

Efectos de atropellos vehiculares sobre la fauna de aves y mamíferos en Magallanes, en verano

JORGE MELLA ÁVILA¹ & CRISTIAN MUÑOZ VILLOUTA²

¹<https://orcid.org/0000-0002-4299-9196>

²<https://orcid.org/0000-0003-4001-7766>

OPEN ACCESS

Recibido:

23/09/2023

Revisado:

03/06/2024

Aceptado:

20/06/2024

Publicado en línea:

29/07/2024

Editor a cargo:

Dra. Juliana Giménez, Universidad de Buenos Aires, CONICET, Buenos Aires, Argentina

ISSN 0718-686X



RESUMEN

Para aves y megamamíferos, se describe tanto la abundancia como los registros de fauna atropellada en verano, en carreteras pavimentadas y caminos ripiados de la Región de Magallanes, Chile. En ambos tipos de rutas, dos especialistas realizaron recorridos vehiculares, registrando en cada kilómetro, el número de aves y mamíferos, vivos y atropellados. El carancho fue la especie de rapaz más abundante en las carreteras asfaltadas en relación a los caminos ripiados, mientras que el guanaco fue el mamífero más abundante, tanto en carreteras como caminos. Se registraron siete especies atropelladas recientemente, cuatro mamíferos y tres aves, todas en carreteras asfaltadas, no registrándose atropellos en caminos de ripio. La liebre fue el mamífero con mayor cantidad de atropellos. Se discuten los efectos negativos y positivos de los caminos sobre los grupos de fauna estudiados.

Palabras clave: Aves, caminos, conservación, mamíferos, Patagonia.

Effects of vehicular collisions on bird and mammal fauna in Magallanes, in summer

Contribución de los autores

J.M.A.: muestreo, análisis y redacción del artículo;

C.M.V.: muestreo y revisión del artículo.

Declaración de

competencia de intereses:

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Financiamiento:

Financiamiento propio.

ABSTRACT

For birds and megamammals, both the abundance and records of fauna roadkill in summer, on paved roads and gravel roads in the Magallanes Region, Chile, are described. In both types of routes, two specialists conducted vehicle routes, recording the number of birds and mammals, both alive and hit by vehicles, for each kilometer. The southern caracara was the most abundant species of raptor on paved roads in relation to gravel roads, while the guanaco was the most abundant mammal, both on roads and paths. Seven species were recently hit by roadkill, four mammals and three birds, all on the paved road, with no roadkill recorded on gravel roads. The hare was the mammal with the highest number of run-overs. The negative and positive effects of the roads on the fauna groups studied will be analyzed.

Key words: Birds, roads, conservation, mammals, Patagonia.

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, la construcción de caminos y carreteras en ambientes rurales y el tráfico vehicular asociado han tenido variados efectos ecológicos sobre la flora y fauna (Coffin, 2007; Forman & Alexander, 1998). Los caminos afectan los componentes bióticos y abióticos del paisaje, cambiando la dinámica de las poblaciones de plantas y animales, alterando los flujos de materia, introduciendo elementos exóticos, y cambiando la disponibilidad de los recursos, como agua, luz y nutrientes (Coffin, 2007).

Las distintas especies de fauna varían en su respuesta a la proximidad de los caminos. Los anfibios y reptiles muestran efectos negativos (como disminución en abundancia); la mayoría de las aves muestran efectos negativos o neutros (éstos, sin efectos notorios), aunque algunas pocas especies tienen efectos positivos, como los buitres, que muestran mayor abundancia en la vecindad de los caminos (Benítez-López *et al.* 2010; Fahrig & Rytwinski, 2009). Para los mamíferos, el efecto depende del tamaño: los micromamíferos muestran mayormente efectos positivos o neutros, para mesomamíferos los efectos son negativos o neutros, y para los megamamíferos los efectos son principalmente negativos (Fahrig & Rytwinski, 2009). En particular, para aves y mamíferos, la principal respuesta en la cercanía de los caminos es la evasión o la disminución de las densidades poblacionales (Benítez-López *et al.* 2010).

En particular, los atropellos de fauna producidos por el tránsito vehicular han sido estudiados en otros países, hallándose que son la principal fuente de mortalidad para los vertebrados en Estados Unidos, sobrepasando incluso la mortalidad por caza (Coffin, 2007; Forman & Alexander 1998; Seiler, 2001). En Sudamérica, algunos países donde se han cuantificado altas tasas de mortalidad de fauna por atropellos son Brasil (Develey & Stouffer, 2001), Argentina (Barri, 2010) y Colombia (Adárraga-Caballero & Gutiérrez-Moreno, 2019). En Chile, son escasos los estudios que cuantifican los efectos de los atropellos sobre la fauna (Piñones & Bravo, 2020). Entre los pocos trabajos existentes, Saavedra *et al.* 2018, registraron atropellos de fauna sobre 31 especies de vertebrados en una ruta de la Región de Coquimbo, en un periodo de nueve años, y en particular, para aves rapaces, Bravo-Naranjo *et al.* (2019) cuantificaron las muertes por atropellos en una ruta costera de la zona centro-norte de Chile, registrando un total de 10 especies de rapaces, entre abril de 2016 a junio de 2017.

