durante el invierno, de una forma muy parecida a lo conocido para España (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2024).

El escaso número de anfibios atropellados, muy por debajo de los datos obtenidos para España (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2024), podría estar relacionado, en general, con las características del entorno y la escasez de precipitaciones en la zona durante el periodo de estudio (datos propios), que habría limitado su actividad. No obstante, también podría haber influido la realización de los muestreos desde coche y el hecho que los cadáveres de anfibios duran muy poco en el asfalto al no tener pelo, plumas o escamas (Caballero-Díaz *et al.*, 2021).

El IKA global obtenido de 20,3 atropellos/km/año, casi duplica el promedio conocido para España (11,96; PMVC, 2003), lo que podría deberse, aparte de los factores metodológicos, a que en nuestro caso se trata de una carretera convencional local, mientras que el estudio de PMVC (2003) incluye también carreteras comarcales y nacionales.

En lo que se refiere a la estacionalidad de los atropellos, los máximos obtenidos durante la primavera y verano podrían estar relacionados con una mayor actividad de las especies. Al menos influiría el periodo reproductor especialmente entre las aves y mamíferos, con mayor número de individuos (muchos juveniles inexpertos), y la actividad primaveral y estival de anfibios y reptiles (Erritzoe *et al.*, 2003; Grilo *et al.*, 2009). Por otra parte, la estacionalidad de atropellos también se debería al aumento en la intensidad del tráfico y la velocidad de los vehículos (Clevenger *et al.*, 2003). El mínimo invernal podría deberse igualmente a la biología de las especies y las características del tráfico, tendencia ya observada en varios estudios (p.ej. Tenés *et al.*, 2007).

La circunstancia de que los atropellos se produjeran en el 77 % de los tramos de 100 m, es indicativa de la amplia extensión de la afección negativa sobre los vertebrados locales. Los 18 tramos con más de 3 atropellos y su mayor concentración en los pp. kk. 10 y 11, y en la circunvalación de Montalvos, podría estar influenciado por el tipo de hábitat y la disposición del paisaje en relación con la carretera (Grilo *et al.*, 2009; González-Gallina *et al.*, 2013; Girardet *et al.*, 2015; D'Amico *et al.*, 2015).

Si analizamos los resultados por grupo, en el caso de los anfibios, con un IKA bajo (0,5 atropellos/km/año), es previsible que el número de atropellos sea mayor con condiciones meteorológicas que favorezcan su actividad. De

hecho, este grupo está particularmente amenazado por los atropellos en carreteras (Beebee, 2013). En España, los anfibios representan entre el 17,0 y 22,9 % de los vertebrados atropellados (PMVC, 2003; Caballero-Díaz *et al.*, 2024).

El hábitat de reproducción para anfibios en la zona está presente relativamente cerca, consistiendo al menos en 2 balsas de riego localizadas a la altura de los pp. kk. 5 y 6, a una distancia aproximada de medio kilómetro cada una.

Entre los reptiles las cuatro especies más atropelladas sumarían el 85 % de las muertes totales del grupo. La especie más afectada fue la culebra de escalera (40 % de los casos; IKA= 1,6). Su muerte en carreteras ha sido reconocida como un factor de amenaza en España (Pleguezuelos y Honrubia, 2002). Según el PMVC (2003) y Caballero-Díaz *et al.* (2024), representaría entre el 14,0 y 14,5 % de los atropellos de reptiles en nuestro país (una cifra inferior a la encontrada en este estudio), con IKAs entre 0,4 y 1,5 (PMVC, 2003), siendo la segunda o tercera especie más afectada después de la culebra bastarda (*Malpolon monspessulanus* Hermann), (PMVC, 2003) y la lagartija colilarga (*Psamodromus algirus* L.) (Caballero-Díaz *et al.*, 2024).

La culebra bastarda ocuparía el segundo lugar en el número de atropellos en la AB-100, con un IKA de 0,7, idéntico lugar que ocupa en España, en este caso con IKAs oscilando entre el 0,4 y 1,8 (PMVC, 2003).

La lagartija colilarga es el reptil más atropellado en las carreteras de España según los datos del SAFE (Caballero-Díaz *et al.*, 2024), mientras que en nuestro caso ocupa el tercer lugar (IKA= 0,6), pudiendo estar infravalorada su afección debido a la realización de los transectos desde coche.

