

Evaluación preliminar del impacto de la carretera Troncal de la Costa E25 sobre vertebrados silvestres en el área de influencia de la Reserva Ecológica Manglares Churute (Occidente de Ecuador)

Preliminary evaluation of the impact of Troncal de la Costa E25 road on wild vertebrates around influence area of Manglares Churute Ecological Reserve (Western Ecuador)

Mayra González ¹

<https://orcid.org/0000-0003-3456-7630>
mayra.gonzalezruiz@ug.edu.ec

Jaime A. Salas ^{*1,2}

<https://orcid.org/0000-0003-3468-5178>
jaime.salasz@ug.edu.ec

*Corresponding author

1. Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales, Carrera de Biología. Ecuador.
2. Instituto Nacional de Biodiversidad de Ecuador, INABIO. Quito. Ecuador.

Citación

González M, Salas JA. 2025. Evaluación preliminar del impacto de la carretera Troncal de la Costa E25 sobre vertebrados silvestres en el área de influencia de la Reserva Ecológica Manglares Churute (Occidente de Ecuador). Revista peruana de biología 32(1): e28454 001- 010 (marzo 2025). doi: <https://dx.doi.org/10.15381/rpb.v32i1.28454>

Presentado: 04/07/2023

Aceptado: 11/01/2024

Publicado online: 15/03/2025

Editor: Leonardo Romero

Resumen

La Reserva Ecológica Manglares Churute es un área protegida ecuatoriana que se ha visto afectada por mortalidades de fauna silvestre provocada por atropellamientos, sin embargo, esto no se ha evaluado o documentado de forma sistemática. Nuestro objetivo fue evaluar estas mortalidades en tres tramos de una vía que cruza por el área protegida. Durante doce meses se realizaron dos visitas semanales desde las 8:00 hasta las 14:00. Al hallar un animal colisionado, se procedía con la identificación in situ, registro fotográfico, y georreferenciación. Se calculó la tasa de atropellamiento (individuo/Km) en cada tramo, y por grupo taxonómico. Para determinar diferencias significativas entre tramos y grupos taxonómicos aplicamos la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. En este estudio, hallamos 224 individuos muertos, distribuidos en 11 especies. Los mamíferos y aves presentaron mayores abundancias relativas, y los tramos con mayor tasa de atropellamientos fueron el 1 (5.51 ind/Km) y el 2 (6.04 ind/Km), que son los más cercanos a la reserva; las especies más frecuentes fueron *Rostrhamus sociabilis*, *Didelphis marsupialis* e *Iguana iguana*. No se hallaron diferencias significativas entre tramos ($p=0.148$), pero sí entre taxones ($p=0.046$). Próximos estudios deben abarcar identificación de puntos de alta incidencia y relación con atributos del paisaje, para tener una evaluación más completa de la afectación de esta vía sobre los vertebrados silvestres en la zona de influencia de esta reserva.

Abstract

The Reserva Ecológica Manglares Churute is an Ecuadorian protected area that has been affected by wildlife mortalities caused by vehicle collisions, but this has not been evaluated or documented. Our objective was to evaluate these mortalities in three sections of a principal road that crosses the protected area. For twelve months, we visited twice a week from 8:00 a.m. to 2:00 p.m. We proceeded with in situ identification of roadkills, photographic registration, and georeferencing. We analyzed the temporal trend during the twelve months of the study and calculated the roadkill rate (individual / km). Also, we applied Kruskal-Wallis test to find significant differences between sections and taxonomic group. 224 dead individuals were found (5 species of birds, 4 of mammals and two of reptiles). Mammals and birds presented higher relative abundances, and the sections with the highest rate of roadkill was 1 (5.51 ind / km) and 2 (6.04 ind / km); the most frequent species were *Rostrhamus sociabilis*, *Didelphis marsupialis* and *Iguana iguana*. No significant differences were found between sections ($p=0.148$), but there were differences in taxa ($p=0.046$). Future studies should include identification of points of high incidence and relationship with landscape attributes, to have a more complete evaluation of the impact of roads on biodiversity or protected areas on Western Ecuador.

Palabras claves:

Atropellamientos de fauna, *Boa imperator*, *Didelphis marsupialis*, occidente de Ecuador, *Rostrhamus sociabilis*.

Keywords:

Boa imperator, *Didelphis marsupialis*, *Rostrhamus sociabilis*, Western Ecuador, wildlife roadkills.

Introducción

Las carreteras y el transporte son elementos que interactúan con los sistemas antropogénicos y los hábitats naturales, existiendo una correlación entre el transporte, el desarrollo y el crecimiento económico de una región o país (Coffin, 2007). Sin embargo, las carreteras también generan impactos ecológicos negativos, que se resumen principalmente en contaminación, fragmentación, pérdida y degradación del hábitat, aislamiento geográfico y mortalidad de la vida silvestre debido a colisiones con vehículos (De La Ossa & Galván-Guevara, 2015; van der Ree et al., 2015). Las consecuencias de estos impactos pueden incluir la defaunación regional, ya que la desaparición de pequeñas porciones de hábitat puede ser muy perjudicial, especialmente si la fauna muestra una alta fidelidad al sitio o hábitat (Castellanos, 2019; Coffin, 2007). Otra consecuencia sería la pérdida de diversidad genética en las poblaciones de fauna silvestre (Jackson & Fahrig, 2011; Rico et al., 2007).

Esta realidad es particularmente notable en Latinoamérica, donde se han publicado varios estudios sobre atropellamientos de fauna silvestre en la última década (Monge-Nájera, 2018; Pinto et al., 2020). Estos estudios incluyen investigaciones sobre anfibios (Arevalo et al., 2017), serpientes (Quintero-Ángel et al., 2012), mamíferos medianos y grandes (Cáceres-Martínez et al., 2016; González-Gallina & Hidalgo-Mihart, 2018; Hannibal et al., 2018), murciélagos (Novaes et al., 2018) y vertebrados en general (Bauni et al., 2017; Canales-Delgadillo et al., 2020; Castillo et al., 2015; De La Ossa & Galván-Guevara, 2015; Delgado-Trejo et al., 2018; Seijas et al., 2013; Yesquen-Sernaque et al., 2020). Estos trabajos se han realizado en países como México, Venezuela, Colombia, Perú, Brasil y Argentina, lo que refleja un interés creciente en esta problemática en Sudamérica. Sin embargo, también se evidencia una escasez de estudios en otros países de la región, como Ecuador (Pinto et al., 2020).

