

OCURRENCIAS DE ATROPELLAMIENTO DE FAUNA SILVESTRE EN UN TRAMO DE CARRETERA DE DIBULLA, LA GUAJIRA, COLOMBIA

WILDLIFE ROADKILLS OCURRENCE IN A STRETCH OF ROAD FROM DIBULLA, LA GUAJIRA, COLOMBIA

Irma María Tamayo Lopez¹, Laidis Tatiana Camargo-Gonzales², Julio Cesar Acuña-Vargas^{3*}

1 Universidad de La Guajira, Facultad de Ciencias Básicas y Aplicadas, laboratorio de Ciencias Biológicas. Grupo de investigación en Ecología, Biodiversidad en Ecosistemas Tropicales - EBET, Universidad de La Guajira, Kilómetro 5 Vía a Maicao, Riohacha, La Guajira - Colombia. ORCID <https://orcid.org/0000-0002-3446-7237>. Email itamayo@uniguajira.edu.co

2 Universidad de La Guajira, Facultad de Ciencias Básicas y Aplicadas, laboratorio de Ciencias Biológicas. Grupo de investigación en Ecología, Biodiversidad en Ecosistemas Tropicales - EBET., ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-3523-323X>). Email lcamargo@uniguajira.edu.co

3 Universidad de La Guajira, Facultad de Ciencias Básicas y Aplicadas, laboratorio de Ciencias Biológicas. Grupo de investigación en Ecología, Biodiversidad en Ecosistemas Tropicales - EBET., ORCID (<https://orcid.org/0000-0001-6379-7334>). Email Jcacuna@uniguajira.edu.co *Autor de correspondencia

Recibido: Febrero 10 de 2022 Aceptado: Abril 28 de 2022

RESUMEN

Durante 12 recorridos sobre un tramo 6 Km de carretera, vía de comunicación entre la troncal del Caribe (Ruta 90) y la cabecera municipal de Dibulla, La Guajira, se registró la ocurrencia de atropellamientos sobre fauna silvestre vertebrada. Se registraron 98 ejemplares de vertebrados, distribuidos y representados por 8 Mamíferos; 2 Aves; 45 Reptiles; 43 Anfibios. El grupo más diverso y representativo, por sus registros de atropellamientos, destacándose en este por su frecuencia de atropellamientos *Leptodeira annulata*. Se registró una tasa total de atropellamientos de 1,36 individuos/Kilometro día de recorrido, siendo una de las tasas de atropellamiento de fauna con mayor registro, en relación a otros estudios desarrollados en el Caribe de Colombia. Se realizaron comparaciones entre tramos de carreteras y coberturas, obteniendo que no registran diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$), las medianas relacionadas a los atropellamientos de vertebrados presentes en coberturas con mayor complejidad estructural (Bosque fragmentado y Pastos arbolados), mientras, las coberturas más homogéneas, en su estructura, presentaron menores registros de atropellamiento, con diferencias significativas entre pares de coberturas ($p < 0,05$). Se destaca la necesidad de estudios de este tipo para estimar las afectaciones de las carreteras sobre la biodiversidad, principalmente la presente en el Caribe de Colombia, además de unificar los procedimientos de muestreo para este tipo de estudios.

Palabras clave: barrera ecológica, factores de transformación ambiental, pérdida de la biodiversidad, pérdida del hábitat natural, usos del suelo.

ABSTRACT

During 12 samples on a 6 km stretch of highway, principal communication route between the Caribbean region (Route 90) and the municipal seat of Dibulla, La Guajira, the occurrence of roadkills on vertebrate wildlife was registered. 98 specimens of vertebrates were observed, which were represented by 8 Mammals, 2 Birds, 45 Reptiles and, 43 Amphibians. The most diverse and representative group, due to their roadkills records, were snakes, in which the *Leptodeira annulata* species stands out as the one with the highest frequency of roadkill. A total run over rate of 1.36 individuals / kilometer day of travel was recorded, being one of the wildlife run over rates with the highest record, in relation to other studies carried out in the Colombian Caribbean. Comparisons were made between sections of roads and covers, obtaining that there are no significant statistical differences ($p > 0.05$), the medians related to the collisions of vertebrates present in covers with greater structural complexity (fragmented forest and wooded pastures), while, the most homogeneous covers, in their structure, presented lower records of run over, with significant differences between pairs of covers ($p < 0.05$). The need for studies of this type is highlighted to estimate the effects of roads on biodiversity, mainly that present in the Caribbean of Colombia, in addition to unifying the sampling procedures for this type of study.

Keywords: ecological barriers, environmental transformation factors, loss of biodiversity, loss of the natural habitat, land uses.

INTRODUCCIÓN

Se comprenden las carreteras como vías de desarrollo, tránsito y transporte de un país (Mintransporte, 2020), asimismo, se consideran como infraestructuras que favorecen la calidad de vida de los habitantes de una región (Mintransporte, 2020). Este pensamiento es paradójico, principalmente cuando consideramos que estas vías de progreso, atentan contra los diferentes escenarios de vida, generando desde transformación de hábitat, hasta la pérdida de ecosistemas como se refiere en diferentes estudios desarrollados sobre accidentalidad de fauna silvestre en Colombia (Mosquera & Vásquez, 2015; De la Ossa et al., 2015, Adárraga-Caballero & Gutiérrez-Moreno, 2019).

Las carreteras son consideradas como uno de los principales factores que favorecen la fragmentación de ecosistemas (De la Ossa et al., 2015; Bedoya-V. et al., 2018; Adárraga-Caballero & Gutiérrez-Moreno, 2019), condición que parece generar la pérdida de la biodiversidad en algunos grupos biológicos, al convertirse en barreras físicas para la movilidad natural estas, contribuyendo a cambios en el paisaje, los cuales influyen en la dinámica espacio temporal de las especies y en la estructura y composición de las comunidades (Bedoya-V. et al., 2018).

La región Caribe de Colombia, posee carreteras que atraviesan o bordean escenarios estratégicos para la biodiversidad (Sierra nevada de Santa Marta, Ciénaga grande de Santa Marta, Serranía de Perijá), las cuales han generado cambios en esta, cambios en su mayoría no documentados. En este sentido, uno de los aspectos evidentes del impacto de las carreteras sobre la biodiversidad, escasamente abordado en el Caribe de Colombia (De la Ossa & De la Ossa, 2013; De la Ossa et al., 2015; De La Ossa & Galván-Guevara, 2015; Monroy et al., 2015; Adárraga-Caballero & Gutiérrez-Moreno, 2019), se relaciona a las ocurrencias de atropellamientos de fauna silvestre.

Los atropellamientos de fauna silvestre, son una problemática referenciada a nivel mundial, como una de las amenazas a grupos de vertebrados (Monge-Nájera, 2018). Se estima para algunas carreteras en Colombia, la tasa de ocurrencias de atropellamiento es en promedio de 0,18 individuos/km, cifra a ser considerada de seguimiento en relación a proyectos viales actuales y vigentes para Colombia, debido a la extensión de las carreteras en este país, los ecosistemas intervenidos en la actualidad y los ecosistemas por intervenir por este tipo de proyectos.

En relación a lo anteriormente comentado, y con el afán de dar a conocer las amenazas a la biodiversidad en diferentes escalas y aportar a la construcción de estrategias que favorezcan a su conservación, se propone aportar al conocimiento de los efectos de las carreteras sobre la biodiversidad, considerando estas como unidades del paisaje que delimitan, interrumpen y fragmentan las coberturas. En este sentido, durante cinco meses de estudio, se realizaron recorridos en 6 Km de carretera, en estribaciones de la Sierra nevada de Santa Marta, vía hacia la cabecera municipal de Dibulla, La Guajira, Colombia, con el fin de documentar y estimar las ocurrencias de atropellamiento sobre la fauna silvestre, vertebrada, que contribuyan al conocimiento de las afectaciones de una carretera secundaria sobre la fauna silvestre vertebrada.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El área de estudio corresponde la carretera secundaria que comunica la troncal del Caribe (Ruta 90), con la cabecera municipal del municipio de Dibulla, La Guajira, Colombia (entre los 11,213858° N Latitud; -73,31683° E Longitud y 11,270525° N Latitud; -73,304649° E Longitud; Figura 1), representada por una carretera pavimentada de aproximadamente 7 km lineales.