El atropello de la culebra viperina (*Natrix maura* L.) (IKA= 0,5), estaría relacionado con la existencia de su hábitat en las cercanías de Montalvos, en concreto una gran balsa situada a unos 530 m de la carretera y entre medias un cultivo de regadío.

En el caso de las aves (con un IKA de 8,1 atropellos/km/año), se obtiene que un número considerable de especies se ve afectado, incluyendo dos rapaces (una nocturna y otra diurna). Esto coincide con los resultados de un reciente estudio sobre las principales causas de daño y mortalidad no natural de aves en España, a partir del análisis de los ingresos en los Centros de Recuperación (SEO/BirdLife, 2023). Dicho estudio concluye que los atropellos afectan a especies de aves con diferentes preferencias ecológicas, morfológicas y de comportamiento. No obstante, hay que tener en cuenta que los ingresos de aves atropelladas en centros de recuperación están sesgados, debido a que la mortalidad por furtivos y otras causas no queda registrada.

El gorrión común fue el más atropellado en nuestra carretera (14,8 % de las aves; IKA= 1,2 atropellos/km/año), lo que coincide con los datos del PMVC (2003), donde uno de cada cuatro atropellados de aves en España corresponde a esta especie, con IKAs variando entre 0,5 y 32,7.

En nuestro caso, la mayoría de los gorriones fueron atropellados en la circunvalación de Montalvos, en los ejidos del municipio, lo cual refleja su carácter marcadamente antrópico (Molina, 2003). Los atropellos no se consideran un factor de amenaza para la especie en España (Molina, 2003).

Otras aves atropelladas que merecen mención son aquellas con un estado de conservación desfavorable en España. El chotacabras cuellirrojo (*Caprimulgus ruficollis* Temminck) (Vulnerable), registró dos atropellos (IKA= 0,2). Este factor de amenaza es significativo para la especie debido a su costumbre de utilizar carreteras para descansar, termorregularse, obtener arena y grava, y tener mayor visibilidad de sus presas (PMVC, 2003). Los atropellos representan entre el 40 y 80 % de los ingresos de la especie en los centros de recuperación, lo que podría tener importantes efectos negativos para sus poblaciones a nivel local y regional (p.ej. Camacho y Sáez-Gómez, 2021).

El vencejo común (*Apus apus* L.) (Vulnerable) registró un atropello (IKA= 0,1), aunque no se reconoce este factor como una amenaza significativa para la especie en España (Molina, 2021).

La carraca europea (*Coracias garrulus* L.) (En Peligro), con un individuo muerto (IKA= 0,1; figura 6), se ve amenazada en nuestro país por el incremento en el número de kilómetros de autovías, carreteras y líneas ferroviarias, lo que podría provocar un aumento significativo en el número de atropellos (Cardalliaguet y Avilés, 2021).



**Figura 6.** Carraca europea atropellada en la carretera AB-100 (Albacete), durante el periodo de estudio. Foto: Juan Picazo.

El cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus* L.) (En Peligro), con un atropello registrado (IKA= 0,1), es otra especie habitualmente afectada por esta causa en diferentes zonas de España (Martínez-Padilla *et al.*, 2021). A pesar de su técnica de caza, que implica vuelos verticales hasta tierra firme, es una de las rapaces más atropelladas tanto en España como en Europa. Su costumbre de cazar en las cunetas de las carreteras contribuye a su vulnerabilidad (PMVC, 2003).

El alcaudón real (*Lanius meridionalis* Temminck) (En Peligro), con un atropello (IKA= 0,1), no tiene reconocido el atropello como un factor de amenaza en España (Giralt e Infante, 2021). Aunque rara vez desciende al asfalto, suele posarse cerca de carreteras en cables, postes, árboles y vallas (PMVC, 2003). Por su parte, el alcaudón común (*Lanius senator* L.) (En Peligro) acumuló seis muertes (IKA= 0,6), y tampoco se reconocen los atropellos como una amenaza significativa en España (Infante, 2021). No obstante, es el alcaudón más afectado por esta afección en el país, ya que frecuenta los márgenes de las carreteras (PMVC, 2003).