Sobre la base de los antecedentes señalados, los objetivos de este trabajo son reportar los atropellos de aves y megamamíferos en caminos pavimentados y ripiados de la Región de Magallanes, Chile, durante el mes de marzo (verano), y discutir los efectos negativos y positivos de los atropellos sobre la fauna.

MATERIALES Y MÉTODOS

Entre los días 11 y 14 de marzo de 2023, se efectuó una prospección faunística en caminos de la Región de Magallanes, Chile, los que se dividieron en: a) carreteras asfaltadas, incluyendo la Ruta R-9, que conecta Punta Arenas y Puerto Natales (51 km), y la Ruta R-255, que conecta Punta Arenas y el Paso Integración Austral (145 km), y b) caminos ripiados, incluyendo la Ruta Y-545, que conecta Punta Delgada y Punta Dungenes (91 km), la Ruta Y-535, que conecta Punta Delgada y Faro Punta Delgada (27 km), además de la Ruta Y-79 junto con la Ruta Y-685 (ambas en Tierra del Fuego), que conectan Cerro Sombrero y el Faro Cabo Espíritu Santo (ambas suman 52 km). Las carreteras asfaltadas son anchas, ubicadas en sectores mayoritariamente planos, con cercas a ambos lados para minimizar el paso de fauna, mientras que los caminos ripiados son más angostos, no necesariamente planos, en algunos tramos con lomajes, con o sin cercas (Fig. 1).

En ambos tipos de rutas, dos especialistas realizaron recorridos vehiculares, a una velocidad media entre 10 a 20 km/h, registrando, en tramos contiguos de cada kilómetro: (a) cada especie observada y el número de aves posadas de mediano a gran tamaño, como rapaces (caranchos, tiuques, cernicalos), anseriformes (como caiques) y reiformes (ñandúes) y mamíferos de mediano a gran tamaño (liebres, chingues, armadillos, zorros, guanacos) asociados a la ruta (considerando una franja de aproximadamente 20 m a cada lado del camino y/o carretera); (b) la especie y número de ejemplares de aves y mamíferos atropellados recientemente (estimada la muerte en menos de una semana, considerando la presencia y alta abundancia de carroñeros, así como el tamaño de las presas atropelladas, generalmente menos de 5 kg); (c) los rastros de atropellos no recientes (probablemente de más de una semana, con manchones de restos de sangre, no adscritos a ninguna especie). Los recorridos (uno por cada tipo de ruta, sin recuento) se realizaron en horas de la mañana, entre las 8:00 a las 12:00 h. En verano es la época del año con mayor flujo de turistas en la región, y en Punta Arenas (la capital regional), el rango de temperatura varía entre 7°C a 15°C en febrero y 80 mm de precipitaciones en el mismo mes (climate-data-org, 2023).