El área de estudio se encuentra ubicada en estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta, entre los 0 y 16 m.s.n.m., terreno plano, inmerso en un mosaico de coberturas, comprendiendo desde pastizales limpios y arbolados, pasando por cultivos de pancoger y fragmentos de bosque secundario; Bosque riparió y/o de galería (Ideam, 2010), coberturas producto del bioma Bosque seco tropical-Bst y su degradación o transformación natural y antropogénica. El clima es tropical, con temperaturas entre los 23 y 30°C (Acuña-Vargas, 2016), con precipitaciones entre los 1500 a 1700mm año, distribuidos en un corto periodo seco y una temporada mojada de mayor extensión, representada por lluvias.

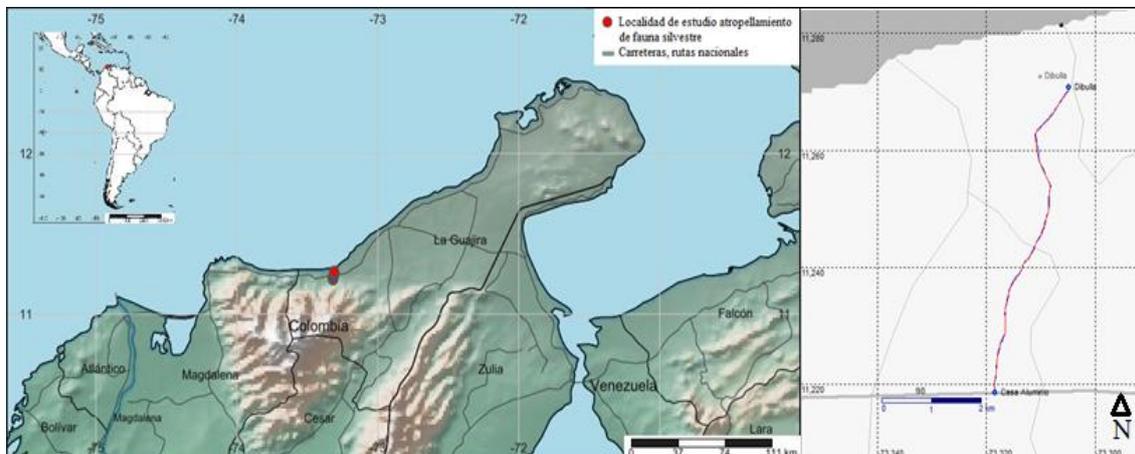


Figura 1. Área de estudio, Troncal del Caribe (Ruta 90) – Cabecera del municipio de Dibulla, Dibulla, La Guajira, Colombia.

Coberturas de la tierra

En relación a las coberturas relacionadas al área de estudio, a través de la metodología Corine land cover adaptada para Colombia (IDEAM, 2010), permitió identificar cinco coberturas colindantes al tramo de carretera objeto de estudio, las cuales se describen a continuación:

Territorios artificializados: Cobertura representada por el área del caserío Casa Aluminio y áreas periféricas al casco urbano del municipio de Dibulla que se están incorporando a este mediante procesos de urbanización y cambios del uso del suelo. Esta cobertura se representa principalmente por un tejido urbano discontinuo (IDEAM, 2010).

Territorios agrícolas: Comprende coberturas de cultivos y pastos, representadas por tres tipos de coberturas identificadas, cultivos permanentes, pastos y áreas agrícolas heterogéneas (IDEAM, 2010).

Cultivos permanentes: comprende cultivos con ciclo vegetativo mayor a un año (IDEAM, 2010). Representado por la presencia sectorizada de cultivos de palma de aceite (*Elaeis guianensis*), plátano (*Musa paradisiaca*), banano (*Musa sapientum*), principalmente.

Pastos: Comprende terrenos cubiertos con hierba densa principalmente dedicadas a pastoreo. Representada por áreas cubiertas por pastos limpios, pastos enmalezados, pastos arbolados (IDEAM, 2010).

Áreas agrícolas heterogéneas: comprende áreas compuestas por dos o más clases de coberturas agrícolas naturales (IDEAM, 2010). Representada principalmente por mosaicos de pastos y cultivos (IDEAM, 2010).

Bosques y Áreas seminaturales: Cobertura representada por parches de bosque fragmentado, producto del uso antropogénico de este, representado por áreas de bosque fragmentado con pastos y cultivos y bosque fragmentado con vegetación secundaria (IDEAM, 2010).

Métodos de registro

El estudio fue realizado en el periodo comprendido entre el 22 de noviembre del año 2018 y el 20 de marzo del 2019. Durante este periodo, se realizaron 12 recorridos sobre 6 km de la carretera objeto de estudio, se desarrollaron dos recorridos mensuales, entre las 0700 y 1000 horas, comprendiendo el muestreo en 1 día por salida.

Los recorridos en búsqueda de fauna atropellada, se desarrollaron caminando a lado y lado de la carretera, por dos investigadores, uno a cada lado de la carretera, desplazándose a una velocidad promedio de 3 km/h, lo cual se consideró como una velocidad óptima para el estudio, al considerar lo manifestado por otros autores (Monroy et al., 2015; Castillo-R. et al., 2015; Bedoya-V. et al., 2018; Adárraga-Caballero & Gutiérrez-Moreno, 2019), los cuales utilizaron una velocidad de búsqueda mayor en sus estudios (5 – 30 km/h), desarrollados desde diferentes medios de transporte.

Durante los recorridos, se contó, observó y fotografió, la fauna silvestre vertebrada atropellada, con el fin de identificarla *in situ* o *ex situ*, hasta la categoría taxonómica más específica (Monroy et al., 2015; Castillo-R. et al., 2015; Astwood-R. et al. 2018; Bedoya-V. et al. 2018; Adárraga-Caballero & Gutiérrez-Moreno, 2019), según la posibilidad, en relación a su estado.

Cada ejemplar registrado fue georreferenciado en el lugar de encuentro, se retiró de la carretera para evitar recuento, además, se documentó el kilómetro de referencia del atropellamiento en relación al kilómetro inicial de muestreo (Km 0, punto de unión a la troncal del Caribe, ruta 90), tipo de cobertura colindante a la carretera siguiendo la metodología de referencia para identificación de coberturas en Colombia (IDEAM, 2010), además se registró información sobre los rasgos funcionales y estado poblacional

de las especies encontradas para una mayor comprensión del impacto y representación de la fauna vertebrada atropellada.

Análisis de atropellamientos de fauna silvestre

Tasa de atropellamiento

Para la medida de los atropellamientos de vertebrados silvestres, se consideraron mediciones del número de especies atropelladas, en relación a: tiempo de estudio, distancias recorridas y tiempo y distancia recorridas.

Para el análisis de atropellamientos de fauna silvestre vertebrada, se utilizaron dos tipos de índices kilométricos, tasa de atropellamiento por día y tasa de atropellamiento total. Tasa de atropellamiento por día, medida a través de la relación entre los atropellamientos de fauna silvestre vertebrada observados (asumiendo su atropellamiento 24 horas antes de su encuentro) y el número de kilómetros de recorrido por día (TAd), considerando lo sugerido por diferentes autores para su uso (Monroy et al., 2015; Castillo-R. et al., 2015; Astwood-R. et al. 2018; Bedoya-V. et al. 2018; Adárraga-Caballero & Gutiérrez-Moreno, 2019).