La golondrina común (*Hirundo rustica*) (Vulnerable), con otros seis atropellos registrados (IKA= 0,6), enfrenta una causa de mortalidad no despreciable en España, especialmente durante el paso posnupcial, cuando se producen concentraciones de jóvenes que se preparan para la migración, particularmente en ciertos hábitats (López-Jiménez, 2021; PMVC, 2003).

Entre los mamíferos (IKA= 7,7 atropellos/km/año) (figura 7), el conejo y la liebre sumaron más del 62 % de los casos de atropellos dentro de la clase. El conejo fue la especie más atropellada en nuestro estudio (IKA= 3,5 atropellos/km/año), dato similar a lo conocido en España durante los años 2021 y 2022 (Matutano *et al.*, 2023), donde los IKAs oscilan entre 0,7 y 13,5 según PMVC (2003). Sin embargo, esta afección no se considera una amenaza significativa para la conservación del conejo en España, aunque la especie está catalogada como Vulnerable (Villafuente y Delibes-Martos, 2007).

En cuanto a la liebre ibérica (Preocupación Menor), Carro y Soriguer (2007), reconocen que los atropellos en carreteras y caminos son uno de los factores de amenaza para la especie en España. El IKA que encontramos en nuestro estudio fue de 1,3 atropellos/km/año, mientras que en España estaría entre 0,5 y 1,6 (PMVC, 2003).

Una especie cuyo atropello podría tener incidencia importante en la seguridad vial en la AB-100, es el jabalí (*Sus scrofa* L.) (3 ejemplares, IKA= 0,3). Los atropellos de jabalí representan una creciente preocupación en la seguridad vial de las carreteras españolas (p.ej. La Vanguardia, 2020; DGT, 2022). En los últimos años, se ha observado un incremento significativo en los accidentes de tráfico con jabalíes, aumentando casi un 50 %, debido a sus mayores poblaciones, su expansión hacia áreas cercanas a carreteras, la fragmentación del hábitat y la búsqueda de alimento cerca de zonas pobladas.

El corzo (*Capreolus capreolus* L.), es otra especie que podría tener incidencia en la seguridad vial y que se ha constatado su atropello en la carretera AB-100, aunque fuera del periodo de estudio (datos propios).



**Figura 7.** Zorro atropellado en la carretera AB-100 (Albacete), durante el periodo de estudio. Foto: Juan Picazo.

El elevado índice de atropellos obtenido en nuestro estudio, así como la muerte de ejemplares de especies amenazadas y alguna con implicaciones en la seguridad vial, sugieren la necesidad de implementar medidas preventivas en la carretera AB-100. Proponemos que dichas medidas estén relacionadas con la instalación de barreras anti-atropello, de pasos de fauna, la señalización vertical y la velocidad máxima de circulación.

En lo que se refiere a las barreras anti-atropello, podrían instalarse en los pp. kk. 5 y 6, por las muertes de un número significativo de culebras viperinas, cuya presencia a su vez indicarían la localización de anfibios de los que se alimenta. Podríamos estar hablando de un punto de paso para especies con requerimientos ecológicos acuáticos, por lo que sería interesante la instalación de algunos pasos de fauna para anfibios y reptiles.

El refuerzo de la señalización de advertencia sobre el riesgo de presencia de fauna salvaje también podría contribuir a reducir los atropellos y el riesgo de accidentes. Proponemos la instalación de plafones reflectantes en los extremos de la carretera, señalizando el riesgo a lo largo de toda la vía.

En cuanto a la velocidad máxima de circulación, se recomienda establecer un límite máximo de 60 km/h en toda la vía, considerando que la velocidad puede tener un impacto significativo en el número de atropellos

(Martínez-Abraín, 1994; Romin y Bissonette, 1996; Santos *et al.*, 2011b) y de accidentes con jabalíes y corzos (p.ej. DGT, 2023). La reciente mejora del firme en un tramo de la AB-100 podría fomentar un incremento de velocidad, que aumentaría el número de atropellos (Romin y Bissonette, 1996). De hecho, durante el trabajo de campo se constató que es habitual que se sobrepase el límite de velocidad establecido.