En el Ecuador continental, se conocen pocos estudios publicados sobre el impacto de las redes viales en la biodiversidad. Entre ellos, Medrano-Vizcaíno & Espinosa (2021) estudiaron el efecto de una red vial en el Hotspot de Biodiversidad de los Andes Tropicales, específicamente en la provincia de Napo, dentro del bioma amazónico. Por otro lado, Aguilar et al. (2019) investigaron las colisiones mortales de aves en una carretera que atraviesa el Parque Nacional Cajas, ubicado en ecosistemas de páramos andinos en la provincia de Azuay. Esta problemática también se ha reportado en las Islas Galápagos, tanto en aves (García-Carrasco et al., 2020) como en lagartijas de lava (Tanner et al., 2007). En la región occidental o costera del Ecuador, la acelerada reducción de hábitats naturales en los últimos 30 años (Dodson & Gentry, 1991) ha dejado muchas áreas protegidas fragmentadas y atravesadas por vías de primer orden. Un ejemplo de esto es el Refugio de Vida Silvestre Pacoche, en la provincia de Manabí, donde Ponce (2013) reportó un total de 196 animales atropellados en la vía que atraviesa esta área protegida, donde los mamíferos fueron el grupo con el porcentaje más alto de muertes (35%).

Esta situación también ocurre en la Reserva Ecológica Manglares Churute, un área protegida marino-costera atravesada por una carretera de primer orden que conecta las ciudades de Guayaquil (capital de la provincia del Guayas) y Machala (capital de la provincia de El Oro), en la región suroccidental del país (Cuéllar et al., 1993). Alrededor de esta reserva se desarrollan diversas actividades económicas y productivas, como turismo, cultivos, transporte de productos agrícolas y acuícolas, entre otros (Hurtado et al., 2010). Según Cuéllar et al. (1993), esta carretera es la infraestructura vial que ha causado el mayor impacto en la reserva, ya que aceleró la explotación del bosque seco tropical y facilitó el ingreso de pobladores para desarrollar actividades agrícolas. Además, existen observaciones anecdóticas de atropellamientos de fauna silvestre en esta carretera desde hace 25 años (R. Navarrete y J. Baquerizo, com. pers.), aunque hasta la fecha no se ha documentado ni sistematizado esta información. La Reserva Ecológica Manglares Churute es una de las áreas marino-costeras más extensas en el occidente ecuatoriano (Hurtado et al., 2010) y constituye un espacio natural crucial para el refugio y supervivencia de la fauna nativa. Se han reportado hasta 45 especies de mamíferos y 300 especies de aves (BirdLife International, 2024; Sevilla-Sacón, 2023), las cuales podrían estar bajo una severa amenaza debido al impacto de esta vía.

En este trabajo se estudia el impacto de la carretera Troncal de la Costa E25, que atraviesa la Reserva Ecológica Manglares Churute, y su relación con la mortalidad de fauna silvestre causada por atropellos. Se determinan las especies o grupos taxonómicos más frecuentes en la vía, y la tasa de atropellamientos de estos eventos. Finalmente, se discuten las implicaciones del impacto de las carreteras como una amenaza para la conservación de la biodiversidad faunística en el occidente de Ecuador.

Material y métodos

Área de estudio. Esta investigación se desarrolló en la carretera Troncal de la Costa E25, que une las ciudades de Guayaquil, Naranjal (provincia del Guayas) y la ciudad de Machala (provincia de El Oro), en la región occidental costera de Ecuador, y que atraviesa la Reserva Ecológica Manglares Churute. Esta área protegida se creó en 1979, y actualmente tiene una superficie de 50070 ha; con elevaciones que llegan hasta los 680 metros de altitud y donde se ubican bosques de neblina. Sus principales formaciones vegetales son los manglares, herbazales lacustres, bosques deciduos, semideciduos, siempreverdes de la cordillera costera del Pacífico ecuatorial y bosques de neblina piemontano (Hurtado et al., 2010; Ministerio de Ambiente de Ecuador, 2015; Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013).

En el área de influencia de la carretera, existen 11 comunidades que ya estaban presentes cuando se creó el área protegida Manglares Churute (Cuéllar et al., 1993; Hurtado et al., 2010; Ministerio de Ambiente de Ecuador, 2015). La vía estudiada tiene una longitud total de aproximadamente 51 Km, la cual fue dividida en tres tramos de aproximadamente 17 Km de longitud cada uno

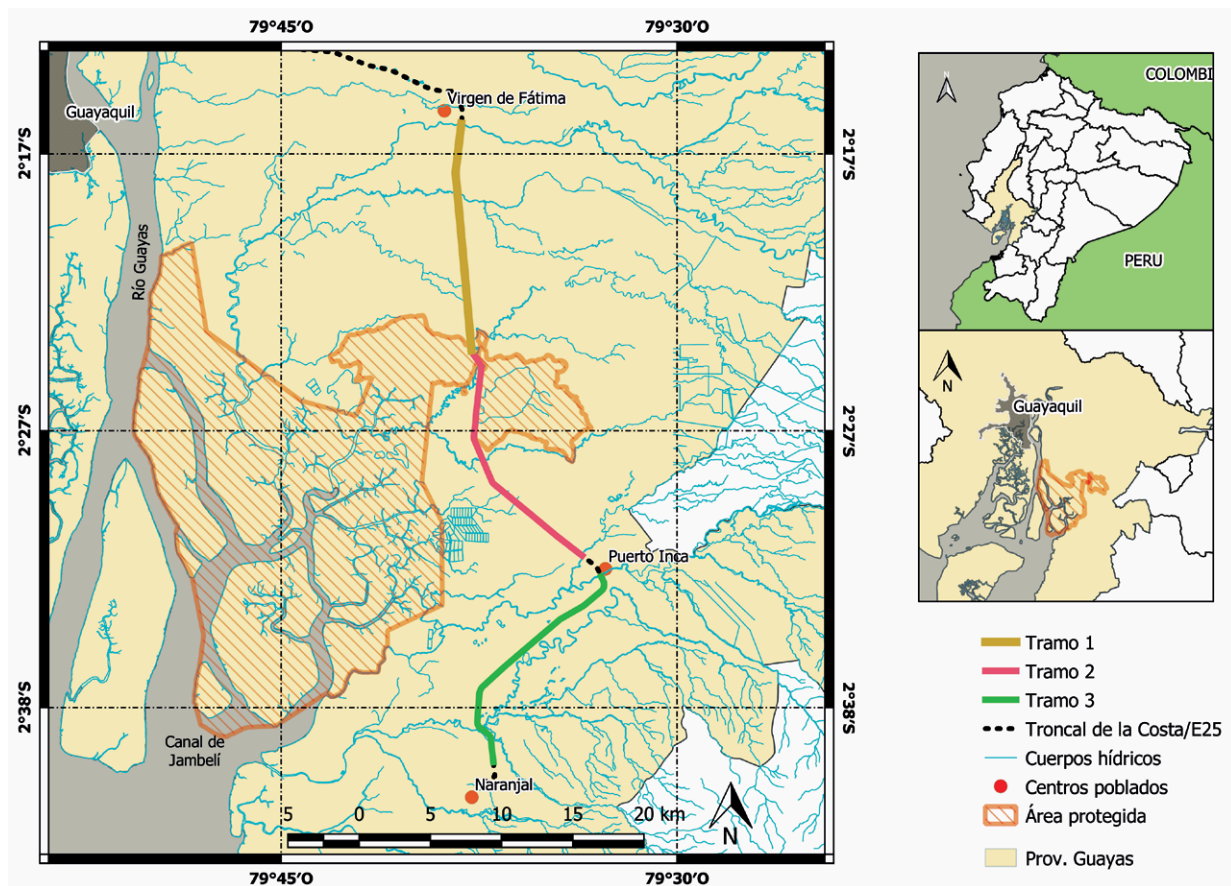


Figura 1. Área de estudio en la carretera Troncal de la Costa E25, que muestra la zona de influencia de la Reserva Ecológica Manglares Churute, recorrida durante septiembre 2016 y septiembre 2017. Los tramos se muestran con distinto color.