$TAd = \text{No. Ejemplares atropellados} / \text{No. km recorridos día}$ (Bedoya-V. et al., 2018)

Tasa de atropellamiento total, se refiere a la tasa de atropellamiento total, considerando el número de atropellamientos de fauna silvestre vertebrada acumulada, y el número de kilómetros recorridos por el número de recorridos (TA), siguiendo lo considerado por diferentes autores para su uso (Monroy et al., 2015; Castillo-R. et al., 2015; Astwood-R. et al. 2018; Bedoya-V. et al. 2018; Adárraga-Caballero & Gutiérrez-Moreno, 2019).

$TA = \text{No. Ejemplares atropellados} / (\text{No. km recorridos} / \text{No. de recorridos})$ (Castillo-R. et al., 2015; Adárraga-Caballero & Gutiérrez-Moreno, 2019)

Ocurrencias de atropellamientos y coberturas de la tierra

Para determinar la relación de las coberturas y las ocurrencias de atropellamientos de fauna silvestre vertebrada, partiendo de la premisa de distribuciones al azar de las poblaciones de vertebrados, se acudió al análisis de la información basado en las diferencias de atropellamiento, entre todas las coberturas, por pares de coberturas identificadas, para lo cual, debido a la naturaleza de los registros, al aplicar test de normalidad y presentar que no registran esta tendencia en su distribución, se utilizó la prueba U de Mann-Whitney, con nivel de confianza del 95%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados

Se registraron un total de 98 vertebrados silvestre atropellados en 12 días de estudio, lo cual representa en promedio 8,16 animales atropellados por día, presentando como mínimo registro un vertebrado silvestre atropellado y máximo 33 especímenes de este grupo por día de estudio (Tabla 1).

Tabla 1. Registros de atropellamientos de fauna silvestre vertebrada en algunos tipos de carreteras en Centro y Suramérica. NA= Número de Atropellamientos; TA: Tasa total de atropellamientos (NA/Kilómetros de carretera recorridos); Promedio Ad = Promedio de atropellamientos por día (NA/Recorridos); Tipo= Tipo de carretera; Referencia= Referencias bibliográficas. COL= Colombia; CR= Costa Rica; MX= México.

Localidad	País	Km	NA	TA	Promedio Ad	Tipo	Referencia
Región Caribe Magdalena ViPIS	COL	45,27	131	0,1608	7,27	Primaria	Adarraga y Gutiérrez, 2010
Región Caribe Magdalena, Tayrona	COL	35	77	0,1246	4,27	Primaria	Adarraga y Gutiérrez, 2010
Región Caribe Sucre	COL	99,3	621	0,065	6,46	Primaria/ Secundaria	De la Ossa y De la Ossa, 2013
Región Andina Cauca, Popayán-Patía	COL	92	894	0,194	17,88	Primaria/ Secundaria	Castillo et al. 2015
Región Andina Antioquía, Valle de Aburrá	COL	17,18	268	0,918	15,76	Primaria/ Secundaria	Bedoya et al. 2018
Orinoquía Meta, Puerto López	COL	79,4	122	0,043	3,38	Primaria/ Secundaria	Astwood-R. et al. 2018
Orinoquía Meta, Vereda Cherepo	COL	27,9	19	0,02	0,55	Primaria/ Secundaria	Astwood-R. et al. 2018
Orinoquía Meta, Granada	COL	75,5	63	0,023	1,75	Primaria/ Secundaria	Astwood-R. et al. 2018
Alajuela, Ruta 136	CR	0,85	13	0,96	0,81	Secundaria	Rojas, 2010
Oaxaca, La Venta	MX	1,2	221	3,758	4,51	Secundaria	Grosselet et al. 2007

Fuente: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.6723104>

Los registros de fauna atropellada corresponden a tres clases de vertebrados, representados por 6 ordenes; 12 familias y 19 géneros, en relación a las especies, solo se logró tener certeza de 21 especies, presentándose 5 registros, los cuales, debido a su estado, fue imposible determinar hasta este taxón (Tabla 1). La clase vertebrada con mayor representación, por sus registros de atropellamiento y riqueza de especies, fue la clase *Sauropsida-Reptilia*, seguida respectivamente por las clases *Amphibia*; *Mammalia* y Aves (Tabla 2).

Tabla 2: Ocurrencia de atropellamiento de especies de vertebrados silvestres en un tramo de 6 Km de carretera municipal, Dibulla, La Guajira, Colombia. R= Recorridos.

	2018					2019							Total
	R01	R02	R03	R04	R05	R06	R07	R08	R09	R10	R11	R12	
Clase: Mammalia													8
<i>Rhynchonycteris naso</i>	1		1	1									3
<i>Didelphis marsupialis</i>		1				1	1		1				4
<i>Proechimys sp.</i>				1									1
Clase: Aves													2
<i>Nyctidromus albicollis</i>	2												2
Clase: Sauropsida													45
<i>Leptodeira annulata</i>	2		3	2	2		1			1			11
<i>Thamnodynastes paraguanae</i>	2		2	1	1	1			2		1		10
<i>Thamnodynastes sp.</i>				2	1								3
<i>Erythrolamprus melanotus</i>	1												1
<i>Lygophis lineatus</i>		1	2		1	1	1	1					7
<i>Helicops danieli</i>				1									1
<i>Tantilla melanocephala</i>												1	1
<i>Oxybelis aeneus</i>			1										1
<i>Phimophis guianensis</i>	1												1
<i>Clelia clelia</i>				2									2
<i>Liotyphlops sp.</i>				1	1								2
<i>Porthidium lansbergii</i>				1	1								2
<i>Anolis auratus</i>				3									3
Clase: Amphibia													43
<i>Leptodactylus fragilis</i>		1		3	1								5
<i>Leptodactylus fuscus</i>		1			1		1						3
<i>Leptodactylus sp.</i>				2	2		1						5
<i>Rhinella horribilis</i>			1	2								1	4
<i>Rhinella humboldti</i>		1		2	1	2	1						7
<i>Rhinella sp.</i>				1									1
<i>Boana rosenbergi</i>				1	1								2
<i>Boana pugnax</i>				2	2								4
<i>Boana sp.</i>		1	6	5									12
Total atropellamientos	9	6	16	33	15	5	6	1	3	1	1	2	98

Fuente: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.6723159>

La tasa de atropellamiento diaria, se registró entre 0,17 y 0,83 individuos por kilómetro recorrido, mientras que la tasa total de atropellamiento, se registró entre 0,014 y 0,167 individuos por kilómetro recorrido (Tabla 2). En relación a las clases vertebradas, se registró la clase Sauropsida (0,62 individuos por Kilometro), como la más representativa por los registros de atropellamiento (Tabla 3).

Tabla 3: Tasa de atropellamiento de especies de vertebrados silvestres en un tramo de 6 Km de carretera municipal, Dibulla, La Guajira, Colombia. R= Recorridos; TA= Tasa de atropellamiento total; Tda= Tasa de atropellamiento por día de recorrido.