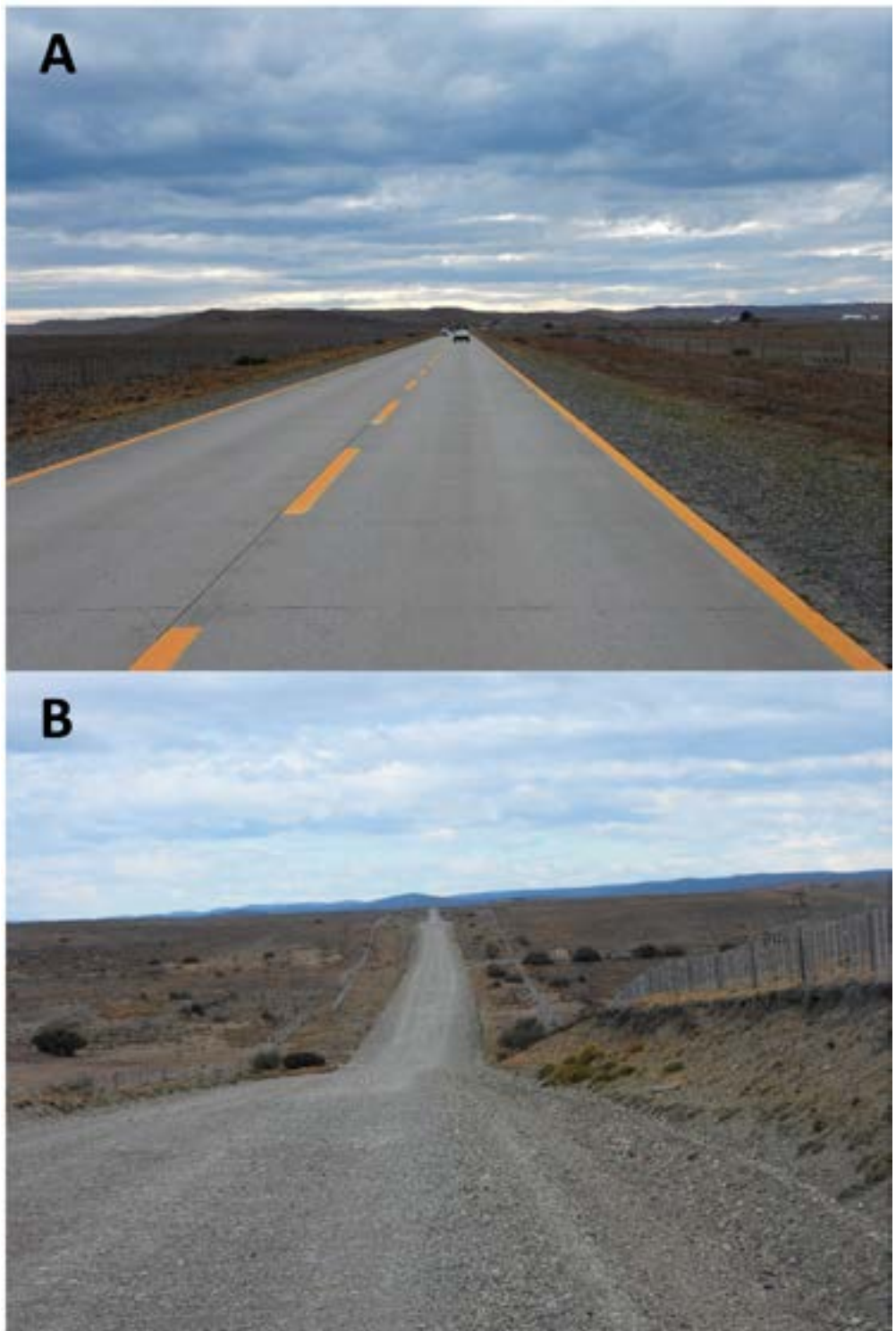


Fig. 1:
Rutas muestreadas
en la Región de
Magallanes, Chile:
(A) carretera asfaltada
y (B) camino ripiado.

RESULTADOS

Abundancia

En general, la abundancia de las aves fue mayor en las carreteras que en los caminos, con 68 *versus* 18 ejemplares totales, respectivamente. En el caso de las aves rapaces, la especie más abundante fue el carancho, *Caracara plancus* (Miller, 1777), con 41 individuos en las carreteras asfaltadas (60,3% del total) y nueve ejemplares en caminos ripiados (50,0%), seguido por el tijuque, *Daptrius (Milvago) chimango* (Vieillot, 1816), el cernicalo, *Falco sparverius* Linneo, 1758 y el águila mora, *Geranoaetus melanoleucus* (Vieillot, 1819), entre dos a cuatro ejemplares para cada especie (2,0 a 6,0%), y también con mayores valores en carreteras que en caminos (Fig. 2). De las otras especies de aves registradas, se observaron tres especies: perdicita cordillerana austral, *Attagis malouinus* (Boddaert, 1783), con 12 ejemplares en caminos de ripio (66,7% del total); ñandú, *Rhea pennata* (d'Orbigny, 1834), con nueve individuos asociados a la carretera (13,2%) y uno a camino de ripio (Fig. 3A), y caiquén, *Chloephaga picta* (Gmelin, 1789), con 11 individuos, ocho en carretera (11,8%) y tres en camino (16,7%; Tabla 1).

Para los mamíferos, la especie claramente dominante fue el guanaco, *Lama guanicoe* (Müller, 1776) con 377 ejemplares en las carreteras (99,2% del total) y 208 ejemplares en los caminos (96,7%; Fig. 3B, C), mientras que las otras especies se observaron en bajo número, con uno a tres ejemplares por especie (Tabla 1).