(Ramos & Meza-Joya, 2018), en función de su cercanía al área protegida (Figura 1):

Tramo 1: desde el kilómetro 33 al 50 de la carretera E25, que se inicia en las afueras del poblado Virgen de Fátima ($2^{\circ}15'21.20''S$; $79^{\circ}38'10.30''W$) hasta el inicio de la reserva ($2^{\circ}23'57.09''S$; $79^{\circ}37'47.01''W$). En esta sección, la carretera se inicia en 4 carriles, que miden 3.75 m de ancho cada uno (16.40 m de ancho total de la vía), por una distancia aproximada de 3.35 Km, y luego se reduce en 2 carriles, que miden 4.15 m cada uno (total 8.20 m), por una distancia de 13.65 Km. Existen varios recintos casi al pie de la vía, por lo que se considera un área muy intervenida.

Tramo 2: esta sección se encuentra entre el kilómetro 50 y 67 de la carretera E25. Esta sección de la vía cruza la Reserva Ecológica Manglares Churute ($2^{\circ}23'57.09''S$; $79^{\circ}37'47.01''W$), y presenta dos carriles (ancho total: 8.20 m) por aproximadamente 6 Km, más adelante se convierte en una vía de 4 carriles (ancho total 16.40 m) por aproximadamente 11 Km. Este tramo, se observan esteros de manglar del Golfo de Guayaquil; comprende la extensión montañosa denominada Cordillera de Churute, donde predomina la formación vegetal de bosques semidecíduos y siempreverdes (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013), hacia el final del tramo el paisaje cambia pues se observan parcelas o lotes de cultivos de arroz, hasta llegar al poblado de Puerto Inca ($2^{\circ}31'44.36''S$; $79^{\circ}33'35.84''W$).

Tramo 3: se extiende desde el kilómetro 67 al 84 de la carretera antes mencionada, iniciando desde el puente sobre el Río Cañar, en las afueras de Puerto Inca ($2^{\circ}32'31.70''S$; $79^{\circ}32'52.23''W$), donde la vía presenta 4 carriles en todo su trayecto (ancho total: 16.40 m), por aproximadamente 17 Km. Esta sección llega hasta la periferia de la ciudad de Naranjal ($2^{\circ}39'34.27''S$; $79^{\circ}36'57.35''W$).

Fase de campo. Desde septiembre del 2016 hasta septiembre del 2017, se realizaron dos recorridos semanales en la vía E25, con un intervalo de dos o tres días entre cada visita, a lo largo de la carretera estudio. Cada tramo fue recorrido en un vehículo en ambas direcciones, a bajas velocidades, entre 30 y 60 km/h, entre las 8:00 y las 16:00 horas (Canales-Delgadillo et al. 2021; Castillo-R et al. 2015; Medrano-Vizcaíno & Espinosa 2021; Seijas et al. 2013; Yesquen-Sernaque et al. 2020). Cuando se detectaba la presencia de algún animal muerto, se procedió con la identificación del espécimen al menor nivel taxonómico posible, y el registro fotográfico, y en lo posible se buscó determinar sexo. En el análisis se excluyeron animales domésticos como perros o gatos, porque el estudio se enfocó a fauna silvestre (Medrano-Vizcaíno & Espinosa 2021). Para evitar un doble conteo, los restos eran retirados de la carretera una vez realizado el levantamiento de información (Castillo et al., 2015). La identificación de los vertebrados se realizó con las guías campo disponibles

de reptiles (Valencia et al. 2008), aves (Ridgely & Greenfield 2006) y mamíferos (Tirira 2017).

Análisis de datos. Para la tasa de atropellamiento se calculó como individuos/(km/día), cuyos valores se obtuvieron mediante el cociente de total de individuos muertos por los kilómetros que constituían cada sección y por los días de muestreo (Bauni et al. 2017).

El supuesto de normalidad de las abundancias relativas de los atropellamientos de vertebrados por tramos se contrastó mediante la prueba de Ryan-Joiner, la cual fue rechazada ($p < 0,01$), y optamos por un análisis de pruebas no paramétricas. Las abundancias relativas de los vertebrados atropellados se expresaron en medianas (Me), y rango intercuartil (IQ), usando boxplots. Para hallar diferencias entre las frecuencias de atropellamientos por cada tramo y cada grupo taxonómico usamos una prueba de Kruskal-Wallis ($p > 0.05$). Los análisis de normalidad, gráficos de cajas y pruebas no paramétricas se realizaron con los programas Minitab® (Minitab 17 Statistical Software 2010) y Microsoft Excel ©.

Resultados

Con un esfuerzo de trabajo total de 120 días y 12240 Km recorridos, se hallaron 224 vertebrados silvestres muertos, correspondientes a 5 especies de aves, 4 especies de mamíferos y 2 especies de reptiles, en total 11 especies y 11 familias, no se hallaron anfibios atropellados (Tabla 1). Todos los individuos pudieron ser identificados hasta el nivel de especie, pero escasos individuos pudieron ser distinguidos por sexos o estadios.

Los tramos 1 (Me= 8, IQ range= 12, n= 10) y 2 (Me= 5; IQ range= 10, n= 10) concentraron la mayor abundancia relativa de atropellamientos, mientras que el tramo 3 (Me= 0; IQ range=3, n= 3) fue más bajo (Figura 2a). No se hallaron diferencias significativas entre los tres tramos estudiados ($H = 5.34$, G.L. = 2, $p = 0.069$). Las aves (Me=6; IQ range=5.5) y los mamíferos (Me= 7; IQ range= 3) presentaron abundancias relativas más altas respecto a reptiles (Figura 2b), hallándose diferencias significativas entre estos taxones ($H = 17.46$, G.L. = 2, $p < 0.001$).

La tasa de atropellamientos (TA) fue similar en los tramos 1 y 2, mientras el tramo 3 presentó un valor más bajo; en toda la carretera la tasa de atropellamiento fue de 0.037 ind /Km/día (Tabla 2).