	2018					2019							TA
	R01	R02	R03	R04	R05	R06	R07	R08	R09	R10	R11	R12	
Clase: Mammalia													0,111
<i>Rhynchonycteris naso</i>	0,17		0,17	0,17									0,042
<i>Didelphis marsupialis</i>		0,17				0,17	0,17		0,17				0,056
<i>Proechimys sp.</i>				0,17									0,014
Clase: Aves													0,028
<i>Nyctidromus albicollis</i>	0,33												0,028
Clase: Sauropsida													0,625
<i>Leptodeira annulata</i>	0,33		0,50	0,33	0,33		0,17			0,17			0,153
<i>Thamnodynastes paraguanae</i>	0,33		0,33	0,17	0,17	0,17			0,33		0,17		0,139
<i>Thamnodynastes sp.</i>				0,33	0,17								0,042
<i>Erythrolamprus melanotus</i>	0,17												0,014
<i>Lygophis lineatus</i>		0,17	0,33		0,17	0,17	0,17	0,17					0,097
<i>Helicops danieli</i>				0,17									0,014
<i>Tantilla melanocephala</i>												0,17	0,014
<i>Oxybelis aeneus</i>			0,17										0,014
<i>Phimophis guianensis</i>	0,17												0,014
<i>Clelia clelia</i>				0,33									0,028
<i>Liotyphlops sp.</i>				0,17	0,17								0,028
<i>Porthidium lansbergii</i>				0,17	0,17								0,028
<i>Anolis auratus</i>				0,50									0,042
Clase: Amphibia													0,597
<i>Leptodactylus fragilis</i>		0,17		0,50	0,17								0,069
<i>Leptodactylus fuscus</i>		0,17			0,17		0,17						0,042
<i>Leptodactylus sp</i>				0,33	0,33		0,17						0,069
<i>Rhinella horribilis</i>			0,17	0,33								0,17	0,056
<i>Rhinella humboldti</i>		0,17		0,33	0,17	0,33	0,17						0,098
<i>Rhinella sp</i>				0,17									0,014
<i>Boana rosenbergi</i>				0,17	0,17								0,028
<i>Boana pugnax</i>				0,33	0,33								0,056
<i>Boana sp</i>		0,17	1,00	0,83									0,167
Tasa de atropellamientos por Km (TAd)	1,5	1,0	2,67	5,50	2,50	0,83	1,00	0,17	0,5	0,17	0,17	0,33	1,36

Fuente: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.6723190>

Se registraron cinco especies como representativas por sus aportes en abundancias, a los registros de atropellamiento de vertebrados, estas representan cerca del 50% de los registros de atropellamiento. Se destaca que las serpientes son el grupo con mayor frecuencia de atropellamiento, sus registros corresponden al 42,86% de la fauna atropellada (Tabla 4).

Los Reptiles son el grupo con mayor registro de atropellamientos, en este, la especie *Leptodeira annulata*, es la especie con mayores registros de atropellamientos durante el estudio, en relación a los géneros, el género *Boana* aporta el 18,37% de los registros de atropellamientos, siendo el género con mayor número de registros de este tipo durante el estudio (Figura 2).

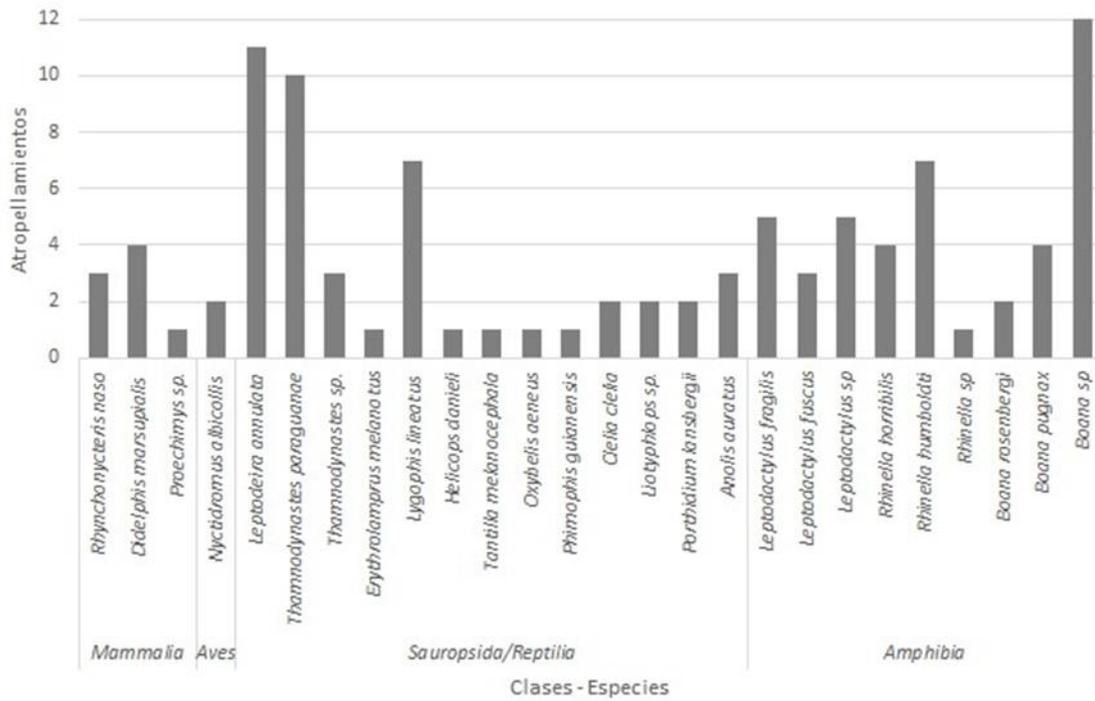


Figura 2. Registros de atropellamientos de fauna silvestre vertebrada, tramo de carretera municipal (Casa Aluminio – Dibulla), Dibulla, La Guajira, Colombia. Fuente: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.6723221>

Las coberturas relacionadas a los sectores de carretera, donde se registraron atropellamiento de vertebrados silvestre, presentaron diferentes registros, siendo los sectores relacionados a las coberturas de Bosque fragmentado y Pastos, los que registraron mayor ocurrencia de atropellamientos, mientras que los sectores relacionados a las coberturas de cultivos permanentes y terrenos artificializados, registraron los menores registros de atropellamiento de vertebrados (Tabla 4).

Tabla 4. Ocurrencia de atropellamiento de especies de vertebrados silvestres en un tramo de carretera municipal, Dibulla, La Guajira, Colombia. Ar= Abundancia relativa (ni/N).

	Bosque fragmentado	Cultivos permanentes	Áreas agrícolas heterogéneas	Pastos	Territorios artificializados	Ar
Clase: Mammalia						
<i>Rhynchonycteris naso</i>	1	0	0	1	1	3,06
<i>Didelphis marsupialis</i>	2	0	1	1	0	4,08
<i>Proechimys sp.</i>	0	0	1	0	0	1,02
Clase: Aves						
<i>Nyctidromus albicollis</i>	2	0	0	0	0	2,04
Clase: Sauropsida						
<i>Leptodeira annulata</i>	4	0	3	4	0	*11,22
<i>Thamnodynastes paraguanae</i>	6	0	1	3	0	*10,20
<i>Thamnodynastes sp.</i>	2	0	1	0	0	3,06
<i>Erythrolamprus melanotus</i>	1	0	0	0	0	1,02
<i>Lygophis lineatus</i>	4	1	0	2	0	*7,14
<i>Helicops danieli</i>	0	0	0	1	0	1,02
<i>Tantilla melanocephala</i>	1	0	0	0	0	1,02
<i>Oxybelis aeneus</i>	0	0	0	1	0	1,02
<i>Phimophis guianensis</i>	0	0	0	0	1	1,02
<i>Clelia clelia</i>	0	0	1	0	1	2,04
<i>Liotyphlops sp.</i>	1	0	0	1	0	2,04
<i>Porthidium lansbergii</i>	2	0	0	0	0	2,04
<i>Anolis auratus</i>	0	0	0	1	2	3,06
Clase: Amphibia						
<i>Leptodactylus fragilis</i>	1	1	0	3	0	5,10
<i>Leptodactylus fuscus</i>	0	0	0	3	0	3,06
<i>Leptodactylus sp</i>	3	0	1	1	0	5,10
<i>Rhinella horribilis</i>	2	0	0	2	0	4,08
<i>Rhinella humboldti</i>	2	0	0	5	0	*7,14
<i>Rhinella sp</i>	0	0	0	1	0	1,02
<i>Boana rosenbergi</i>	2	0	0	0	0	2,04
<i>Boana pugnax</i>	4	0	0	0	0	4,08
<i>Boana sp</i>	9	0	1	0	2	*12,24
Total atropellamientos por Coberturas	49	2	10	30	7	

