

## TASA DE ATROPELLAMIENTO DE FAUNA SILVESTRE EN LA VÍA SAN ONOFRE – MARÍA LA BAJA, CARIBE COLOMBIANO

### RUNOVER RATE OF WILDLIFE IN THE WAY SAN ONOFRE – MARIA LA BAJA, COLOMBIAN CARIBBEAN

María Cecilia Monroy<sup>1</sup>, Alejandro De La Ossa-Lacayo<sup>2</sup>, Jaime De La Ossa V<sup>3\*</sup>.

<sup>1</sup>. Magister, Universidad de Sucre, Facultad de Ingeniería, Grupo de Investigación CRHIA. Sincelejo, Sucre, Colombia

<sup>2</sup>. Magister, Grupo de Investigación en Biodiversidad Tropical. Sincelejo, Sucre, Colombia

<sup>3\*</sup> Ph.D, Universidad de Sucre, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Grupo de Investigación en Biodiversidad Tropical. Sincelejo, Sucre, Colombia.

Recibido: Octubre 10 de 2015

Aceptado: Octubre 20 de 2015

\*Correspondencia del autor: E-mail: jaimedelaossa@yahoo.com

<https://doi.org/10.47499/revistaaccb.v1i27.106>.

#### RESUMEN

El presente estudio valora y compara la mortalidad de fauna silvestre y su tasa debida a colisión en la vía que conduce de San Onofre, Sucre a María la Baja, Bolívar, en época seca y época de lluvias; con longitud de 49Km, la vía bordea la porción noroccidental de los Montes de María, amplia zona de bosque seco tropical remanente del Caribe colombiano. Se trabajó durante 6 meses continuos de octubre de 2014 a marzo de 2015, con dos recorridos/semana para un total de 48 muestreos, realizados de las 05:00 a las 08:00 horas, con velocidad media de 15 km/hora. Las muestras fueron identificadas *in situ*. Al comparar estadísticamente las dos épocas muestreadas respecto de los atropellamientos totales se determina que no existe diferencia significativa ( $DS=13,213$ ,  $t=0,468$ ,  $df=31$ ,  $p=0,642$ ). No obstante, de manera particular analizando cada grupo respecto de la época climática existe diferencia significativa para el grupo de aves ( $DS=1,449$ ,  $t=2,400$ ,  $f=9$ ,  $p=0,039$ ). Teniendo en cuenta que se trabajó en 48 sesiones, se tiene una tasa diaria de atropellamiento (TA) de 0,328 ind/día/km. La TA del presente estudio es relativamente alta al compararla con lo establecido en otros trabajos. La vía estudiada requiere de señalización e infraestructura que brinde protección a la fauna silvestre, de lo contrario la situación podría poner en riesgo a muchas de las especies que habitan estos relictos de bosque seco.

**Palabras claves:** Atropellamiento, fauna silvestre, tasa de atropellamiento, Caribe, Colombia.

**ABSTRACT**

The present study values and compares the mortality of wild fauna and its collision rate in the road that drives of San Onofre, Sucre to María la Baja, Bolívar, in dry and rainy season; with longitude of 49Km it skirts the northwest portion of Montes de María, wide area of forest dry tropical remainder of the Colombian Caribbean. We work during 6 continuous months of October from 2014 to March of 2015, with two walk/week for a total of 48 samplings, carried out of 05:00 to 08:00 hours, with half speed of 15 km/hour. The samples were identified *in situ*. When comparing statistically the two season samples with the total runnings over, doesn't exists significant difference (DS=13.213, t=0.468, df=31, p=0,642). nevertheless, in a particular way, analyzing each group regarding the climatic time significant difference exist for the birds group (DS=1.449, t=2.400, f=9, p=0.039). With 48 sessions worked one has a daily running over rate (TA) of 0.328 ind/day/km. The TA of the present study is relatively high when comparing it with that settled down in other works. The studied road requires otherwise of signaling and infrastructure that it offers protection to the wild fauna, the situation it could put in risk to many of the species that inhabit these dry forest relicts.

**Keywords:** Run over, wild fauna, running over rate, Caribbean, Colombia

**INTRODUCCIÓN**

La conectividad requerida entre los hábitat que la fauna silvestre utiliza para desplazarse entre distintas áreas de supervivencia y reproducción, está siendo afectada por altos los niveles de degradación ambiental que hoy se tienen (1); las carreteras y vías vehiculares son barreras que ejercen impedimentos notorios para la movilización de la fauna silvestre (1, 2), además que por su dinámica son una fuente de riesgo para muerte accidental de los animales que necesitan sobrepasarlas e incluso fuente de accidentes humanos por colisión con este componente ecosistémico (3).