La zarigüeya (*Didelphis marsupialis*), el gavilán caracolero (*Rostrhamus sociabilis*) y la iguana verde (*Iguana iguana*) fueron las especies más frecuentes en los atropellamientos (Figura 3). No se hallaron diferencias significativas entre la cantidad de atropellamientos y los tramos, entre los mamíferos ($H=0.36$, G.L.=2, $p= 0.835$) y los reptiles ($H=0.30$, G.L.=2, $p=0.861$), pero sí se hallaron diferencias significativas en aves ($H=6.14$, G.L.=2, $p=0.046$).

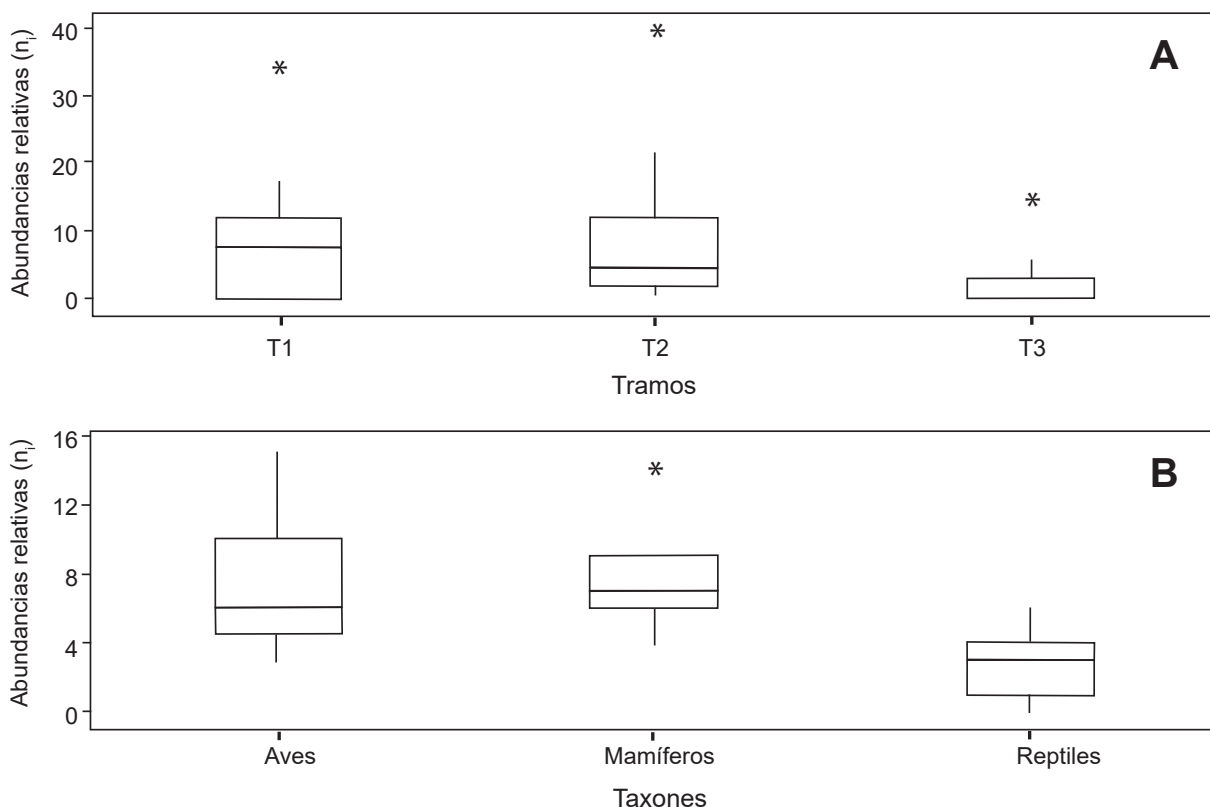


Figura 2. Box-plot de los atropellos de vertebrados silvestres hallados en la carretera E25 en la zona de influencia de la Reserva Ecológica Manglares Churute entre los meses de septiembre 2016 a septiembre 2017: A) por tramos, B) por taxones.

Tabla 1. Lista de registros de especies de vertebrados silvestres hallados atropellados en los tres tramos estudiados a lo largo de la carretera E25, en la zona de influencia de la Reserva Ecológica Manglares Churute, entre los meses de septiembre 2016 a septiembre 2017.

No.	ESPECIES	2016				2017									TRAMOS			
		Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	1	2	3	Total
1	Ardea alba	0	1	2	0	1	1	1	2	1	1	1	1	1	8	5	0	13
2	Coragyps atratus	2	3	3	1	0	1	1	1	0	4	1	2	2	10	8	3	21
3	Dives warszewiczi	0	3	3	2	1	1	1	2	3	1	3	1	0	12	8	1	21
4	Rostrhamus sociabilis	4	7	4	0	1	2	0	1	2	4	5	3	2	17	12	6	35
5	Tyto alba	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
Total de aves		6	15	12	3	3	5	4	6	6	10	10	7	5				92
6	Didelphis marsupialis	7	7	14	9	6	6	5	6	6	7	6	6	4	34	40	15	89
7	Procyon cancrivorus	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	2
8	Sylvilagus daulensis	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	2
9	Simosciurus stramineus	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	2	2	0	4
Total de mamíferos		9	8	14	9	7	6	5	6	6	9	6	8	4				97
10	Boa imperator	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
11	Iguana iguana	1	3	5	1	3	2	3	0	1	1	5	6	3	10	22	2	34
Total de reptiles		1	3	6	1	3	2	3	0	1	1	5	6	3				35
	TOTAL	16	26	32	13	13	13	12	12	13	20	21	21	12	93	104	27	224

Tabla 2. Tasa de atropellamiento diario (TA) en la carretera E25 en la zona de influencia de la Reserva Ecológica Manglares Churute. Esfuerzo de muestreo: 120 días; Kilómetros recorridos en cada tramo: 17 Km; Total de vía estudiado: 51 Km; Total recorrido durante el estudio: 12240 Km.