Fuente: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.6723243>

Los atropellamientos de fauna silvestre vertebrada, registraron diferencias significativas ($p < 0.05$), entre los pares de coberturas de alta y baja ocurrencia de atropellamientos. Mientras, que las diferencias entre medianas de los tramos de carretera relacionados a coberturas con alta ocurrencia de atropellamientos (Bosque fragmentado – Pastos) o baja ocurrencia de atropellamientos (Cultivos permanentes – Áreas agrícolas heterogéneas; Cultivos permanentes - Territorios artificializados; Áreas agrícolas

heterogéneas - Territorios artificializados), no registran diferencias significativas entre sus medianas ($p > 0.05$), resultados que suponen una relación entre el atropellamiento de vertebrados silvestres y el tipo de cobertura colindante a la carretera (Tabla 5).

Tabla 5. Análisis de atropellamientos de vertebrados por coberturas de la tierra en un tramo de carretera municipal, Dibulla, La Guajira, Colombia. * Valores de diferencia entre las medianas que no son estadísticamente significativas.

<i>Cobertura 1</i>	<i>Cobertura 2</i>	<i>N</i>	<i>Mediana</i> <i>Rango</i>	<i>Mann- Withney U</i>	<i>P-valor</i>
<i>Bosque fragmentado</i>	Cultivos permanentes	Cob. 1= 26 Cob. 2= 26	Cob. 1= 17,5 Cob. 2= 9	117	0,0001
	Áreas agrícolas heterogéneas	Cob. 1= 26 Cob. 2= 26	Cob. 1= 16,558 Cob. 2= 9,9423	166	0,0009
	Pastos	Cob. 1= 26 Cob. 2= 26	Cob. 1= 14,577 Cob. 2= 11,923	269	*0,1991
	Territorios artificializados	Cob. 1= 26 Cob. 2= 26	Cob. 1= 16,894 Cob. 2= 9,6058	148,5	0,0002
	Áreas agrícolas heterogéneas	Cob. 1= 26 Cob. 2= 26	Cob. 1= 11,731 Cob. 2= 14,769	259	*0,0608
	Pastos	Cob. 1= 26 Cob. 2= 26	Cob. 1= 9,8654 Cob. 2= 16,635	162	0,0004
<i>Cultivos permanentes</i>	Territorios artificializados	Cob. 1= 26 Cob. 2= 26	Cob. 1= 12,462 Cob. 2= 14,038	297	*0,2561
	Pastos	Cob. 1= 26 Cob. 2= 26	Cob. 1= 11,106 Cob. 2= 15,394	226,5	0,024
<i>Áreas agrícolas heterogéneas</i>	Territorios artificializados	Cob. 1= 26 Cob. 2= 26	Cob. 1= 13,913 Cob. 2= 12,587	303,5	*0,4528
	Pastos	Cob. 1= 26 Cob. 2= 26	Cob. 1= 15,894 Cob. 2= 10,606	200,5	0,0046

Fuente: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.6723263>

En relación con los rasgos funcionales de las especies con registros de atropellamiento durante el estudio, se observó que el estrato de uso terrestre es el de mayor representatividad en los atropellamientos, correspondiendo principalmente con especies que registran desplazamiento reptante sobre este estrato (Tabla 6).

Tabla 6. Rasgos funcionales y estado de conservación de las especies de vertebrados atropellados en un tramo de carretera municipal, Dibulla, La Guajira, Colombia.

Especie	Hábitos	A	Dieta	D	CITES	MADS	UICN
<i>Rhynchonycteris naso</i> (Wied-Neuwied, 1820)	Ae	N	Iv G In	V	NL	NL	LC
<i>Didelphis marsupialis</i> (Linnaeus, 1758)	T; A; SA	N	Iv V P Cr G	C	NL	NL	LC
<i>Proechimys cf. canicollis</i> (J.A. Allen, 1899)	T	N	Iv V G	C; B	NL	NL	LC
<i>Nyctidromus albicollis</i> (Gmelis, 1789)	T	N	Iv G	B; V	NL	NL	LC
<i>Anolis auratus</i> (Daudin, 1802)	T; SA	D	Iv G	C; B	NL	NL	LC
<i>Liotyphlops cf. albirostris</i> (Peters, 1857)	T; F	N	Iv E f i	R	NL	NL	LC
<i>Clelia clelia</i> (Daudin, 1803)	T	DN	V G	R	NL	NL	III
<i>Erythrolamprus melanotus</i> (Shaw, 1802)	T; F	D	V G	R	NL	NL	LC
<i>Helicops danieli</i> (Amaral, 1938)	T; Ac	D	V E Pc An	R Na	NL	NL	LC
<i>Leptodeira annulata</i> (Linnaeus, 1758)	T	N	V E An	R	NL	NL	LC
<i>Lygophis lineatus</i> (Linnaeus, 1758)	T; F	D	V G	R	NL	NL	LC
<i>Oxybelis aeneus</i> (Wagler, 1824)	SA; A	D	V G	R	NL	NL	LC
<i>Phimophis guianensis</i> (Troschel, 1848)	T; F	N	V G	R	NL	NL	LC
<i>Thamnodynastes paraguanae</i> Linnaeus, 1758	T; SA	N	An R	R	NL	NL	LC
<i>Porthidium lansbergii</i> (Daudin, 1802)	T; SA	N	V G	R	NL	NL	LC
<i>Rhinella horribilis</i> (Wiegmann, 1833)	T	N	V IV G	B	NL	NL	LC
<i>Rhinella humboldti</i> (Spix, 1824)	T; F	N	Iv Ar G	B	NL	NL	LC
<i>Leptodactylus fragilis</i> (Schneider, 1799)	T	N	Iv Ar G	S; E	NL	NL	LC
<i>Leptodactylus fuscus</i> (Brocchi, 1877)	T	N	Iv Ar G	S; E	NL	NL	LC
<i>Boana pugnax</i> (Schmidt, 1857)	SA; A	N	Iv Ar G	S	NL	NL	LC
<i>Boana rosenbergi</i> (Boulenger, 1898)	SA; A	N	Iv Ar G	S	NL	NL	LC

Fuente: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.6723315>

Rasgos funcionales: Hábitos (Hab)= T: Terrestre; F: Fosorial; SA: Semiarborícola; A: Arborícola; Ac: Acuática; Actividad Ae: Aéreo (A)= D: Diurna; N: Nocturna; Desplazamiento (D)= B: Brincador; Ca: Caminador; E: Excavador – Minador; Na: Nadador; S: Saltador; R: Reptador; V: Volador Dieta= Iv: Invertebrados; V: Vertebrados; Cñ: Carroña; P: Material vegetal, hojas, frutos, semillas; Ar: Artrópodos; G: Generalista; E: Especialista; f: Formicidae; i: Isóptera; An: Anfibios; Rp: Reptiles; Mm: Mamíferos; Av: Aves; Pc: Peces. CITES= I: Apéndice I; II: Apéndice II; III: Apéndice III; NL: No listado; Categorías de amenaza (MADS - Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible; UICN – Unión internacional para la conservación de la naturaleza) = LC: Preocupación menor; VU: Vulnerable; EN: En Peligro; CR: Critico.