## AGRADECIMIENTOS

A las personas que colaboraron en la realización del trabajo de campo y redacción del artículo, especialmente a Violet Picazo Ballesta, que acompañó puntualmente en los transectos. David Cañizares, José Antonio Donate, José Manuel Reolid y Juan Zamora nos facilitaron información sobre los atropellos de vertebrados en Albacete. José Fajardo tradujo el resumen a inglés. Dos revisores anónimos mejoraron considerablemente el original y Domingo Blanco hizo sugerencias muy valiosas.

**Tabla 1.** Especies y grupos de vertebrados atropellados en la carretera AB- 100, durante el periodo de estudio (enero de 2022-enero de 2023); n= 203.

ATROPELLOS (Especies y grupos)		nº	IKA
Nombre común	Nombre científico	individuos	(atropellos/km/año)
<b>ANFIBIOS</b>			
Sapo común ibérico	<i>Bufo spinosus</i>	1	0,1
Sapo corredor	<i>Epidalea calamita</i>	3	0,3
Sapo indeterminado	Familia Bufonidae	1	0,1
Totales Anfibios		<b>5</b>	<b>0,5</b>
<b>REPTILES</b>			
Lagartija ibérica	<i>Podarcis hispanica</i>	1	0,1
Lagartija colilarga	<i>Psammotromus algirus</i>	6	0,6
Lagarto ocelado	<i>Timon lepidus</i>	3	0,3
Lagartija indeterminada	Familia Laceritidae	1	0,1
Culebra de escalera	<i>Zamenis scalaris</i>	16	1,6
Culebra viperina	<i>Natrix maura</i>	5	0,5
Culebra bastarda	<i>Malpolon monspessulanus</i>	7	0,7
Culebra indeterminada	Familia Colubridae/Lamprophiidae	1	0,1
Totales Reptiles		<b>40</b>	<b>4,0</b>
<b>AVES</b>			
Chotacabras cuellirrojo	<i>Caprimulgus ruficollis</i>	2	0,2
Vencejo común	<i>Apus apus</i>	1	0,1
Paloma bravía	<i>Columba livia</i>	1	0,1
Tórtola turca	<i>Streptopelia decaoctos</i>	1	0,1
Mochuelo común	<i>Athene noctua</i>	1	0,1
Abubilla común	<i>Upupa epops</i>	2	0,2
Carraca europea	<i>Coracias garrulus</i>	1	0,1
Abejaruco europeo	<i>Merops apiaster</i>	1	0,1
Cernicalo vulgar	<i>Falco tinnunculus</i>	1	0,1
Alcaudón real	<i>Lanius meridionalis</i>	1	0,1
Alcaudón común	<i>Lanius senator</i>	6	0,6
Carbonero común	<i>Parus major</i>	1	0,1
Cogujada común	<i>Galerida cristata</i>	1	0,1
Terrera común	<i>Calandrella brachydactyla</i>	1	0,1
Calandria común	<i>Malanocorypha calandra</i>	1	0,1
Golondrina común	<i>Hirundo rustica</i>	6	0,6
Zorzal común	<i>Turdus philomelos</i>	1	0,1
Zorzal indeterminado	<i>Turdus sp.</i>	1	0,1
Petirrojo europeo	<i>Erithacus rubecula</i>	3	0,3
Tarabilla norteña	<i>Saxicola rubetra</i>	2	0,2
Tarabilla europea	<i>Saxicola rubicola</i>	1	0,1
Gorrión molinero	<i>Passer montanus</i>	1	0,1
Gorrión común	<i>Passer domesticus</i>	12	1,2
Gorrión indeterminado	<i>Passer sp.</i>	1	0,1
Pinzón vulgar	<i>Fringilla coelebs</i>	1	0,1
Pardillo común	<i>Linaria cannabina</i>	2	0,2
Jilguero europeo	<i>Carduelis carduelis</i>	6	0,6
Serín verdicillo	<i>Serinus serinus</i>	1	0,1
Fringilido indeterminado	Familia Fringillidae	1	0,1
Escribano triguero	<i>Emberiza calandra</i>	7	0,7
Pájaro indeterminado	Familia Passeridae	11	1,1
Ave indeterminada	Clase Aves	2	0,2
Totales Aves		<b>81</b>	<b>8,1</b>
<b>MAMÍFEROS</b>			
Erizo europeo	<i>Erinaceus europaeus</i>	3	0,3
Musaraña gris	<i>Crocidura russula</i>	6	0,6
Murciélago indeterminado	Orden Chiroptera	2	0,2
Zorro	<i>Vulpes vulpes</i>	2	0,2
Gato doméstico	<i>Felis domesticus</i>	3	0,3
Jabalí	<i>Sus scrofa</i>	3	0,3
Lirón Careto	<i>Eliomys quercinus</i>	2	0,2
Ratón de campo	<i>Apodemus sylvaticus</i>	1	0,1
Ratón indeterminado	<i>Mus sp.</i>	4	0,4
Liebre ibérica	<i>Lepus granatensis</i>	13	1,3
Conejo	<i>Oryctolagus cuniculus</i>	35	3,5
Lagomorfo indeterminado	<i>L. granatensis/O. cuniculus</i>	3	0,3
Totales Mamíferos		<b>77</b>	<b>7,7</b>
<b>TOTALES VERTEBRADOS</b>		<b>203</b>	<b>20,3</b>