Clase	Tramo						TOTAL		
	1		2		3		(N)	(ind./km)	T A (ind./km/día)
	N	ind/km	N	ind/km	N	ind/km			
Mamíferos	36	2.12	46	2.71	15	0.88	97	1.90	0.016
Aves	47	2.76	35	2.06	10	0.59	92	1.80	0.015
Reptiles	10	0.59	23	1.35	2	0.12	35	0.69	0.006
Total	93	5.47	104	6.12	27	1.59	224	4.39	0.037

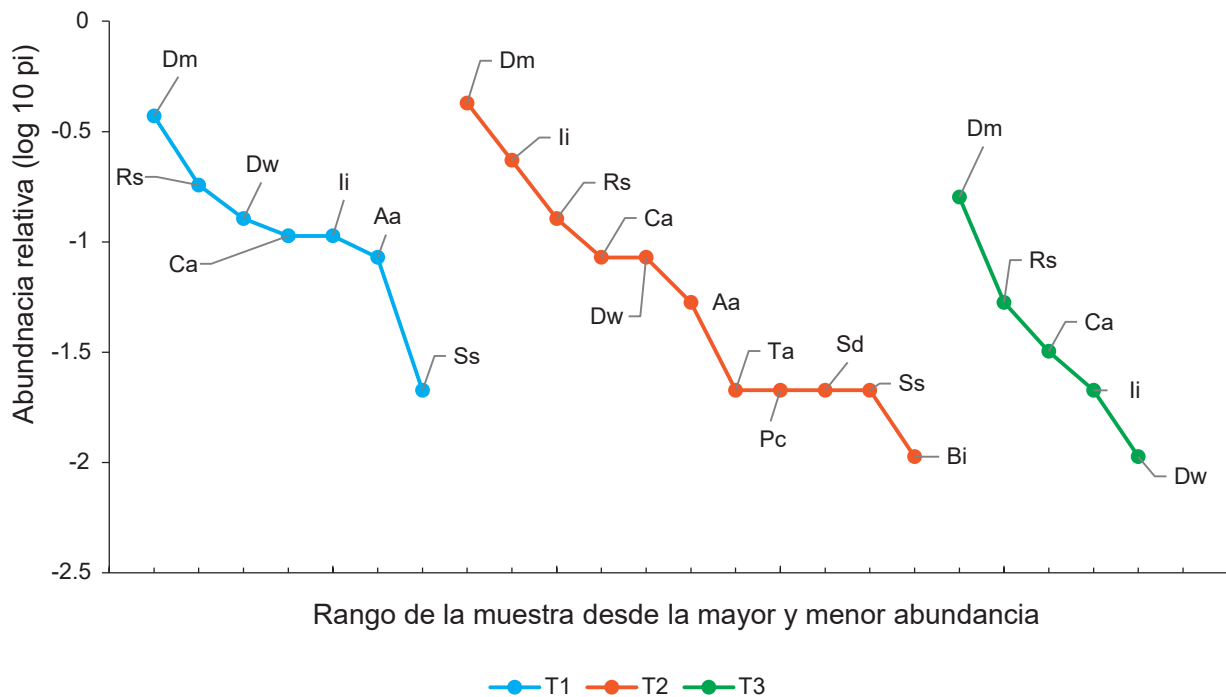


Figura 3. Curva de rango-abundancia de los vertebrados silvestres atropellados en la carretera E25 desde septiembre 2016 hasta septiembre 2017. Aves: *Ardea alba* (Aa), *Coragyps atratus* (Ca), *Dives warszewiczi* (Dw), *Rostrhamus sociabilis* (Rs), *Tyto alba* (Ta); mamíferos: *Didelphis marsupialis* (Dm), *Procyon cancrivorus* (Pc), *Sylvilagus daulensis* (Sd), *Simosciurus stramineus* (Ss); reptiles: *Boa imperator* (Bi), *Iguana iguana* (Ii). Los números arábigos (1, 2, 3) son referencias a los tramos.

Discusión

Hasta donde conocemos, este trabajo es el primero que evalúa el impacto de carreteras en una zona de influencia directa de un área protegida marino-costera de Ecuador en la provincia del Guayas, y convierte a la Reserva Manglares Churute en la segunda área en ser evaluada en este tipo de actividad antropogénica en la costa ecuatoriana, luego de la Reserva Marino-Costera Pacoche en la provincia de Manabí (Ponce 2013). A pesar de que se esperaba una mayor frecuencia de atropellamientos en el tramo 2, por estar más cercano a Manglares Churute, no se observaron diferencias significativas entre los tramos, pero sí entre los taxones dentro de cada tramo, por lo que es necesario complementar con monitoreos posteriores, por posibles sesgos provocados por la frecuencia de los muestreos (Delgado-Trejo et al. 2018).

En cuanto a los taxones, los mamíferos y las aves presentaron las mayores frecuencias y tasas de atropellamiento (tanto por tramo como en total). Estos resultados son similares a los reportados en varios estudios del Neotrópico (Adárraga-Caballero & Gutiérrez-Moreno 2019; Bauni et al. 2017; Canales-Delgadillo et al. 2021; Cervantes-Huerta et al. 2017; De La Ossa & Galván-Guevara 2015; Delgado-Trejo et al. 2018; Seijas et al. 2013). Se ha propuesto que estas altas tasas en aves y mamíferos se deben a que estos grupos utilizan las carreteras como corredores (Adárraga-Caballero & Gutiérrez-Moreno 2019), además de contar con áreas de vida más amplias, especialmente los mamíferos carnívoros (González-Gallina & Hidalgo-Mihart 2018; Grilo et al. 2015). Es

importante destacar que estas similitudes se observan incluso cuando las características de las localidades varían en función del ecosistema o la composición faunística (Seijas et al. 2013).

Por ejemplo, las zarigüeyas del género *Didelphis* se reportan con frecuencia en estudios de atropellamiento de fauna silvestre, especialmente en áreas donde presentan altas abundancias relativas (Adárraga-Caballero & Gutiérrez-Moreno 2019; Bauni et al. 2017; Castillo-R et al. 2015; Cervantes-Huerta et al. 2017; Coelho et al. 2008; De La Ossa & Galván-Guevara 2015; Delgado-Trejo et al. 2018; Medrano-Vizcaíno & Espinosa 2021; Ponce 2013; Seijas et al. 2013; Yesquen-Sernaque et al. 2020; Zanettini Tres et al. 2024). Esto coincide con las altas frecuencias de *D. marsupialis* registradas en este estudio. Asimismo, se ha documentado un patrón similar en el atropellamiento de aves rapaces y carroñeras (Canales-Delgadillo et al. 2021; Ponce 2013; Seijas et al. 2013), lo que concuerda con nuestros registros de *Rostrhamus sociabilis* y *Coragyps atratus*. En cuanto a los reptiles, la iguana verde (*Iguana iguana*) fue la especie con mayor número de atropellamientos, resultado que coincide con estudios realizados en diversas áreas costeras (Canales-Delgadillo et al. 2021; De La Ossa & Galván-Guevara 2015; Delgado-Trejo et al. 2018; Ramos & Meza-Joya 2018).

Según Coelho et al. (2008), las mortalidades por atropellamiento suelen concentrarse en pocas especies, generalmente aquellas con hábitos generalistas y alta movilidad, las cuales pueden verse atraídas por ciertas características favorables de las carreteras, como la dis-

ponibilidad de recursos. Esto explicaría por qué una de las especies más afectadas en nuestro estudio fue la zarigüeya *Didelphis marsupialis*, un mamífero omnívoro y oportunista con una amplia distribución espacial, capaz de habitar en áreas cercanas a asentamientos humanos (Tirira 2017; Zanettini Tres et al. 2024).