Las carreteras y el transporte interactúan con los sistemas ambientales por los cuales discurren (4) y existe una correlación entre transporte, desarrollo y crecimiento económico de una región o país (5). No obstante, considerar la importancia del desarrollo y de la producción, las vías de comunicación implementadas para el funcionamiento adecuado de la economía, se convierten en franjas nocivas que ocasionan fragmentación de hábitat y generan impactos negativos en la dinámica natural de los ecosistemas inmersos dentro de su sistema (2, 6,7, 8).

Los componentes abióticos de los ecosistemas naturales son afectados por las carreteras de diversas formas, impactan negativamente la dinámica hidrológica, los mecanismos de sedimentación, depósitos y corrientes de agua, composición química del agua, niveles de inundación, cobertura del suelo y microclima (9), pueden llegar a incrementar la energía de los sistemas lóticos produciendo erosión en algunos casos y en otros sedi-

mentación nociva, factores que afectan la dinámica ecosistémica y de forma indirecta a la fauna silvestre (4).

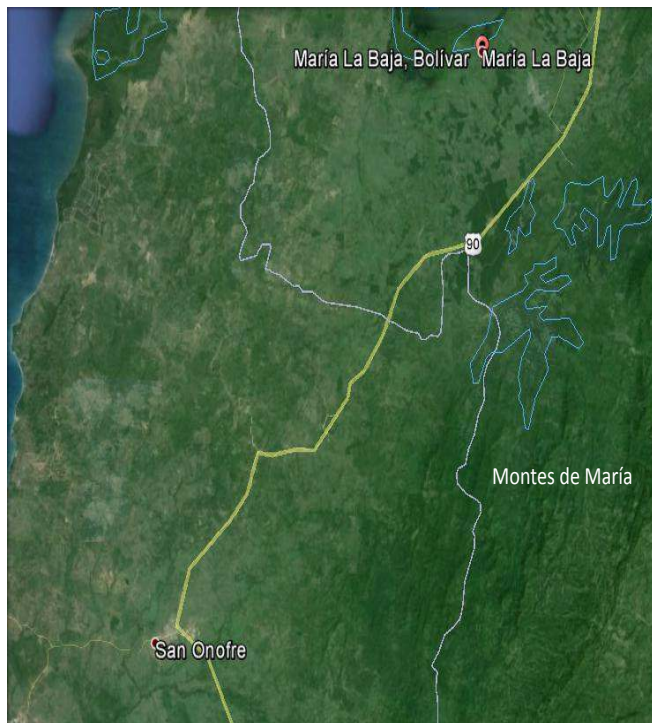
El componente biótico se ve impactado negativamente de forma directa o indirecta; directa o primaria, cuando los impactos son recibidos por la flora y la fauna, algo común al eliminar cobertura boscosa en la fase de construcción, para muchas especies factiblemente la desaparición de pequeñas porciones de hábitat no son importantes, pero para otras especies como pequeños mamíferos que poseen una alta fidelidad de sitio, las carreteras pueden ser muy perjudiciales; de forma indirecta o secundaria, ya que el tránsito es un factor vehicular que puede introducir desde contaminantes hasta especies exóticas, lo que afecta por enfermedad y por competencia a la fauna local (4, 10).

Diversos trabajos llevados a cabo en América del Sur, Europa y Estados Unidos, muestran cifras preocupantes del número de animales atropellados y la amenaza que esto representa para algunas especies que se encuentran amenazadas (11, 12, 13). Igualmente, se sabe que el atropellamiento de los animales muestra patrones relacionados con el tipo de vegetación, las condiciones climáticas y el comportamiento de las especies, encontrándose mayor incidencia de atropellamientos en animales de hábitos generalistas y oportunistas (14). Está establecido que el atropellamiento de fauna silvestre guarda relación con la época climática, porque suele coincidir con períodos reproductivos y disponibilidad de fuentes de alimento, lo que hace que aumente la probabilidad de cruce de caminos y carreteras, generando mayores probabilidades de colisión con los vehículos (15, 16, 17,18).