## BIBLIOGRAFÍA

- Barrientos, R., Martins, R. C., Ascensao, F., D'Amico, M., Moreira, F. y Borda-de-Agua, L. (2018). A review of searcher efficiency and carcass persistence in infrastructure- driven mortality assessment studies. *Biological conservation*, 222: 146–153.
- Barrientos, R., Ascensão, F., D'Amico, M., Grilo, C. y Pereira, H. M. (2021). The lost road: Do transportation networks imperil wildlife population persistence? *Perspectives in Ecology and Conservation*, 19(4): 411-416.
- Beebee, T. J. (2013). Effects of road mortality and mitigation measures on amphibian populations. *Conservation Biology*, 27(4): 657–668.
- Caballero-Díaz, C., Ayllón, E., y López, C. (2021). ¿Podemos conocer el impacto que tienen las carreteras en los anfibios y reptiles españoles? Comienza el proyecto SAFE para buscar respuestas y soluciones a los atropellos de herpetofauna. *Boletín de la Asociación Herpetológica Española*, 32(2): 175-179.
- Caballero-Díaz, J., Rodríguez, C., Oñorbe, M., García, F. J., Cabezas-Díaz, S., López, C., Ayllon, E. y 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): 60-70.
- Camacho, C. y Sáez-Gómez, P. (2021) Chotacabras cuellirrojo, *Caprimulgus ruficollis*. En: López-Jiménez, N. (Ed.): *Libro Rojo de las Aves de España*, pp. 616-622. SEO/BirdLife.
- Cardalliaguet, M. y Avilés, J. M. (2021) Carraca europea, *Coracias garrulus*. En: López- Jiménez, N. (Ed.): *Libro Rojo de las Aves de España*, pp. 352-357. SEO/BirdLife.
- Carro, F. y Soriguer, R. C. (2007). *Lepus granatensis*, Liebre ibérica. En, L. J. Palomo, J. Gisbert y C. Blanco (Eds.): *Atlas y Libro Rojo de los Mamíferos terrestres de España*, pp. 476-478. TRAGSA, Sociedad Española para la Conservación y Estudio de los Murciélagos, Sociedad Española para la Conservación y Estudio de los Mamíferos y Ministerio de Medio Ambiente.
- Clevenger, A. P., Chruszcz, B. y Gunsen, K. E. (2003). Spacial patterns and factors influencing small vertebrate fauna roadkill agregations. *Biological Conservation*, 109: 15-26.
- Coordinadora para la Defensa de las Aves (1991). *I Jornadas para el estudio y prevención de la mortalidad de vertebrados en carreteras*. CODA. Madrid.
- Colino, V. J. (2011). *Contribuciones al análisis de mortalidad de vertebrados en carreteras*. Tesis doctoral. Universidad de Salamanca.
- Collinson, W. J., Parker, D. M., Bernard, R. T., Reilly, B. K. y Davies Mostert, H. T. (2014). Wildlife road traffic accidents: a standardized protocol for counting flattened fauna. *Ecology and evolution*, 4(15): 3060-3071.
- D'Amico, M., Román, J., De los Reyes, L., y Revilla, E. (2015). Vertebrate road-kill patterns in Mediterranean habitats: who, when and where. *Biological Conservation*, 191: 234-242.