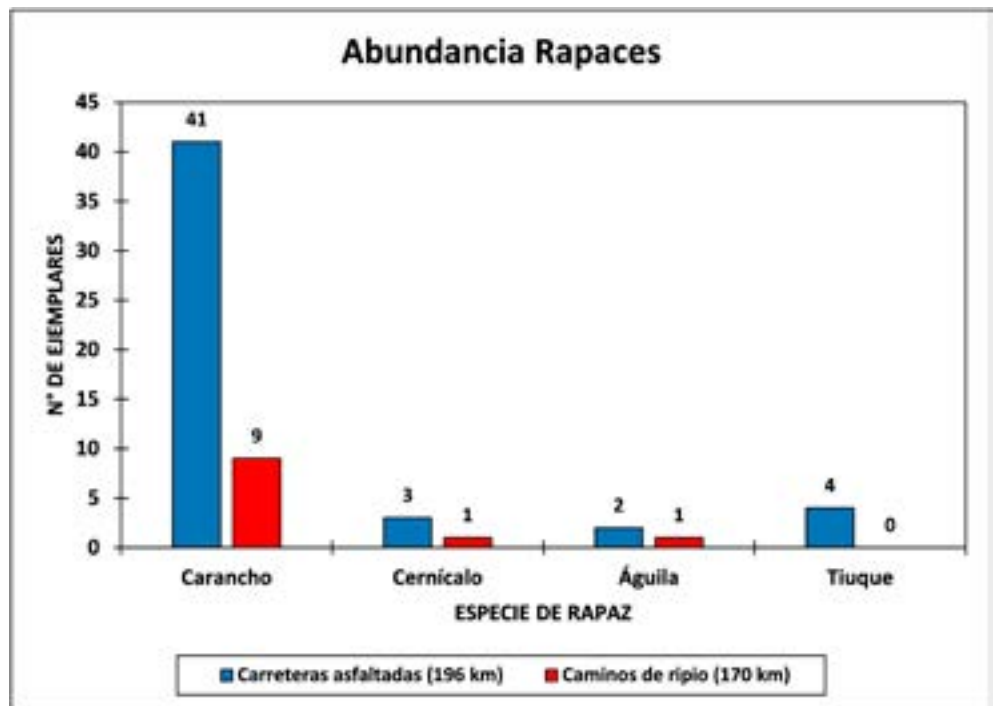
Atropellos

Se registraron siete especies atropelladas recientemente, cuatro mamíferos y tres aves, todas en carreteras asfaltadas, no registrándose atropellos en caminos de ripio (Fig. 4). De los mamíferos, la especie con mayor número de ejemplares atropellados fue la liebre, *Lepus europaeus* (Linné, 1758), con 10 individuos muertos, seguido por el guanaco, con seis ejemplares (Fig. 5A), el chingue, *Conepatus chinga* (Molina; 1782), con cuatro ejemplares y el armadillo patagónico,

Clase Especie	Nombre común	Abundancia absoluta	
		Carreteras asfaltadas	Caminos de ripio
AVES			
<i>Attagis malouinus</i>	perdicita cordillerana austral	0	12
<i>Rhea pennata</i>	ñandú	9	1
<i>Chloephaga picta</i>	caiquén	8	3
MAMÍFEROS			
<i>Lama guanicoe</i>	guanaco	377	208
<i>Lycalopex culpaeus</i>	zorro culpeo	1	0
<i>Conepatus chinga</i>	chingue	1	3
<i>Chaetophractus villosus</i>	armadillo patagónico	0	3
<i>Lepus europaeus</i>	liebre	1	1

Tabla 1.
Abundancia de aves no rapaces y mamíferos en carreteras y caminos de la Región de Magallanes, Chile, en marzo de 2023.

Figura 2.
Abundancia de aves rapaces en carreteras y caminos de la Región de Magallanes, Chile, en marzo de 2023.



Chaetophractus villosus (Desmarest, 1804), con dos individuos (Fig. 4 y Fig. 5B). Hubo pocos individuos de aves atropelladas, con dos ejemplares de ñandú (Fig. 5C), y un individuo de caiquén y un carancho (Fig. 4 y Fig. 5D).

En cuanto a la localización de los tramos de las carreteras asfaltadas con mayor abundancia de *Lama guanicoe*, aquellos tramos que concentran la mayor abundancia de ejemplares fueron el tramo de San Gregorio (con un máximo de 60 individuos por km) y el tramo de Villa Punta Delgada (con cerca de 40 ejemplares por km), ambos en la Ruta R-255, y con entre uno o dos individuos muertos/km, no registrándose ejemplares en la Ruta R-9 (cercana de Punta Arenas; Fig. 6).

Se contabilizaron en total 146 rastros de atropellos no recientes en las carreteras asfaltadas, concentrándose la mayor parte de ellos en las cercanías del cruce de las carreteras R-9 con R-255, con varios valores sobre 4 rastros/km, siendo 7 rastros/km el valor máximo (Fig. 7). El sector con menos signos de atropellos se localizó entre el cruce del camino que va a Tierra del Fuego y el Paso Integración Austral, con sólo dos puntos con 1 rastro/km (Fig. 7).

DISCUSIÓN

Muestreo

De los 196 km. en carretera asfaltada, los primeros 20 km. de la Ruta R-9 prácticamente no registraron atropellos (por estar inmersos en zona urbana, con menos fauna presente y con más restricciones de velocidad), por lo que los valores absolutos de las abundancias y atropellos



Fig. 3.

Fauna asociada a las rutas de la Región de Magallanes, Chile, en marzo de 2023.

- (A) ñandú atravesando un camino de ripio,
- (B) guanacos al lado de una carretera asfaltada, con vehículos acercándose a gran velocidad,
- (C) familia de guanacos al lado de la cerca paralela a una carretera asfaltada, con un adulto saltándola (en el lado izquierdo).