En Colombia, los estudios que dimensionen la frecuencia de atropellamientos en zonas de áreas viales cercanas a sistemas naturales protegidos o bosques circundantes, son incipientes y muchas veces son solo reportes periodísticos. El objetivo del presente estudio permitió valorar y comparar la mortalidad de fauna silvestre y su tasa debida a colisión en la vía que conduce de San Onofre, Sucre a María la Baja, Bolívar, esta carretera bordea la zona noroccidental de los Montes de María, Sucre, uno de los últimos refugios de bosque seco tropical del Caribe colombiano.

## Materiales y métodos

**Área de trabajo:** Vía asfaltada que discurre entre San Onofre en Sucre ( $9^{\circ}44'09''$  N y  $75^{\circ}31'58''$  O) y María la Baja en Bolívar ( $9^{\circ}59'38''$  N y  $75^{\circ}16'11''$  O), con una longitud de 49Km (Figura 1), la vía bordea la porción noroccidental de los Montes de María, que es una zona relictual de bosque seco tropical en el Caribe colombiano (19).



**Figura 1.** Área de estudio (Google earth, versión 5.0 libre)

**Método:** Se trabajó durante 6 meses continuos comprendidos entre octubre de 2014 y marzo de 2015, cubriendo época de sequía y época de lluvias; se realizaron dos recorridos por semana (lunes y jueves) para un total de 48 muestreos. Los recorridos se efectuaron entre las 05:00 y las 08:00 horas, con una velocidad media de 15km/hora, usando para el desplazamiento

to una moto con dos observadores (8, 20, 21,22).

Las muestras obtenidas fueron identificadas in situ, para lo cual se utilizaron las siguientes fuentes de información: anfibios la propuesta de Darrel Frost del American Museum of Natural History-AMNH (vers. 5.2, julio 15 de 2008); para reptiles la propuesta en The Reptile Database de Peter Uetz (octubre 15 de 2008); para aves la propuesta del South American Classification Comité, American Ornithologist'Union (vers. 11, diciembre 2008); además de los documentos pertinentes para aves y mamíferos (23, 24). Los nombres comunes son de tipo local. La tasa de atropellamiento se calculó teniendo en cuenta los individuos colectados por grupo y en total, días de muestreo y longitud de la vía (22). La información de flujo vehicular/día se obtuvo del peaje de San Onofre, Sucre.

**Análisis de información:** Para el análisis de los datos se utilizaron tablas de contingencias. Además, previa verificación de los postulados estadísticos se aplicó t de Student, y se calcularon porcentajes con el fin de explicar el volumen de atropellamiento por especie (25).

## Resultados

En la Tabla 1 se presentan los datos de atropellamiento por especie según la época climática analizada, se calcula la tasa de atropellamiento (TA) por grupo zoológico y en total, así mismo se establece el estatus específico.

Al aplicar T de Student para comparar estadísticamente las dos épocas muestreadas respecto de los atropellamientos totales se determina que no existe diferencia significativa ( $DS=13,213$ ,  $t=0,468$ ,  $df=31$ ,  $p=0,642$ ). No obstante, de manera particular analizando cada grupo respecto de la época climática se tiene que existe diferencia significativa para el grupo de las Aves ( $DS=1,449$ ,  $t=2,400$ ,  $f=9$ ,  $p=0,039$ ).

En la Tabla 2 se presenta la información porcentual de las especies por grupo con mayor registro de atropellamiento en concordancia con la época climática.

Con los datos de atropellamiento colectados y teniendo en cuenta que se trabajó en 48 sesiones o días, se tiene que una tasa diaria de atropellamiento (TA) de 0,328ind/día/km. Información detallada de la TA por grupo zoológico y época climática se resume en la Tabla 3. La media diaria de vehículos que circulan por esta vía es de 1.500.

**Tabla 1.** Número de individuos por especie atropellados de acuerdo con la época climática. Incluye estatus según categorías IUCN (2010): NE= No evaluado; LC= Preocupación menor; NT= Amenazado; VU= Vulnerable