DISCUSIÓN

Tasas de atropellamiento de fauna silvestre vertebrada

Se encontró que el promedio de atropellamientos de vertebrados silvestres (8,16 individuos/kilometro día), registrado en el tramo de carretera Troncal del Caribe (Ruta 90) – cabecera municipal de Dibulla, es superior al registrado en referentes de estudio similares (IDEAM, 2010; De la Ossa-Nadjjar & De la Ossa, 2013; De La Ossa & Galván-Guevara, 2015; Astwood-R. et al., 2018; Adárraga-Caballero & Gutiérrez-Moreno, 2019). Asimismo, las tasas de atropellamiento total, registradas en el estudio actual (1,36 individuos/Kilómetro recorrido), son superiores en relación a otros estudios desarrollados en carreteras primarias y secundarias que presentan mayor extensión y flujo vehicular (Rojas, 2011; De la Ossa-Nadjjar & De la Ossa, 2013; Castillo-R. et al., 2015; De La Ossa & Galván-Guevara, 2015; Monroy et al., 2015; Astwood-R. et al., 2018; Bedoya-V. et al., 2018; Adárraga-Caballero & Gutiérrez-Moreno, 2019).

En relación con lo comentado anteriormente, las diferencias en metodologías de estudio, en la escala, en disponibilidad de recursos, en las regiones y condiciones geográficas, en la velocidad de muestreo, en la forma de desplazamiento, entre otras, producen que los registros obtenidos, sean diferentes en relación a los escenarios y condiciones de estudio (De la Ossa et al., 2015). Estas situaciones, ameritan un diseño de muestreo estándar, sobre los atropellamientos de fauna silvestre, los cuales favorezcan la toma e interpretación de los registros, para estimar el impacto de los diferentes tipos de carreteras sobre la biota, así como, de proveer herramientas que justifiquen la intervención de las carreteras, en la construcción de elementos que favorezcan el tránsito de la fauna silvestre de forma segura, en puntos de conflicto para el desplazamiento o conectividad de la biota en general (Van der Ree et al., 2011).

En relación a las tasas de atropellamiento por especies, se registró, que los valores obtenidos en el estudio actual, son superiores a los registrados en otros estudios de referencia (Rojas, 2011; De la Ossa-Nadjjar & De la Ossa, 2013; Castillo-R. et al., 2015; De La Ossa & Galván-Guevara, 2015; Monroy et al., 2015; Astwood-R. et al., 2018; Bedoya-V. et al., 2018; Adárraga-Caballero & Gutiérrez-Moreno, 2019). Este resultado puede relacionarse a los efectos del muestreo anteriormente mencionados, aunque de igual manera, se debe considerar la relación de atributos de la biodiversidad y aspectos ecológicos, de las especies presentes en las localidades de estudio, como movilidad, respuesta a la estacionalidad climática, forrajeo, entre otros elementos y/o factores, con escasa información en estudios de este tipo, los cuales pueden considerarse condicionantes de las ocurrencias de atropellamientos.

La carretera, puede ser considerado para un vertebrado una barrera física (Sanz, 2001; De la Ossa et al., 2015), o un elemento más ofertado por el paisaje (Acuña-Vargas, 2016). El tránsito vehicular es otro elemento en la problemática, carreteras secundarias, como la del estudio actual, tienen límites de velocidad menores a los registrados para carreteras primarias, aun así, las tasas de atropellamiento son superiores en estas, en relación a carreteras primarias (Grosselet, et al. 2008; Rojas, 2011; De La Ossa & Galván-Guevara, 2015).

A modo de hipótesis, tal vez uno de los elementos que debe considerarse como primordial en el estudio de los atropellamientos de fauna silvestre, es el tránsito de vehículos. Consideremos que la frecuencia de tránsito de vehículos sobre las carreteras

secundarias sea “menor” en relación a las vías primarias. Esta condición de menor uso, puede ser uno de los aspectos que influye en las tasas de atropellamiento, debido a que puede ofertar a la fauna tolerante a la antropización y transformación del entorno un escenario “seguro”, con escasa presencia del hombre, esta condición, asimismo, puede explicar los registros de atropellamiento principalmente relacionados a la noche en vías primarias o secundarias y a tramos de carretera poco transitados.

Riqueza y abundancia de vertebrados

Se registraron 98 vertebrados silvestre atropellados, los cuales representaron aproximadamente 21 especies, las cuales en su mayoría son especies frecuentes en estudios sobre atropellamientos de fauna en zonas tropicales (Rojas, 2011; De la Ossa-Nadjar & De la Ossa, 2013; De La Ossa & Galván-Guevara, 2015; Monroy et al., 2015; Castillo-R. et al., 2015; Astwood-R. et al., 2018; Bedoya-V. et al., 2018; Adárraga-Caballero & Gutiérrez-Moreno, 2019). Similar a lo registrado en otros estudios desarrollados en la región Caribe de Colombia, los grupos biológicos que registraron mayor representación en atropellamientos de vertebrados, fueron los Anfibios y Reptiles (Vargas-Salinas et al., 2011; De la Ossa-Nadjar & De la Ossa, 2013; Seijas, et al. 2013; Castillo-R. et al., 2015; Monroy et al., 2015; Astwood-R. et al., 2018; Adárraga-Caballero & Gutiérrez-Moreno, 2019).

En sentido de lo anterior, estos grupos biológicos parecen soportar sus registros de atropellamientos en relación a aspectos fisiológicos y comportamentales, como la termorregulación, el forrajeo y las migraciones locales, en búsqueda de hábitat estratégicos para su desarrollo y sustento, aspectos que condicionan la dinámica espacio temporal de la mayoría de estas especies, pero que no pueden identificarse como una causa generalizada o específica para la accidentalidad de fauna en carreteras (Carr et al., 2002; Quintero-Ángel et al., 2012; Vitt & Caldwell, 2013).

Los reptiles, parecen ser el grupo con mayor afectación por atropellamientos, esta alta frecuencia en listados de atropellamiento en zonas tropicales, parece relacionarse principalmente a aspectos de la fisiología y el comportamiento como la termorregulación, como lo describe diferentes autores (Quintero-Ángel et al., 2012; Vitt & Caldwell, 2013).

Los registros de atropellamiento de fauna silvestre vertebrada, guardaron relación estrecha con otros referentes de estudio desarrollados en la región Caribe (De la Ossa-Nadjar & De la Ossa, 2013; De La Ossa & Galván-Guevara, 2015; Monroy et al., 2015; Adárraga-Caballero & Gutiérrez-Moreno, 2019).

Las serpientes son uno de los grupos representativos y frecuentes en estudios de atropellamiento de fauna silvestre (Vargas-Salinas et al., 2011; Quintero-Ángel et al., 2012; Seijas et al., 2013; Monroy et al., 2015; Monge-Nájera, 2018), algunos autores presentan las carreteras como una de las causas reconocidas de amenaza para la conservación de las serpientes (MacKinnon et al., 2005; Lynch, 2012). De igual manera, se ha registrado que las especies de serpientes registran en la mayoría de estudios tropicales, los más altos valores en las tasas de atropellamiento (Quintero-Ángel et al., 2012; Seijas et al., 2013), desconociéndose una causa específica que sustente esta condición (Quintero-Ángel et al., 2012).

Se destaca que los registros de atropellamiento del estudio actual y algunos otros de referencia (Rojas, 2011; De la Ossa-Nadjar & De la Ossa, 2013; Monroy et al., 2015; Castillo-R. et al., 2015; De La Ossa & Galván-Guevara, 2015; Astwood-R. et al., 2018; Bedoya-V. et al., 2018; Adárraga-Caballero & Gutiérrez-Moreno, 2019), registran en sus listados de ocurrencia de los atropellamientos, a especies que suelen ser generalistas y tolerantes a la intervención y transformación antropogénica del entorno. Asimismo, que estas especies listadas, suelen en su mayoría, compartirse entre diferentes referentes de estudio, lo que puede sugerir que algunas especies de vertebrados sean más sensibles a los atropellamientos en carreteras que otras, debido a su nivel de tolerancia y uso de estas, como hábitats estratégicos (Quintero-Ángel et al., 2012; Vitt & Caldwell, 2013; Acuña-Vargas, 2016).