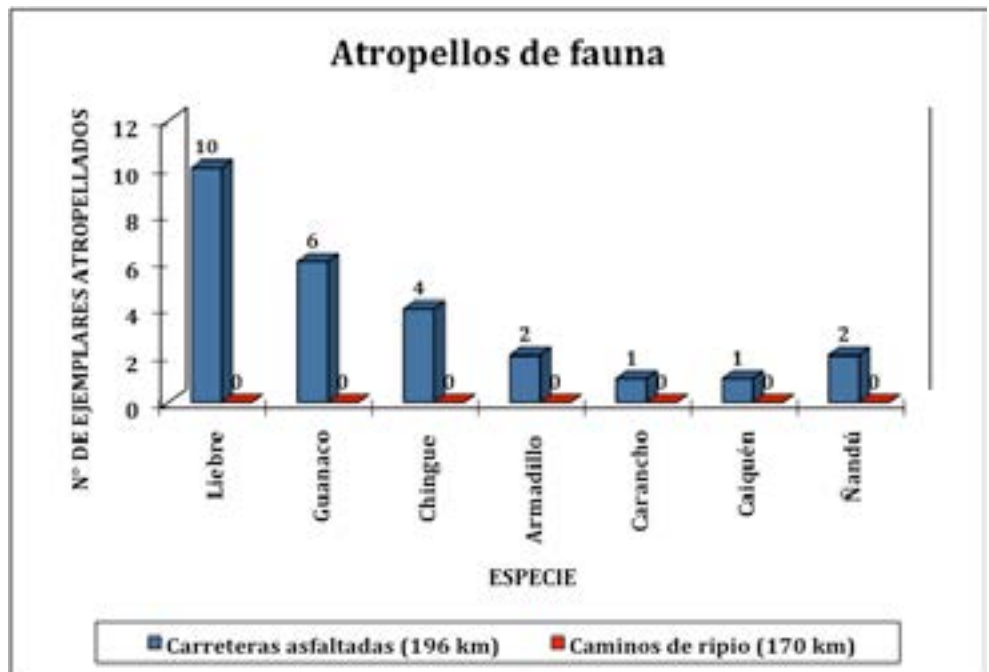


Fig. 4. Atropellos de fauna de aves y mamíferos en carreteras y caminos de la Región de Magallanes, Chile, en marzo de 2023.



Fig. 5. Especies de aves y mamíferos atropellados en carreteras y caminos de la Región de Magallanes, Chile, en marzo de 2023. (A) guanaco, (B) armadillo patagónico, (C) ñandú y (D) carancho.

Fig. 6.

Abundancia y atropellos de guanaco (*Lama guanicoe*) en carreteras asfaltadas de la Región de Magallanes, Chile, en marzo de 2023.

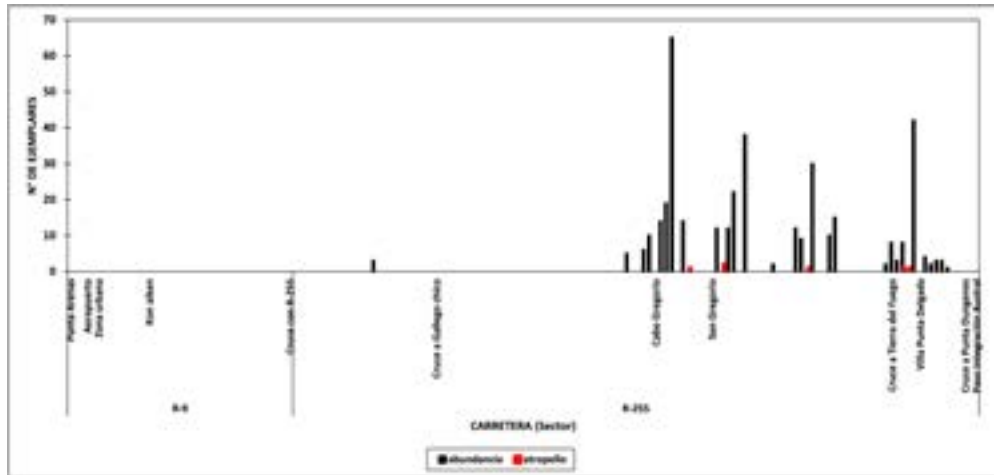


Fig. 7.

Detalle de rastros de atropellos no recientes de fauna en carreteras asfaltadas de la Región de Magallanes, Chile, en marzo de 2023.

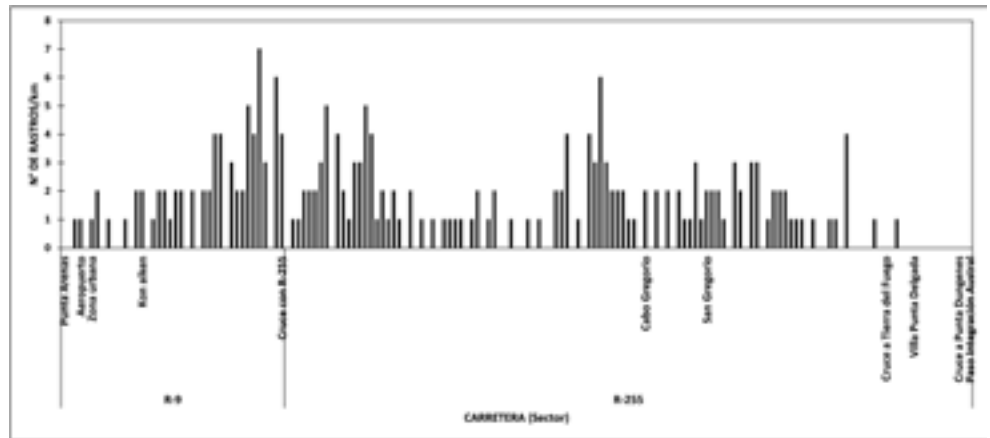


Fig. 8.