Este patrón también es consistente con la incidencia de atropellamientos en el gallinazo negro (*Coragyps atratus*), una especie carroñera que se alimenta de los restos de animales atropellados en las carreteras (De La Ossa & Galván-Guevara 2015). De manera similar, el negro matorralero (*Dives warszewiczi*), un omnívoro oportunista que se alimenta de pequeños vertebrados y busca su alimento a nivel del suelo, también mostró una alta frecuencia de atropellamientos (Ridgely & Greenfield 2006). La temperatura y la precipitación pueden influir en la frecuencia de atropellamientos de vertebrados, porque la vía constituye una barrera que les impide su desplazamiento (Colino-Rabanal & Lizana 2012), por lo que es necesario analizar el comportamiento de ciertas especies ante la presencia de lluvias, en especial las que presentaron mayores abundancias de atropellamientos, como *Rostrhamus sociabilis*, *Didelphis marsupialis* o *Iguana iguana*.

Las especies reportadas en este estudio no se encuentran en ninguna categoría de amenaza internacional según la UICN (2021). Sin embargo, de acuerdo con las listas rojas de Ecuador, dos especies presentan alguna preocupación de conservación: *Boa imperator*, categorizada como Vulnerable (A4c,d) (Carrillo et al. 2005), y *Procyon cancrivorus*, clasificada como de Preocupación Menor, aunque las poblaciones costeras (*P. c. aequatorialis* J. A. Allen, 1915) están categorizadas como Casi Amenazadas (Salas & Tirira 2021). Un caso particular es el de *Rostrhamus sociabilis*, que anteriormente fue considerada como Vulnerable en Ecuador (B1+2C) (Hilgert 2002), pero actualmente se encuentra clasificada como de Preocupación Menor tanto a nivel nacional como internacional (BirdLife International, 2020; Freile et al., 2019). Hilgert (2002) menciona que esta especie se agrupa en bandadas de hasta 15 individuos, posándose sobre postes eléctricos y a lo largo de carreteras que atraviesan antiguas extensiones de humedales en la costa ecuatoriana, con una población permanente en Manglares Churute. A partir de los datos presentados en este estudio, se sugiere evaluar si el impacto de las carreteras representa una amenaza emergente para estas tres especies. Para ello, es necesario realizar estimaciones poblacionales que permitan determinar si sus poblaciones están en declive a mediano y largo plazo. Además, algunos individuos atropellados podrían escapar y morir en sectores aledaños a la vía, lo que sugiere que las tasas de atropellamiento o las frecuencias reportadas podrían estar subestimadas (Bauni et al. 2017).

Las áreas naturales se ven gravemente afectadas por el impacto vehicular (Aguilar et al. 2019; Bauni et al. 2017; Medrano-Vizcaíno & Espinosa 2021). Por ello, es fundamental implementar medidas de mitigación, como pasos de fauna (Díaz et al. 2020; Meza-Joya

2023), que sirvan como insumos para la toma de decisiones y la ejecución de acciones de manejo. Asimismo, es necesario formular políticas públicas de cumplimiento obligatorio en la construcción de carreteras, especialmente cuando estas se encuentran próximas a áreas protegidas (Bauni et al. 2017; Seijas et al. 2013; Yesquen-Sernaque et al. 2020).

En la costa ecuatoriana, los estudios sobre ecología de carreteras deben complementarse con la identificación de sitios prioritarios o de alta incidencia de atropellamientos (Canales-Delgadillo et al. 2021; Seijas et al., 2013; Yesquen-Sernaque et al. 2020). También es necesario realizar análisis espaciales que incluyan atributos del paisaje, como uso de suelo, actividades agrícolas, presencia de cuerpos de agua u otros factores (Bauni et al. 2017; Delgado-Trejo et al. 2018; Medrano-Vizcaíno & Espinosa 2021; Rojano-Bolaño & Ávila-Avilán 2021), la presencia de poblados y la intensidad de flujo vehicular (Cervantes-Huerta et al. 2017). Esto permitiría obtener una visión más completa sobre la afectación de las carreteras a la biodiversidad y su impacto en otras áreas protegidas de la costa ecuatoriana (Fahring & Rytwinski 2009; van der Ree et al. 2015).

Literatura citada

- Adárraga-Caballero MA, Gutiérrez-Moreno LC. 2019. Mortalidad de vertebrados silvestres en la carretera Troncal del Caribe, Magdalena, Colombia. *Biota Colombiana*, 20(1), 106–119. <https://doi.org/10.21068/c2019.v20n01a07>
- Aguilar JM, Nieto A, Espinoza N, Loja G, Tinoco BA. 2019. Assessing patterns of bird roadkills in a high Andean Ecuadorian national park. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 54(3), 149–156. <https://doi.org/10.1080/01650521.2019.1649953>
- Arévalo JE, Honda W, Arce-Arias A, Häger A. 2017. Spatio-temporal variation of roadkills show mass mortality events for amphibians in a highly trafficked road adjacent to a national park, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 65(4), 1261. <https://doi.org/10.15517/rbt.v65i4.27903>
- Bauni V, Anfuso J, Schivo F. 2017. Mortalidad de fauna silvestre por atropellamientos en el bosque atlántico del Alto Paraná, Argentina. *Ecosistemas*, 26(3), 54–66. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2017.26-3.08>
- BirdLife International. 2020. *Rostrhamus sociabilis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2020: E.T22695048A168999707. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T22695048A168999707.en>
- BirdLife International. 2024. Reserva Ecológica Manglares-Churute y Canal de Jambelí. Important Bird Area Factsheet. <https://datazone.birdlife.org/site/factsheet/reserva-ecologica-manglares-churute-y-canal-de-jambeli-iba-ecuador>
- Cáceres-Martínez CH, Acevedo-Rincón AA, González-Maya JF. 2016. Terrestrial medium and large-sized mammal's diversity and activity patterns from Tamá National Natural Park and buffer zone, Colombia. *Therya*, 7(2), 285–298. <https://doi.org/https://doi.org/10.12933/therya-16-397>