- Díaz-Portero, M. A., Villarrubia, C. y Arredondo, A. (2020). *Informe de atropellos de fauna en la provincia de Ciudad Real 2016-2019. Información recogida con la App Atropellos (SHNCR)*. Sociedad de Historia Natural de Ciudad Real.
- Dirección General de Tráfico (2009). *Accidentes producidos por la presencia de animales en la calzada*. Dirección General de Tráfico Observatorio Nacional de Seguridad Vial. Ministerio del Interior de España. Madrid.
- Dirección General de Tráfico (2023). *En 2022, los animales estuvieron presentes en 35 661 siniestros viales, dos de ellos con víctimas mortales*. 19 de diciembre de 2023. Ministerio del Interior de España. Madrid.
- Erritzoe, J., Mazgajski, T. D. y Rejt, L. (2003). Bird casualties on European roads-a review. *Acta Ornitologica*, 38(2): 77-93.
- Fahrig, L. y Rytwinsky, T. (2009). Effects of roads on animal abundance: an empirical review and synthesis. *Ecology and Society*, 14: 21.
- Forman, R. T. T. y Alexander, L. E. (1998). Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 29: 207-231.
- Forman, R. T. T., Sperling, D., Bissonette, J. A., Clavenger, A. P., Cutshall, C. D., Dale, V. H., Fahrig, L., France, R., Goldman, C. R., Heanue, K., Jones, J. A., Swanson, F. J., Turrentine, T., Winter, T. C. (2003). *Road ecology: Science and solutions*. Island Press.
- Girardet, X., Conruyt-Rogéon, G., y Foltête, J. C. (2015). Does regional landscape connectivity influence the location of roe deer roadkill hotspots? *European Journal of Wildlife Research*, 61(5): 731-742.
- Giralt, D. y Infante, O. (2021) Alcaudón real, *Lanius meridionalis*. En: López-Jiménez, N. (Ed.): *Libro Rojo de las Aves de España*, pp. 310-313. SEO/BirdLife.
- González-Gallina, A., Benítez-Badillo, G., Rojas-Soto, O. R., y Hidalgo-Mihart, M. G. (2013). The small, the forgotten and the dead: highway impact on vertebrates and its implications for mitigation strategies. *Biodiversity and Conservation*, 22(2): 325- 342.
- Grilo, C., Bissonette, J. A., y Santos-Reis, M. (2009). Spatial-temporal patterns in Mediterranean carnivore road casualties: consequences for mitigation. *Biological Conservation*, 142(2): 301-313.
- Grilo, C., Koroleva, E., Andrašik, R., Bil, M. y González Suárez, M. (2020). Roadkill risk and population vulnerability in European birds and mammals. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 18(6): 323-328.
- Infante, O. (2021) Alcaudón común, *Lanius senator*. En: López-Jiménez, N. (Ed.): *Libro Rojo de las Aves de España*, pp. 306-309. SEO/BirdLife.
- Jaarsma, C. F., Van Langevelde, F. y Botma, H. (2006). Flattened fauna and mitigation: traffic victims related to road, traffic, vehicle, and species characteristics. *Transport Res D-Tr E*, 11: 264-276.
- La Cerca (2021). *Las obras del tramo que une la A-31 con Fuensanta por Montalvos (Albacete) comenzará de forma inminente*. 24 de agosto de 2021. La Cerca.com Noticias de Castilla-La Mancha.
- La Vanguardia (2020). *Los accidentes de tráfico contra jabalíes se disparan un 47 % en España*. 20 de enero de 2020. La Vanguardia diario.