Ejemplares de carancho, alimentándose de fauna atropellada en carreteras de la Región de Magallanes, Chile. (A) adultos alimentándose de un guanaco, y (B) juvenil alimentándose de una liebre.



son comparables en ambos tipos de rutas (distancia similar de 175 km en ambas). La alta distancia recorrida en ambos tipos de ruta se considera representativa para describir y comparar la frecuencia de atropellos de aves y mamíferos. Además, la época estival de muestreo, con mayor tráfico de turistas, implica el registro en la época que probablemente tenga las mayores tasas de mortalidad en la región.

Abundancia

Prácticamente todas las aves muestreadas fueron más abundantes en las carreteras asfaltadas que en los caminos ripiados, y el carancho fue el ave notoriamente más abundante en la carretera en comparación al camino. Es muy probable que el camino asfaltado favorezca a las rapaces al ser fuente de recurso alimenticio, producto de los atropellos de fauna, a diferencia de los caminos de ripio, sin atropellos. En este caso, la alta abundancia de carancho en las carreteras se relacionaría directamente con los atropellos de fauna.

La mayor abundancia de guanaco (con centenares de ejemplares) se puede deber en parte a su estructura social, ya que se suele mover en grandes grupos familiares compuestos de un macho y su harén de hembras, junto con las crías de la temporada, en tanto que en las otras especies (chingues, armadillos) generalmente se observan individuos solitarios o en parejas (Muñoz-Pedrerros & Yáñez, 2009). Otro factor que explicaría en parte las diferencias de abundancias entre guanacos y las otras especies es la actividad crepuscular a nocturna de los armadillos, chingues, liebres, y en menor medida, de los zorros (Muñoz-Pedrerros & Yáñez, 2009), por lo que son menos frecuentes en los muestreos diurnos. A pesar que el guanaco es el mamífero más abundante en las carreteras, no es la especie con mayor incidencia de atropellos (como lo es la liebre).

Atropellos

Sólo la carretera asfaltada registró atropellos de fauna, mientras que en los caminos de ripio no se observaron atropellos, debido probablemente al poco tráfico y la menor velocidad de los vehículos, asociado a la materialidad del camino. Así, los atropellos de fauna se pueden asociar a una gran variedad de factores, entre los cuales los más importantes son la abundancia y actividad de fauna, la intensidad del tráfico y la velocidad del vehículo (Seiler, 2001). En relación con el efecto de las cercas (presentes en toda la carretera asfaltada, y sólo en algunos tramos de los caminos de ripio), si bien pueden servir para disminuir la cantidad de atropellos de fauna de gran tamaño, parecen no ser muy eficientes para impedir el paso de los guanacos (se observó a varios ejemplares adultos saltarlas fácilmente, debido a la baja altura de las cercas).

Los dos tramos de la carretera asfaltada con mayor incidencia de atropellos de fauna fueron el sector del cruce de la Ruta R-9 con la Ruta R-255 y el sector de San Gregorio, debido probablemente a ser tramos más lineales (donde los vehículos adquieren mayor velocidad), con mayor frecuencia de tráfico y con mayor abundancia de fauna, factores que se han asociado a puntos calientes de atropellos, como se ha mostrado para la ruta costera de Coquimbo (Bravo-Naranjo *et al.*, 2019).

Comparando las especies de fauna atropelladas en la Región de Magallanes con la zona central de Chile, Bravo-Naranjo *et al.* (2019), detallan para una ruta costera de Coquimbo, que las

especies de rapaces con mayor frecuencia de atropellos fueron la lechuza (61,6%), seguido por el tiuque (11,6%), el tucúquere (8,1%) y el cernícalo (5,8%), mientras que el 12,9% restante estuvo representado por otras seis especies. De ellas, en nuestro estudio se observó el cernícalo y el tiuque (aunque sin atropellos). Por otra parte, las especies atropelladas en el camino asociado a la Reserva Nacional (RN) Las Chinchillas, en la Región de Coquimbo (Saavedra *et al.*, 2018), fueron 31 (un anfibio, tres reptiles, 18 aves y nueve mamíferos), de las cuales dos especies de rapaces concuerdan con nuestros registros: el águila y el tiuque, aunque con un único ejemplar de cada una. Además, en la RN Las Chinchillas hay otras tres especies de rapaces nocturnas atropelladas, como pequén, chuncho y lechuza, no registradas en nuestro estudio (probablemente por su baja abundancia en la zona muestreada, con ambientes abiertos de estepa, sin parches de matorrales o bosques cerca de los caminos). En la RN Las Chinchillas, el grupo de aves más atropelladas fue el de los passeriformes, con siete especies, donde destaca la tenca como la especie con mayor cantidad de atropellos ($n = 21$), seguido por el yal ($n = 7$). En cambio, en nuestro estudio no se analizaron los passeriformes, debido a su pequeño tamaño, que hace que sus cuerpos desaparezcan fácilmente.