Taxón	Especie	Nombre Común	Estatus	Sequia	Lluvia	Total
Anfibios	<i>Rhinella marina</i>	Sapo Común	LC	145	122	267
	<i>Scinax sp</i>	Rana		2	22	24
	<i>Leptodactylus bolivianus</i>	Saltona	LC	12	45	57
	Anfibios (NN)			29	38	67
	<b>Total Anfibios</b>			<b>188</b>	<b>227</b>	<b>415</b>
Reptiles	<i>Boa constrictor</i>	Boa	NE	4	1	5
	<i>Chironius carinatus</i>	Cazadora	NE	4	2	6
	<i>Clelia clelia</i>	Bibora	NE	2	1	3
	<i>Epicrates cenchria</i>	Candelilla	NE	4	17	21
	<i>Imantodes cenchoa</i>	Bejuquillo	NE	1	0	1
	<i>Leptodeira sp</i>	Ojo de gato	NE	18	34	52
	<i>Liophis lineatus</i>	Guarda Camino	NE	8	6	14
	<i>Liophis melanotus</i>	Guarda Camino	NE	3	2	5
	<i>Mastigodrias pleei</i>	Cazadora	NE	1	0	1
	<i>Micrurus sp</i>	Coral	NE	0	1	1
	<i>Oxyrhopus petola</i>	Gargantilla	NE	3	2	5
	<i>Pseudoboa newwiedii</i>	Coralito	NE	10	6	16
	<i>Spilotes pullatus</i>	Cazadora	NE	4	2	6
	<i>Iguana iguana</i>	Iguana	LC	39	1	40
	Serpientes (No identificadas)			9	4	13
	<b>Total Reptiles</b>			<b>110</b>	<b>79</b>	<b>189</b>
Aves	<i>Buteo magnirostris</i>	Gavilán	LC	5	4	9
	<i>Buteo sp</i>	Gavilán	LC	1	1	2
	<i>Campilorhynchus griseus</i>	Chupa huevo	LC	4	2	6
	<i>Cathartes aura</i>	Laura	LC	5	6	11
	<i>Columba domestica</i>	Paloma	NE	3	0	3
	<i>Coragyps atratus</i>	Golero	LC	0	1	1
	<i>Milvago chimachima</i>	Pigua	LC	2	0	2
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Chicha Fria	LC	5	2	7
	<i>Thraupis episcopus</i>	Azulejo	LC	4	3	7
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Garrochero	LC	2	1	3
	Aves (NN)			2	3	5
	<b>Total Aves</b>			<b>33</b>	<b>23</b>	<b>56</b>
Mamíferos	<i>Cerdocyon thous</i>	Zorra Perro	LC	9	28	37
	<i>Didelphis marsupialis</i>	Zorra Chucha	LC	41	3	44
	<i>Mus musculus</i>	Raton	NE	4	5	
	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo	LC	2	4	6
	<i>Tamandua mexicana</i>	Oso Hormiguero	LC	5	3	8
	Mamíferos (NN)			4	5	9
	<b>Total Mamíferos</b>			<b>65</b>	<b>48</b>	<b>113</b>
<b>Total especímenes atropellados</b>				<b>396</b>	<b>377</b>	<b>773</b>

**Tabla 2.** Porcentaje de las especies por grupo con mayor registro de atropellamiento de acuerdo a la época climática y total. N(número), %grupo(% de atropellamiento respecto del grupo zoológico), %Total(% de atropellamiento respecto del total de fauna atropellada).

Grupo	Especie	Sequía			Lluvia			Total		
		N	% Grupo	% Total	N	% Grupo	% Total	N	% Grupo	% Total
Anfibios	<i>Rhinella marina</i>	145	77,1	36,7	122	53,7	32,4	267	64,3	34,5
Reptiles	<i>Leptodeira sp</i>	18	16,4	4,5	34	43,0	9,0	52	27,5	6,7
	<i>Iguana iguana</i>	39	35,4	9,8	1	1,26	0,3	40	21,16	5,2
Aves	<i>Buteo magnirostris</i>	5	15,1	1,3	4	17,4	1,1	9	16,1	1,2
	<i>Cathartes aura</i>	5	15,1	1,3	6	26,1	1,6	11	19,6	1,4
Mamíferos	<i>Didelphis marsupialis</i>	41	63,1	10,3	3	6,25	0,8	44	38,9	5,7
	<i>Cerdocyon thous</i>	9	13,8	2,3	28	58,3	7,4	37	32,7	4,8

**Tabla 3.** Calculo de TA total, por grupo de acuerdo a la época climática.

Grupo	Sequía	Lluvia	Total
Anfibios	0,079	0,096	0,176
Reptiles	0,047	0,033	0,08
Aves	0,014	0,009	0,023
Mamíferos	0,027	0,02	0,047
<b>Total</b>	<b>0,168</b>	<b>0,160</b>	<b>0,328</b>

**Discusión**

En porcentaje los taxones de fauna silvestre con mayor atropellamiento están representados por anfibios y reptiles, la herpetofauna es el más vulnerada por atropellamiento en ese estudio (20, 22, 26, 27), de manera específica *Rhinella marina*, se detecta como una de las más atropelladas lo cual concuerda con trabajos similares llevados a cabo en Brasil y España (26, 28, 29).