- Lesbarrères, D., Pagano, A. y Lodé, T. (2003). Inbreeding and road effect zone in a Ranidae: the case of agile frog, *Rana dalmatina* Bonaparte, 1840. *Comptes Rendus Biologies*, 326: 68-72.
- Lima Santos, R. A., Santos, S. M., Santos-Reis, M., Picanço de Figueiredo, A., Bager, A., Aguiar, L. M. S. y Ascensão, F. (2016). Carcass Persistence and Detectability: Reducing the Uncertainty Surrounding Wildlife-Vehicle Collision Surveys. *PLoS ONE*, 11(11): e0165608. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0165608>
- López, J. (2021). Atropellos de fauna: treinta años de seguimiento. *Quercus*, 429: 74. López-Jiménez, N. (2021). Golondrina común, *Hirundo rustica*. En: López-Jiménez, N. (Ed.): *Libro Rojo de las Aves de España*, pp. 661-668. SEO/BirdLife.
- Loss, S. R., Will, T. y Marra, P. P. (2015). Direct Mortality of Birds from Anthropogenic Causes. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 45: 99-120.
- Luell, B., Bekker, H. G. J., Cuperus, R., Dufek, J., Fry, G., Hicks, C., Hlavác, V., Kéller, V., Rosell, C., Sangwine, T., Torslow, N., Wandall, B. (2005). *Fauna y tráfico. Manual europeo para identificar conflictos y diseñar soluciones. COST 341. Fragmentación del hábitat causada por las infraestructuras de transporte*. Ministerio de Medio Ambiente de España.
- Malo, J. E., Suárez, F. y Díez, A. (2004). Can we mitigate animal-vehicle accidents using predictive models? *Journal of Applied Ecology*, 41: 701-710.
- Marshall, I. C., Corner, A., y Tattersfield, P. (1995). An amphibian mitigation scheme for the A34 Wilmslow and Handforth Bypass, Cheshire, United Kingdom. In Canters, K. (Ed.): *Habitat fragmentation and infrastructure-proceedings*, pp. 227-237. The Hague.
- Martínez-Abraín, A. (1994). Mortalidad estacional de aves en una carretera del P.N. de L'Albufera de Valencia (Este de España). *Doñana Acta Vertebrata*, 21: 90-95.
- Martínez-Padilla, J., Fargallo, J. A., Carrillo-Hidalgo, J., López-Jiménez, N. y López- Idiáquez, D. (2021). Cernícalo vulgar, *Falco tinnunculus*. En: López-Jiménez, N. (Ed.): *Libro Rojo de las Aves de España*, pp. 366-374. SEO/BirdLife.
- Matutano, J., García, F., Román, J., Calzada, J. y Palomo, L. J (2023). *La SECEM y el Proyecto SAFE – Stop a los atropellos de fauna en España*. SECEM.
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2024). *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, número 9. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Madrid.
- Molina, B. (2003). Gorrión común, *Passer domesticus*. En, R. Martí y J. C. del Moral (Eds.): *Atlas de las Aves Reproductoras de España*, pp. 560-