- Canales-Delgadillo J, Pérez-Ceballos R, Zaldívar-Jiménez A, Gómez-Ponce M, Vázquez-Pérez N, De La Rosa M, Potenciano-Morales L. 2021. Muertes por tráfico sobre la carretera costera del golfo de México: ¿cuántas y cuáles especies de fauna silvestre se están perdiendo? *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 91(0), e913189. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2020.91.3189>
- Carrillo E, Aldás S, Altamirano M, Ayala F, Cisneros D, Endara A, Márquez C, Morales M, Nogales F, Salvador P, et al. 2005. Lista Roja de los Reptiles del Ecuador. Quito: Fundación Novum Milenium, UICN-Sur, UICN-Comité Ecuatoriano, Ministerio de Educación y Cultura.
- Castellanos A. 2019. The threat of road-kill to Andean tapirs: the case of 'Jorgito', the Andean tapir that lived beside the Quito-Amazon highway, Ecuador. *Boletín Técnico, Serie Zoológica*, 14, 1–5.
- Castillo-R JC, Urmendez MD, Zambrano GG. 2015. Mortalidad de fauna por atropello vehicular en un sector de la vía panamericana entre Popayán y Patía. *Boletín Científico Centro de Museos Museo de Historia Natural*, 19(2), 207–219. <https://doi.org/10.17151/bccm.2015.19.2.12>
- Cervantes-Huerta R, Escobar F, García-Chávez JH, González-Romero A. 2017. Atropellamiento de vertebrados en tres tipos de carretera de la región montañosa central de Veracruz, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 33(3), 472–481.
- Coelho IP, Kindel A, Coelho AVP. 2008. Roadkills of vertebrate species on two highways through the Atlantic Forest Biosphere Reserve, southern Brazil. *European Journal of Wildlife Research*, 54(4), 689–699. <https://doi.org/10.1007/s10344-008-0197-4>
- Coffin AW. 2007. From roadkill to road ecology: A review of the ecological effects of roads. *Journal of Transport Geography*, 15(5), 396–406. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2006.11.006>
- Colino-Rabanal VJ, Lizana M. 2012. Herpetofauna and roads: a review. *Basic and Applied Herpetology*, 26, 5–31.
- Cuéllar JC, Moncada M, Melo M, Arguello M, Ortiz D, Jordán R, Moncada A, Moreno J. 1993. Estudio de las poblaciones del área interna y de la zona de influencia de la Reserva Ecológica Manglares Churute. Fundación Natura.
- D'Amico M, Román J, de los Reyes L, Revilla E. 2015. Vertebrate road-kill patterns in Mediterranean habitats: Who, when and where. *Biological Conservation*, 191, 234–242. <https://doi.org/10.1016/j.BIOCON.2015.06.010>
- De La Ossa J, Galván-Guevara S. 2015. Registro de mortalidad de fauna silvestre por colisión vehicular en la carretera Tolúviejo – ciénaga La Caimanera, Sucre, Colombia. *Biota Colombiana*, 16(1), 67–77.
- Delgado-Trejo C, Herrera-Robledo R, Martínez-Hernández N, Bedolla-Ochoa C, Hart CE, Alvarado-Díaz J, Suazo-Ortuño I, Nava-Bravo H, Lopez-Toledo L, Mendoza E. 2018. Vehicular impact as a source of wildlife mortality in the Western Pacific Coast of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 89(4), 1234–1244. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2018.4.2084>
- Díaz JA, Escalante CI, Serment VA, Mares JM. 2020. Manual de diseño de pasos para fauna silvestre en carreteras (1°). México: Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
- Dodson CH, Gentry AH. 1991. Biological Extinction in Western Ecuador. 78(2), 295. <https://doi.org/10.2307/2399563>
- Fahrig L, Rytwinski T. 2009. Effects of Roads on Animal Abundance: an Empirical Review and Synthesis. *Ecology and Society* 14(1): 21. <https://doi.org/10.5751/ES-02815-140121>
- Freile JF, Santander T, Jiménez-Uzcátegui G, Carrasco L, Cisneros-Heredia DF, Guevara EA, Sánchez-Nivicela M, Tinoco BA. 2019. Lista Roja de las Aves del Ecuador. Quito: Ministerio del Ambiente de Ecuador, Aves y Conservación, Comité Ecuatoriano de Registros Ornitológicos, Fundación Charles Darwin, Universidad del Azuay y Universidad San Francisco de Quito.
- García-Carrasco JM, Tapia W, Román-Muñoz A. 2020. Roadkill of birds in Galapagos Islands: a growing need for solutions. *Avian Conservation and Ecology*, 15(1), 1–8. <https://doi.org/10.5751/ACE-01596-150119>
- González-Gallina A, Hidalgo-Mihart MG. 2018. A Review of Road-killed Felids in Mexico. *Therya*, 9(2), 147–159. <https://doi.org/10.12933/therya-18-584>
- Grilo C, Smith DJ, Klar N. 2015. Carnivores: struggling for survival in roaded landscapes. In Rodney van der Ree, D. J. Smith, & C. Grilo (Eds.), *Handbook of Road Ecology* (1° edition) NJ, USA: Wiley Blackwell, pp. 300–312.
- Hannibal W, da Cunha NL, Dalponti G, Oliveira SR, Pereira KRF. 2018. Roadkill and new records for giant armadillo (*Priodontes maximus*) in Centralwestern Brazil. *Mastozoología Neotropical*, 25(1), 229–234. <https://doi.org/10.31687/saremMN.18.25.1.0.19>
- Hilgert N. 2002. Gavilán Caracolero (*Rostrhamus sociabilis*). In T. Granizo (Ed.), *Lista roja de las aves del Ecuador* (pp. 196–197). SIMBIOE, Conservación Internacional, EcoCiencia, Ministerio de Ambiente, UICN.
- Hurtado M, Hurtado-Dominguez MA, Hurtado-Dominguez LM, Soto L, Merizalde MA. 2010. Áreas costeras y marinas protegidas del Ecuador. Quito: Ministerio de Ambiente de Ecuador, Fundación Natura.
- IUCN. 2021. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2021-1. <<https://www.iucnredlist.org/>>.
- Jackson ND, Fahrig L. 2011. Relative effects of road mortality and decreased connectivity on population genetic diversity. *Biological Conservation*, 144(12), 3143–3148. <https://doi.org/10.1016/j.BIOCON.2011.09.010>
- Jones PD, Lister DH, Osborn TJ, Harpham C, Salmon M, Morice CP. 2012. Hemispheric and large-scale land-surface air temperature variations: An extensive revision and an update to 2010. *Journal of Geophysical Research*, 117, D05127. <https://doi.org/10.1029/2011JD017139>
- Medrano-Vizcaíno P, Espinosa S. 2021. Geography of road-kills within the Tropical Andes Biodiversity Hotspot: Poorly known vertebrates are part of the toll. *Biotropica*, 53(3), 820–830. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/btp.12938>
- Meza-Joya FL. 2023. Road Permeability Index as a tool for mitigation planning of road impacts on wildlife in Colombia: a case study using mammals. *Caldasia*, 45(1), 66–75. <https://doi.org/10.15446/caldasia.v45n1.94046>
- Ministerio de Ambiente de Ecuador. 2015. Sistema Nacional de Áreas Protegidas: Reserva Ecológica Manglares Churute. <http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/es/areas-protegidas/reserva-ecologica-manglares-churute>
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. 2013. Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Subsecretaría de Patrimonio Natural-MAE.