Coberturas de la tierra

Las carreteras son reconocidas como uno de los principales elementos de transformación del entorno, los cuales favorecen la fragmentación de ecosistemas (Carr et al., 2002; De la Ossa et al., 2015), tienen diferentes efectos en estos, desde barreras físicas, hasta límites que generan aislamientos de poblaciones (Carr et al., 2002).

Durante el estudio actual se observó relación entre las tasas de atropellamiento y los tipos de coberturas adyacentes a estos. Se registró que tramos de carreteras relacionados a coberturas de Bosque fragmentado y Mosaico de Pastos con espacios naturales, tienden a comportarse de manera similar, en relación a las ocurrencias de atropellamientos, mientras que tramos relacionados a coberturas más homogéneas como Cultivos permanentes, Mosaico de cultivos, Tejido urbano discontinuo, se presentaron como tramos similares en los registros de ocurrencia de atropellamientos, siendo estos los de menor tasa de atropellamientos. Estos resultados son similares a los encontrados en estudios similares, en los cuales se registraron los tramos de carretera relacionados con coberturas de Bosques y Pastos, como los tramos con mayores tasas de atropellamiento (Seijas et al., 2013), aparentemente relacionados debido a sus tasas de atropellamiento de fauna silvestre.

En relación a lo anterior, los resultados obtenidos en el estudio actual, pueden relacionarse a aspectos descritos por otros autores, los cuales manifiestan que coberturas más heterogéneas son más diversas (Acuña-Vargas, 2016; Morales – Martínez et al., 2020), incluso suelen ser caracterizadas por abundancias de algunos grupos (Acuña-Vargas, 2016). Estas condiciones de mayor diversidad y abundancia, pueden explicar las tasas de atropellamiento, las cuales serán mayores, donde mayor oferta existe (Riqueza, Abundancias).

En otro sentido, los resultados obtenidos, no pueden ser generalizados para las diferentes regiones (Seijas et al. 2013; Carvalho et al., 2015), debido a que autores han descrito que los tramos de carretera relacionados a bosques, se registran como los tramos con menor ocurrencia en atropellamientos de fauna silvestre (Freitas et al., 2013; Astwood-R. et al., 2018). Lo cual evidencia que las causas de los atropellamientos de fauna silvestre son dinámicas y obedecen a varios factores, aun desconocidos (Carr et al. 2002; Carvalho et al. 2015), muestra de esto, es manifestada en el trabajo desarrollado por Monge-Najera (2018), al referir que estudios de atropellamiento en las mismas áreas en diferentes temporadas, muestran variación en la tasa de atropellamientos por especies, donde especies abundantes en sus eventos de

atropellamiento en una temporada, pueden no serlo temporadas posteriores (Monge-Nájera, 2018).

En el mismo sentido, se ha registrado que tramos relacionados a coberturas de bosque son poco representativos en zonas elevadas, en las cuales, la relación a cursos de cuerpos de agua, parece ser una mejor opción para la movilidad de la fauna silvestre y por ende un mayor riesgo para su atropellamiento (Freitas et al., 2013), esperando que zonas con poca elevación presenten estas zonas, mayor relevancia por las tasas de atropellamiento, lo cual no puede generalizarse, debido a que se han registrado estudios en tierras bajas, donde los tramos de carretera asociados a bosques no son representativos por las ocurrencias de atropellamientos (Astwood-R. et al., 2018).

Las coberturas colindantes influyen en las tasas de atropellamiento (Freitas et al., 2013; Seijas et al., 2013; Astwood-R. et al., 2018), lo cual debe abordarse con mayor detalle, para su comprensión, ya que existe variación en los registros por tipos de coberturas, en relación aparentemente de su ubicación geográfica.

Otra forma de observar este tipo de relaciones del entorno de la carretera y su influencia en la tasa de atropellamiento, es la sugerida por otros autores, los cuales proponen considerar los tipos de vegetación relacionada a la carretera u otros elementos del paisaje como charcas, arroyos, etc. Como hábitat que albergan o refugian fauna en relación a la estacionalidad climática, lo cual puede convertirlas en sitios de alta tasa de atropellamiento por la concentración de especies y sus abundancias (Van der Ree et al., 2011; Freitas et al., 2013).

Implicaciones para la conservación

Las especies de vertebrados silvestres, con desplazamiento terrestre, son las especies que se registran como más vulnerables a los atropellamientos (Rojas, 2011; De la Ossa-Nadjjar & De la Ossa, 2013; De La Ossa & Galván-Guevara, 2015; Castillo-R. et al., 2015; Monroy et al., 2015; Astwood-R. et al., 2018; Bedoya-V. et al., 2018; Adárraga-Caballero & Gutiérrez-Moreno, 2019), esto es principalmente relacionado al tipo de desplazamiento sobre el terreno.

Especies como *Tamandua mexicana*, *Cerdocyon thous*, *Conepatus semistriatus*, *Procyon cancrivorus*, *Caiman crocodilus*, *Boa constrictor*, entre otros, los cuales, aunque no fueron registradas en el estudio actual, y especies como *Didelphis marsupialis*, *Leptodeira annulata*, entre otros, representan en conjunto, tal vez, los vertebrados silvestres listados con mayor frecuencia en estudios de atropellamiento, colisión y/o accidentalidad y muerte en carreteras (Rojas, 2011; De la Ossa-Nadjjar & De la Ossa, 2013; Castillo-R. et al., 2015; Monroy et al., 2015; De La Ossa & Galván-Guevara, 2015; Astwood-R. et al., 2018; Bedoya-V. et al., 2018; Adárraga-Caballero & Gutiérrez-Moreno, 2019). Estas especies, necesitan de un mayor seguimiento, debido a que sus altas o bajas tasas de accidentalidad, pueden ser un indicador de condiciones o aspectos de sus poblaciones, necesarios de evaluar para determinar su estado.

En otro enfoque, existen escasos referentes que aborden la temática de medidas de manejo para las carreteras y la disminución de atropellamientos de fauna silvestre (Sanz, 2001; Carr et al., 2002; Van der Ree et al., 2011; Monge-Nájera, 2018), siendo una necesidad, debido a que avanzan grandes proyectos viales en Colombia, los cuales

pueden ser un cambio en este sentido, en la medida que se contemplen medidas que permitan la mitigación de esta problemática.

Para finalizar, los registros de atropellamientos de fauna silvestre vertebrada, son una muestra de tangible de las afectaciones de la biodiversidad producto de la transformación antropogénica. Es necesario incrementar los estudios en esta temática, pero de manera primordial, es necesaria la unificación de criterios para la medición e interpretación de los registros de accidentalidad y muerte de fauna silvestre en carreteras de Colombia, buscando un método estándar para el análisis e interpretación de los estudios.

Los diferentes tipos de carreteras ejercen presiones diferentes sobre la biodiversidad, es necesario identificar cuáles son estas, identificar las variables que influyen directamente en el incremento de los atropellamientos de fauna y desde allí crear las medidas que favorezcan la conservación de la vida silvestre y la coexistencia con esta.

AGRADECIMIENTOS

Los autores extienden sus agradecimientos en primer lugar a su Alma mater, la Universidad de La Guajira, por su apoyo económico y logístico en este tipo de iniciativas de investigación. Al grupo de investigación EBET, por su apoyo permanente de manera logística y motivacional, a la Facultad de Ciencias Básicas y Aplicadas, Laboratorio de Ciencias Biológicas y su iniciativa de colecciones biológicas, por su ayuda en la determinación de material biológico..