Concordando con nuestro estudio, de los mamíferos atropellados reportados por Saavedra *et al.* (2018) en la RN Las Chinchillas, la especie con mayor cantidad de atropellos fue la liebre, con 24 carcasas, seguido por el conejo ($n = 21$) y los zorros ($n = 11$). La mayor cantidad de atropellos de liebre en nuestro estudio se puede explicar por la combinación de al menos dos factores. Por un lado, la alta abundancia de esta especie en la Patagonia de Chile y Argentina. Así, en este último país, se han documentado densidades de hasta 100 individuos/km² (revisión en Bock, 2020), y se ha mostrado que la tasa de mortalidad de fauna atropellada, aunque puede que no sea denso dependiente, puede variar linealmente con el tamaño poblacional (Seiler, 2001). Por otra parte, la conducta de mayor actividad crepuscular a nocturna de esta especie (Bock, 2020), lo que la hace más propensa al encandilamiento por las luces de los vehículos. Esto lo hemos observado en un recorrido realizado cerca de las 18:00 h en uno de los días de muestreo, donde en un tramo de menos de 10 km de camino ripiado (Y-405), contabilizamos al menos 70 ejemplares de liebre, dando cuenta de una alta abundancia y gran actividad crepuscular.

Los valores de ejemplares atropellados recientemente pueden estar subestimados para las especies de mediano tamaño (liebres, chingues, armadillos), ya que los cuerpos desaparecen rápidamente de la carretera por la acción de los carroñeros. Así, notamos que varios registros de individuos atropellados en la mañana ya no eran visibles en los recorridos por la tarde del mismo día, en la misma ruta.

Los atropellos en verano debieran ser mayores que en invierno, dada la mayor frecuencia de flujo vehicular por el turismo y probablemente la mayor actividad de fauna. Bravo-Naranjo *et al.* (2019) reportaron justamente una mayor frecuencia de atropellos de rapaces en la ruta costera de la Región de Coquimbo entre febrero y abril de 2017, asociada a la época reproductiva (verano), mientras que en invierno (junio y agosto de 2016), no se reportaron atropellos.

Si bien los atropellos de fauna tienen obviamente efectos negativos sobre la misma, algunas especies, como las aves rapaces, se ven favorecidas al poder encontrar alimento fácilmente, por lo que podría decirse que para ellas, los atropellos de otras especies tienen efectos positivos. Asimismo, este efecto positivo puede también observarse sobre otras especies con hábitos carroñeros, como lo demuestra el hecho de que la mayoría de los ejemplares que observamos estaban consumiendo fauna atropellada. Esto concuerda con los hallazgos de Fahrig

& Rytwinski (2009), quienes reportaron efectos positivos de los caminos sobre varias especies de aves carroñeras, dos de las cuales se encuentran en Chile, el gallinazo (*Catharthes aura*) y el jote (*Coragyps atratus*), pero no han sido registradas en este estudio (aunque el gallinazo sí se encuentra en Magallanes; Martínez-Piña & González-Cifuentes, 2017). Fahrig & Rytwinski (2009) muestran que los buitres se encuentran en mayor densidad cerca de los caminos, debido a la mayor disponibilidad de alimento (animales atropellados) y a su habilidad cognitiva y rapidez para evitar ser atropellados. Esto también concuerda con nuestros registros, en particular del carancho, al haber sido la especie de rapaz más abundante, y observarse en baja frecuencia en los atropellos. La mayor abundancia de carancho con respecto a las otras especies de rapaces asociadas a la carretera podría deberse básicamente a dos factores: i) su mayor abundancia natural en la zona austral, la que va decreciendo tanto hacia el sur como hacia el centro del país (Martínez-Piña & González-Cifuentes, 2017; Pavez, 2019), y ii) a la conducta carroñera obligatoria de esta especie, a diferencia de las otras especies, como el águila y el cernícalo, consideradas más bien como carroñeras facultativas, asociadas mayormente a hábitos cazadores (Martínez-Piña & González-Cifuentes, 2017; Pavez, 2019). Además, el registro del carancho como especie carroñera en esta zona concuerda con lo documentado para Torres del Paine, ubicado en la misma región, con abundancias de 20 a 30 ejemplares asociados a las carcasas de guanacos (Jaksic *et al.* 2002). En el caso del tiuque, a pesar de ser una especie carroñera y oportunista (Martínez-Piña & González-Cifuentes, 2017), y que por lo tanto, debiese registrarse con mayor frecuencia asociada a los caminos, su abundancia fue mucho menor a la del carancho, probablemente debido a su menor densidad natural en el extremo sur del país y a su conducta de migrador invernal en el extremo austral (Pavez, 2019).