- Minitab 17 Statistical Software (software de ordenador). 2010. State College, PA: Minitab, Inc.
- Monge-Nájera J. 2018. Road kills in tropical ecosystems: a review with recommendations for mitigation and for new research. *Revista de Biología Tropical*, 66(2), 722–738. <https://doi.org/10.15517/rbt.v66i2.33404>
- Novaes RLM, Laurindo RS, Dornas RAP, Esbérard CEL, Bueno C. 2018. On a collision course: the vulnerability of bats to roadkills in Brazil. *Mastozoología Neotropical*, 25(1), 115–128. <https://doi.org/10.31687/sa-remMN.18.25.1.0.11>
- Osborn TJ, Jones PD. 2014. The CRUTEM4 land-surface air temperature data set: Construction, previous versions and dissemination via Google earth. *Earth System Science Data*, 6(1), 61–68. <https://doi.org/10.5194/ESSD-6-61-2014>
- Pinto FAS, Clevenger AP, Grilo C. 2020. Effects of roads on terrestrial vertebrate species in Latin America. *Environmental Impact Assessment Review*. 81:106337. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2019.106337>
- Ponce L. 2013. Mortalidad de fauna silvestre por atropellamiento en la ruta E15 que atraviesa área protegida Refugio de Vida Silvestre y Marino Costera Pacoche. Quito: Ministerio de Ambiente de Ecuador.
- Quintero-Ángel A, Osorio-Dominguez D, Vargas-Salinas F, Saavedra-Rodríguez CA. 2012. Roadkill rate of snakes in a disturbed landscape of Central Andes of Colombia. *Herpetology Notes*, 5, 99–105.
- Ramos E, Meza-Joya FL. 2018. Reptile road mortality in a fragmented landscape of the middle Magdalena Valley, Colombia. *Herpetology Notes*, 11, 81–91.
- Rico A, Kindlmann P, Sedláček F. 2007. Barrier effects of roads on movements of small mammals. *Folia Zoologica*, 56(2), 1–12.
- Ridgely R, Greenfield P. 2006. Aves del Ecuador. Guía de Campo. Volumen I y II. Fundación de Conservación Jocotoco. Academy of Natural Sciences of Philadelphia.
- Rojano-Bolaño C, Ávila-Avilán R. 2021. Mortalidad de vertebrados silvestres por atropellamiento en el departamento de Casanare, Colombia. *Revista de Medicina Veterinaria*, 1(42), 27–40. <https://doi.org/10.19052/mv.vol1.iss42.4>
- Salas JA, Tirira DG. 2021. Mapache cangrejero (*Procyon cancrivorus aequatorialis*). Libro Rojo de Los Mamíferos Del Ecuador Versión 2022.1. Quito: Asociación Ecuatoriana de Mastozoología, Fundación Mamíferos y Conservación, Pontificia Universidad Católica Del Ecuador y Ministerio Del Ambiente, Agua y Transición Ecológica Del Ecuador. [https://bioweb.bio/faunaweb/mamiferoslibrorrojo/FichaEspecie/Procyon_cancrivorus_aequatorialis/%5BPoblación de la Costa%5D](https://bioweb.bio/faunaweb/mamiferoslibrorrojo/FichaEspecie/Procyon_cancrivorus_aequatorialis/%5BPoblación%20de%20la%20Costa%5D)
- Seijas AE, Araujo Quintero A, Velásquez N. 2013. Mortalidad de vertebrados en la carretera Guanare-Guanarito, estado Portuguesa, Venezuela. *Revista de Biología Tropical*, 61(4), 1619–1636. <https://doi.org/10.15517/rbt.v61i4.12803>
- Sevilla-Sacón LS. 2023. Patrones de actividad y frecuencia relativa de mamíferos grandes y medianos en la Reserva Ecológica Manglares Churute, Guayas, Ecuador. *Mammalia Aequatorialis*, 5, 123–126. <https://doi.org/10.59763/mam.aeq.v5i.73>
- Tanner D, Lehman L, Perry J. 2007. On the road to nowhere: Galápagos lava lizard populations. *Bulletin of the Chicago Herpetological Society*, 42(8), 125–132.
- Thomson SA, Pyle RL, Ah Yong ST, Alonso-Zarazaga M, Ammirati J, Araya JF, Ascher JS, Audisio TL, Azevedo-Santos VM, Bailly N, Baker WJ, Balke M, Barclay MVL, Barrett RL, Benine RC, Bickerstaff JRM, Bouchard P, Bour R, Bourgoin T, et al. 2018. Taxonomy based on science is necessary for global conservation. *PLOS Biology*, 16(3), e2005075. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.2005075>
- Tirira DG. 2017. Guía de campo de los mamíferos del Ecuador. 2ª edición. Quito: Asociación Ecuatoriana de Mastozoología y Editorial Murciélagos Blanco. Publicación Especial sobre los mamíferos de Ecuador 11.
- Valencia JH, Toral E, Morales M, Betancourt R, Barahona A. 2008. Guía de campo de los reptiles del Ecuador. Quito: Fundación Herpetológica Gustavo Orcés, SIMBIOE.
- van der Ree R, Smith DJ, Grilo C. 2015. Handbook of Road Ecology (1ª ed.). Wiley Blackwell.
- Yesquen-Sernaque F, Ugaz-Cherre AF, Chávez-Villavicencio CL. 2020. Mortandad de vertebrados por atropellos en carreteras en Tambogrande, Piura, Perú. *Revista Peruana de Biología*, 27(2), 131–138. <https://doi.org/10.15381/rpb.v27i2.16827>
- Zanettini Tres G, Dominguez Pacheco T, Cardozo Silva VG, Carniel Wagner PG, Nisa-Castro-Neto W, Farias Cruz CE. 2024. The impact of RS-040 highway on wildlife roadkill patterns, Porto Alegre, Southern Brazil. *Ethnobiology and Conservation*, 13(1). <https://doi.org/10.15451/ec2024-01-13.01-1-16>

Agradecimientos / Acknowledgments:

Este trabajo presenta los resultados parciales de la tesis de grado en Biología de Mayra González, desarrollado dentro del proyecto semillero de investigación de la Universidad de Guayaquil: Mortalidad de fauna silvestre por efecto vehicular en el área de influencia de la Reserva Ecológica Manglares Churute (Naranjal-Guayas). Especiales agradecimientos a Tania Paz y Andrea Au Hing por su acompañamiento durante los monitoreos, a Pablo Medrano por sus acertados comentarios, y a Beatriz Pernía por su colaboración en los análisis estadísticos.

Conflicto de intereses / Competing interests:

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Rol de los autores / Authors Roles:

JAS: Conceptualización, Investigación, Metodología, Escritura-Preparación del borrador original, Redacción-revisión y edición.

MGR: Investigación, Metodología, Escritura-Preparación del borrador original.

Fuentes de financiamiento / Funding:

Los autores declaran que este trabajo no recibió financiación específica.

Aspectos éticos / legales; Ethics / legals:

Los autores declaran no haber violado u omitido normas éticas o legales al realizar la investigación y esta obra.