Este trabajo hace parte del proyecto Biodiversidad a fragmentos de Bosque seco tropical y diferentes coberturas de la tierra antropogénicas, en desarrollo en el departamento de La Guajira, Colombia, proyecto apoyado y financiado por la Universidad de La Guajira.

Los autores manifiestan no poseer conflicto de intereses de ningún tipo.

LITERATURA CITADA

- Acuña-Vargas, J. C. (2016). Anfibios y Reptiles asociados a cinco coberturas de la tierra, municipio de Dibulla, La Guajira, Colombia. *Acta zoológica mexicana*, 32(2): 133-146. <https://acortar.link/DuLjjJ>
- Adárraga-Caballero, M. A. & Gutiérrez-Moreno, L. C. (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>
- Astwood-R, J. A., Reyes-D, M. C., Rincón-A, M. T., Pachón-G, J., Eslava-M, P. R. & Parra-S, C. A. (2018). Mortalidad de reptiles en carreteras del piedemonte de los llanos orientales colombianos/Reptile mortality on roads in the colombian eastern llanos foothill. *Caldasia*, 40(2), 321-334. <https://www.jstor.org/stable/26553141>

- Bedoya-V., M. M., Arias-Alzate, A. & Delgado-V, C. A. (2018). Atropellamientos de fauna silvestre en la red vial urbana de cinco ciudades del Valle de Aburrá (Antioquia, Colombia)/Roadkills in the urban road network of five cities in the Aburrá valley (Antioquia, Colombia). *Caldasia*, 40(2), 335-348. <https://www.jstor.org/stable/26553142>
- Carr, L. W., Fahrig, L. & Pope, S. E. (2002). Impacts of landscape transformation by roads. En Gutzwiller K. (Ed.), *Applying landscape ecology in biological conservation* (pp. 225-243). Springer.
- Carvalho, C. F., Custódio, A. E. I. & Junior, O. M. (2015). Wild vertebrates roadkill aggregations on the BR-050 highway, state of Minas Gerais, Brazil. *Bioscience Journal*, 31(3). <https://doi.org/10.14393/BJ-v31n3a2015-27468>
- Castillo-R, J. C., Urmendez-M, D. & Zambrano-G, G. (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. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-30682015000200012&script=sci_abstract&tlng=en
- De La Ossa V., J. & Galván-Guevara, S. (2015). Registro de mortalidad de fauna silvestre por colisión vehicular en la carretera Toluviejo–ciénaga La Caimanera, Sucre, Colombia. *Biota Colombiana*, 16(1), 67-77. <https://www.redalyc.org/pdf/491/49142418007.pdf>
- De la Ossa V., J., De la Ossa-Nadjar, O. & Medina-Bohórquez, E. (2015). Atropellamiento de fauna silvestre. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 7(1), 109-116. <https://doi.org/10.24188/recia.v7.n1.2015.430>
- De la Ossa-Nadjar, O. & De la Ossa V., J. (2013). Fauna silvestre atropellada en dos vías principales que rodean los Montes de María, Sucre, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 5(1), 158-164. <https://doi.org/10.24188/recia.v5.n1.2013.481>
- Freitas, S. R., Sousa, C. O., & Bueno, C. (2013). Effects of landscape characteristics on roadkill of mammals, birds and reptiles in a highway crossing the Atlantic Forest in southeastern Brazil. En *International Conference on Ecology and Transportation (ICOET 2013)*. ICOET.
- Grosselet, M., Villa-Bonilla, B. & Ruiz-Michael, G. (2008). Afectaciones a vertebrados por vehículos automotores en 1.2 km de carretera en el istmo de Tehuantepec. En Rich, T. D., Arizmendi, D., Demarest, D. W. & Thompson C. (Eds.), *Proceedings of the Fourth International Partners in Flight Conference: Tundra to Tropic* (pp. 1-5). McAllen.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, (2010). *Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000*. Scripto LTDA.

- Lynch, J. D. (2012). El contexto de las serpientes de Colombia con un análisis de las amenazas en contra de su conservación. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 36(140), 435-449. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-39082012000300009
- MacKinnon, C. A., Moore, L. A., Brooks, R. J., Nelson, G., Nudds, T., Beveridge, M. & Dempster, B. (2005). Why did the reptile cross the road? Landscape factors associated with road mortality of snakes and turtles in the South Eastern Georgian Bay area. En Nelson G. et al. (Eds), *Proceedings of the Parks Research Forum of Ontario (PRFO) and Carolinian Canada Coalition (CCC) Annual General Meeting* (pp. 153-166).
- Ministerio de transporte de Colombia. (2020, diciembre 01). Gobierno Nacional sigue transformando la infraestructura vial del país: Conpes aprueba financiación de 22 proyectos de Compromiso por Colombia. Consultado Julio 30, 2021, en: <https://www.mintransporte.gov.co/publicaciones/9229/gobierno-nacional-sigue-transformando-la-infraestructura-vial-del-pais-conpes-aprueba-financiacion-de-22-proyectos-de-compromiso-por-colombia/>
- 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://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442018000200722&script=sci_arttext
- Monroy, M. C., De La Ossa-Lacayo, A. & De La Ossa V., J. (2015). Tasa de atropellamiento de fauna silvestre en la vía San Onofre–María la baja, Caribe Colombiano. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas*, 1(27), 88-95. <https://www.revistaaccb.org/r/index.php/accb/article/view/106>
- Morales-Martínez, D. M., López-Arévalo, H. F., & Montenegro-Díaz, O. L. (2020). Los ensamblajes de murciélagos de la serranía de la Lindosa son diversos y heterogéneos/the bat assemblages of the serranía de la Lindosa are diverse and heterogeneous. *Acta Biológica Colombiana*, 25(3). <https://www.proquest.com/docview/2393016679?pq-origsite=gscholar&fromopenview=true>
- Mosquera Laverde, W. & Vásquez Bernal, O. (2015). Herramientas de gestión ambiental para las carreteras de cuarta generación (4G) en Colombia. *Publicaciones e Investigación*, 9: 87-98. <https://doi.org/10.22490/25394088.1436>
- Quintero-Ángel, A., Osorio-Dominguez, D., Vargas-Salinas, F. & Saavedra-Rodríguez, C. A. (2012). Roadkill rate of snakes in a disturbed landscape of Central Andes of Colombia. *Herpetology Notes*: 5, 99-105.
- Rojas Chacón, E., (2011). Atropello de vertebrados en una carretera secundaria en Costa Rica. *UNED Research Journal*, 3(1), 81-84. <https://revistas.uned.ac.cr/index.php/cuadernos/article/view/209>

- Sanz L., (2001). Landscape integration of freeways: how does it affect road kill rates?. En Irwin CL, Garrett P. & McDermott (Eds.), *Proceedings of the 2001 International Conference on Ecology and Transportation* (pp. 522 – 528). ICOET.
- Seijas, A. E., 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://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442013000500007
- Van der Ree, R., J. A. G. Jaeger., E. A. van der Grift & Clevenger, A. P., (2011). Effects of roads and traffic on wildlife populations and landscape function: road ecology is moving toward larger scales. *Ecology and society*, 16(1),48. <https://www.jstor.org/stable/26268822>
- Vargas-Salinas, F., Delgado-Ospina, I. & López-Aranda, F. (2011). Mortalidad por Atropello Vehicular y Distribución de Anfibios y Reptiles en un Bosque Subandino en el Occidente de Colombia/Amphibians and reptiles killed by motor vehicles in a Sub-Andean forest in western Colombia. *Caldasia*: 121-138. <https://www.jstor.org/stable/23642066>
- Vitt, L. J. & Caldwell, J. P. (2013). *Herpetology: an introductory biology of amphibians and reptiles*. Academic Press.