La alta tasa de atropellos en algunos tramos de la ruta debiese ser considerada para el mejoramiento de medidas de mitigación. Podría, por ejemplo, aumentarse la cantidad de señalética ya existente aludiendo a las especies particulares. De acuerdo con Forman & Alexander (1998), la construcción de túneles para mesomamíferos y pasos de fauna para megamamíferos, tanto sobre como bajo el camino, puede ser una alternativa que debiese considerarse, combinados con cercas en los lugares de concentración de paso.

Este estudio aporta antecedentes sobre los registros de atropellos de fauna de aves y mamíferos en la Región de Magallanes, los que debiesen ser replicados en otras zonas del país, así como para considerar medidas de manejo que minimicen la frecuencia de atropellos sobre la fauna.

AGRADECIMIENTOS


Se agradece sinceramente a Andrés Jerez Mella, quien colaboró activamente en la campaña de terreno. Agradecemos a tres revisores anónimos, cuyas sugerencias y comentarios ayudaron a mejorar este artículo.

LITERATURA CITADA

- Adárraga-Caballero, M., & Gutiérrez-Moreno, L. (2019). Mortalidad de vertebrados terrestres en la Carretera troncal del CFARibe, Magdalena, Colombia. *Biota Colombiana*, 20(1), 1-14.
- Barri, F.R. (2010). Evaluación preliminar de la mortandad de mastofauna nativa por colisión con vehículos en tres rutas argentinas. *Ecología Aplicada*, 9, 161.

- Benitez-López, A., Alkemade, R., & Vermeij, P. (2010). The impacts of roads and other infrastructure on Mammal and Bird populations: A meta analysis. *Biological Conservation*, 143, 1307-1316.
- Bock, A. (2020). *Lepus europaeus*. *Mammalian Species*, 52(997), 125-142.
- Bravo-Naranjo, V., Piñones-Cañete, C., Norambuena, H., & Zuleta. (2019). Puntos calientes y factores asociados al atropello de aves rapaces en una ruta costera de la zona semiárida de Chile central. *Ornitología Neotropical*, 30: 208-216.
- Coffin, A. (2007). From roadkill to road ecology: a review of the ecological effects of roads. *Journal of Transport Geography*, 15:396-406.
- Develey, P.F. & Stouffer, P.C. (2001). Effects of roads on movements by understory birds in mixed-species flocks in Central Amazonian Brazil. *Conservation Biology*, 15, 1416-1422.
- Fahrig, L., & Rytwinski, T. (2009). Effects of roads on animal abundance: an empirical review and synthesis. *Ecology and Society*, 14(1), 21 (online).
- Forman, R., & Alexander, L. (1998). Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 29, 207-231.
- Iriarte, A. (2008). *Mamíferos de Chile*. Lynx Ediciones.
- Jaksic, F.M., Iriarte, A., & Jiménez, J. (2002). The raptors of Torres del Paine National Park, Chile: Biodiversity and Conservation. *Revista Chilena de Historia Natural*, 75, 449-461.
- Martínez-Piña, D., & González-Cifuentes, G. (2017). *Las Aves de Chile. Guía de Campo y breve Historia Natural*. Ediciones del Naturalista.
- Muñoz-Pedrerros, A., & Yáñez, J. (2009). *Mamíferos de Chile* (2a. Ed.). Ediciones CEA.
- Pavez, E. (2019). Descripción de las especies de aves rapaces de Chile. En: A. Muñoz-Pedrerros, J. Rau, & J. Yáñez (eds.), *Aves Rapaces de Chile*. CEA Ediciones.
- Piñones, C., & Bravo, V. (2020). Fauna atropellada: problema socio-ambiental y oportunidad para la ciencia ciudadana y escolar. *Revista Boletín Biológica*, 43, 9-12.
- Saavedra, B., Povea, P., Luit, C., & Chávez-Villavicencio, C. (2018). Atropellos de fauna en la Ruta D-705, sector Illapel-Aucó-Los Pozos (Coquimbo, Chile), incluyendo la Reserva Nacional Las Chinchillas. *Biodiversidata*, 6, 20-25.
- Seiler, A. (2001). Ecological effects of roads. A review. *Environmental Science*, 9, 1-40.

Apéndice: Afiliación declara por cada uno de los autores

Letra afiliación	Nombre de la institución y/u organización
a	 jorgeemellaavila@vtr.net
b	Consultora Cristian Muñoz Villouta. Marchant Pereira 2950, dpto. 906, Santiago.

Autor/a	Afiliación
Jorge Mella Ávila	S/afiliación
Cristian Muñoz Villouta	b