Los resultados de este estudio, en el cual la mayor fauna atropellada pertenece a la herpetofauna, difiere de lo hallado para Brasil en casos tales como: la rodovía Br-262 en Mato Grosso do Sul y la rodovía BR-174 en Amazonas, en donde la mayor proporción estuvo representada por mamíferos seguida de aves y siendo los de menor expresión anfibios y reptiles (26, 30). Pero coincide con lo reportado para Tehuantepec, México (27, 31).

La alta proporción de atropellamientos registrada para *Iguana iguana* en época reproductiva, que sucede durante la sequía, momento en que las iguanas suelen atravesar las vías en busca de zonas para anidar, se le registra como colisionada en carreteras de México (27, 31) y en Venezuela (20, 22). Igualmente, el género *Leptodeira* al igual que en este estudio, se registra como una de las más atropelladas en vías de Venezuela (22).

De las aves, las carroñeras como *Buteo magni-*

*rostris* (Falconidae) y *Cathartes aura* (Cathartidae), son las de mayor representación, estas especies sufren atropellamientos en virtud de sus hábitos alimenticios, forrajean sobre la vía buscando cadáveres de animales (32, 34); como también se ven atraídas por residuos orgánicos arrojados a la carretera, que son fuentes valiosa de alimento para ellos (33).

En cuanto a los mamíferos se destacan porcentualmente *Didelphis marsupialis*, omnívoro de hábitos alimenticios oportunistas; se reporta como especie de común atropellamiento en vías de Antioquia (35); la alta frecuencia en las colisiones puede estar relacionada con su abundancia (35). Esta especie se identifica en una vía amazónica de Brasil como la más atropellada dentro de la fauna general colisionada (26), también arrollada frecuentemente en zonas bajas, concordando con lo que se registra en este estudio (14).

*Cerdocyon thous* posee un registro alto de atropellamiento entre los mamíferos, a esta especie se le registra como una de las que mayor suceso en colisiones nocivas dentro de los mamíferos en vías nacionales (35). Es una especie de una dieta amplia y oportunista, que como carnívoro llega a ser carroñero (36). Se le observa comúnmente en las carreteras y es una de las especies que cuenta con mayor número de muertes por autos en algunas zonas bajas de Suramérica (36).

El atropellamiento puede estar favorecido por el efecto de borde, porque una especie que coloniza orillas, es por lo general atraída por la favorabilidad de presas y cambios en la dinámica trófica del sistema (37), lo cual aumenta su población y por lo tanto su exposición a los efectos de la vía.

La época del año no tuvo influencia sobre los atropellamientos, en este caso no se hallaron diferencias es-

tadísticamente significativas, no obstante que numéricamente es mayor la colisión durante la sequía; pero al analizar el grupo de las aves las diferencias significativas muestran un mayor atropellamiento durante la sequía, lo cual puede ser atribuido a sus hábitos y a la oferta de alimento en la vía (27, 32). Es evidente que los factores climáticos poseen influencia sobre la oferta de alimento y época reproductiva, lo cual se relaciona con el mayor o menor número de atropellamientos (27); igualmente el mayor o menor cubrimiento de áreas para forrajeo se relaciona con la época del año, al finalizar las lluvias e iniciar la sequía la producción de frutos silvestres es mayor, la estacionalidad fenológica también afecta notablemente la composición, estructura y la dinámica del ecosistema (38). Para Venezuela se detectó que los meses de transición entre las estaciones de sequía y lluvias son los que poseen una mayor frecuencia de atropellamientos (22); mientras que en Brasil no se hallaron diferencias significativas entre la pluviosidad y los atropellamientos a lo largo de un año (26).