561. Dirección General de Conservación de la Naturaleza-Sociedad Española de Ornitología.
- Molina, B. (2021). Vencejo común, *Apus apus*. En, R. Martí y J. C. del Moral (Eds.): *Atlas de las Aves Reproductoras de España*, pp. 746-751. Dirección General de Conservación de la Naturaleza-Sociedad Española de Ornitología.
- Morrison, M. (2002). *Searcher bias and scavenging rates in bird/wind energy studies*. U.S. Department of Energy Office of Scientific and Technical Information.
- Ortega, M. (2015). *La carretera sumó 160 atropellos de animales en la provincia durante 2014*. La Tribuna de Albacete: 18 de marzo de 2015.
- Pleguezuelos, J. M. y Honrubia, S. (2002). Culebra de escalera, *Elaphe scalaris*. En, J. M. Pleguezuelos, R. Márquez, y M. Linaza (Eds.): *Atlas y Libro Rojo de los anfibios y Reptiles de España*, pp. 281-283. Dirección General de Conservación de la Naturaleza-Asociación Herpetológica Española.
- PMVC (1993). Proyecto Provisional de Seguimiento de la Mortalidad de Vertebrados en Carreteras. Millones de animales mueren atropellados cada año en las carreteras españolas. *Quercus*, 83: 12-19.
- PMVC (2003). Proyecto Provisional de Seguimiento de la Mortalidad de Vertebrados en Carreteras. *Mortalidad de vertebrados en carreteras*. Documento técnico de conservación nº 4. Sociedad para la Conservación de los Vertebrados (SCV).
- RACE (2020). *Accidentes por atropello de animales*. Real Automóvil Club de España.
- RACC (2018). *Accidentes de tráfico con animales. Análisis de la situación a nivel europeo y español*. Fundación RACC.
- Reolid, J. M. y Zamora, J. F. (1992). Informe provisional del seguimiento de la mortalidad de vertebrados en las carreteras de Albacete. En CODA (Ed): *I Jornadas para el Estudio y Prevención de la Mortalidad de Vertebrados en Carreteras. Tomo I*: 118-122. CODA. Madrid.
- Rodríguez, C., Román, J., García, A., Rivilla, J. C., D'Amico, M. y Oñorbe, M. (2023). Fauna atropellada: El proyecto SAFE evalúa los muestreos. *Quercus*, 48: 448-449.
- Román, J., Rodríguez, C., García-Rodríguez, A., Diez-Virto, I., Gutiérrez-Expósito, C., Jubete, F., Paniw, M., Clavero, M., Revilla, E. y D'Amico, M. (2024). Beyond crippling bias: Carcass-location bias in roadkill studies. *Conservation Science and pratique*, 6(4): e13103.
- Romin, L. A. y Bissonette, J. A. (1996). Deer-vehicle collisions: status of state monitoring activities and mitigation effects. *Wildlife Society Bulletin*, 24: 276-283.
- Santos, S.M., Carvalho, F. y Mira, A. (2011a). How long do the dead survive on the road? Carcass persistence probability and implications for road-kill monitoring surveys. *PLoS ONE*, 6: e25383.
- Santos, S.M., Carvalho, F., y Mira, A. (2011b). Factores que afectan a los atropellos de mamíferos en las carreteras europeas. *Revista de Gestión Ambiental*, 92(4): 1074- 1081.

- Saunders, D. A., Hobbs, R. J. y Margules, C. R. (1991). Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conservation Biology*, 5: 18-32.
- SEO/BirdLife (2023). *Informe sobre las causas de mortalidad no natural de avifauna en España*. Proyecto LIFE Guardianes de la Naturaleza.
- Schwartz, A. L., Shilling, F. M., y Perkins, S. E. (2020). The value of monitoring wildlife roadkill. *European journal of wildlife research*, 66(1): 18.
- Tenés, A., Cahill, S., Llimosa, F. y Molina, G. (2007). Atropellos de mamíferos en la red viaria de un espacio natural en el área metropolitana de Barcelona: quince años de seguimiento en el Parque de Collserola. *Galemys*, 19: 169-188.
- Tortosa, J. A. (2018). Atropellos de fauna en carreteras de Bogarra y Paterna del Madera (Albacete). En, D. Blanco, J. Fajardo., P. Ferrandis, J. Gómez, J. Picazo, D. Sanz, A. Valdés y A. Verde (Coords.): *Actas de las III Jornadas sobre el medio natural albacetenses*, pp. 377-385. Instituto de Estudios Albacetenses.
- Trombulak, S. C. y Frissell, C. A. (2000). Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. *Conservation Biology*, 14: 18-30.
- Van der Ree, R., Smith, D. J. y Grilo, C. (eds.) (2015). *Handbook of Road Ecology*. Wiley-Blackwell.
- Villafuente, R. y Delibes-Martos, M. (2007). *Oryzologus cuniculus*. En, L. J. Palomo, J. Gisbert y C. Blanco (Eds.): *Atlas y Libro Rojo de los Mamíferos terrestres de España*, pp. 490-491. TRAGSA, Sociedad Española para la Conservación y Estudio de los Murciélagos, Sociedad Española para la Conservación y Estudio de los Mamíferos y Ministerio de Medio Ambiente.
- Wittmeyer, G., Elsen, P., Bean, W. T., Coleman, A., Burton, O. y Brashares, J. S. (2009). Accelerated human population growth at protected area edges. *Science*, 321: 123- 126.
- Zhuo, Y., Xu, W., Wang, M., Chen, C., Da Silva, A. A., Yang, W. y Alves, J. (2022). The effect of mining and road development on habitat fragmentation and connectivity of khulan (*Equus hemionus*) in Northwestern China. *Biological Conservation*, 275, 109770.