La TA total del presente estudio equivalente a 0,328ind/km/día es relativamente alta al compararla con lo establecido para Portuguesa, Venezuela, que está entre 0,1178 (39) y 0,1393 (22). En cuanto Reptiles, se determinó en este estudio una TA de 0,080ind/km/día, que es menor al 0,1393ind/km/día hallado para Portuguesa, Venezuela (22) pero resulta inferior a 0,0015ind/km/día reportado para Costa Rica (40). La tasa de atropellamientos (TA) en Aves del presente estudio equivalente a 0,023ind/km/día, es menor a los 0,0349ind/km/día determinada para Mato Grosso, Brasil (41) y mayor que los 0,0105ind/km/día hallada para Goias, Brasil (42). Para los Mamíferos la TA obtenida de 0,047ind/km/día es menor a los 0,0794ind/km/día determinados para Mato Grosso, Brasil (41) y a

los 0,0122ind/km/día detectados en Goias, Brasil (42).

El modelo de Tránsito Promedio Diario (TPD) (43), concluye que con un TPD es bajo cuando es  $\leq 2.500$ /día y que la tasa de mortalidad sería relativamente baja. Los resultados pertinentes de este estudio, al comparar las TA con otros estudios (22, 39, 42) no se concuerdan con lo planteado, ya que se tienen altas TA, tanto a nivel de grupo como en general.

Probablemente los resultados de este estudio subestiman la dimensión de la problemática, teniendo en cuenta que las aves carroñeras, así como los mamíferos y la actividad humana, como el flujo vehicular mismo, pueden desplazar los cadáveres (27). Además, no todos los individuos atropellados se pueden detectar, algunos al colisionar pueden caer fuera de la vía tras el impacto o quedar heridos y buscar refugio fuera de ella, por lo tanto la mortalidad real puede ser mucho mayor (44). La mortalidad de la fauna en las carreteras puede estar afectando a las poblaciones faunísticas, ya que la aplicación de medidas protectoras que minimicen el impacto son difíciles de concretar, así como lo es concientizar a la gente del daño que pueden generar con sus vehículos y con una forma no adecuada de conducción (1, 44, 45).

La importancia de calcular la TA, radica ecológicamente en que se convierte en un método indirecto de valoración poblacional, las muertes de animales por atropellamientos en la carretera son análogas a las “capturas por unidad de esfuerzo” donde la “captura” es el número de animales atropellados y el “esfuerzo” es una función directa del tráfico vehicular. Ante un incremento en el tráfico, una disminución o estancamiento en la TA se puede interpretar como un decrecimiento de la población de la especie analizada (22, 46).

## BIBLIOGRAFÍA

1. Clevenger A, Huijser M. Wildlife crossing structure handbook, Design and evaluation in North America. Technical report No. FHWA-CFL/TD-11-003. Western Transportation Institute. Bozeman, USA; 2011.
2. Heilman Jr GE, Strittholt JR, Slosser NC, Dellasala DA. Forest fragmentation of the conterminous United States: assessing forest intactness through road density and spatial characteristics. *Bioscience* 2002; 52:411-422.
3. Craighead AC, Roberts EA. Craighead FL. Bozeman pass wildlife linkage and highway safety study. Proceedings of the International Conference on Ecology and Transportation. Keystone, Colorado, USA; 2001.

4. Coffin AW. From roadkill to road ecology: A review of the ecological effects of roads. *Journal of Transport Geography* 2007; 15:396-406.
5. Haggett P. *Locational Analysis in Human Geography*. Edward Arnold Ed. London; 1965.
6. Saunders SC, Mislivets MR, Chen J, Cleland DT. Effects of roads on landscape structure within nested ecological units of the Northern Great Lakes Region, USA. *Biological Conservation* 2002; 103:209-225.
7. Bhattacharya M, Primack RB, Gerwein J. Are roads and railroads barriers to bumblebee movement in a temperate suburban conservation area. *Biological Conservation* 2003; 109:37-45.
8. Hawbaker TJ, Radeloff VC. Roads and landscape pattern in Northern Wisconsin based on a comparison of four road data sources. *Conservation Biology* 2000; 18:1233-1244.
9. Forman RTT, Alexander LE. Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecology and Systematics* 1998; 1:207-232.
10. Bennett AF. Roads, roadsides and wildlife conservation: a review. En: Saunders DA, Hobbs RJ. (Eds.). *Nature Conservation 2: The Role of Corridors*. Surrey Beatty. Chipping Norton, Australia; 1991:99-117.
11. Aresco M. The effect of sex-specific terrestrial movements and roads on the sex ratio of freshwater turtles. *J Biol Cons* 2005; 123:37-44.
12. Rosa A, Mahus J. Atropelamientos de animales silvestres na rodovia RS-040. *Rev Cad Pesq Biol* 2005; 16(1):35-42.
13. Gumier F, Sperber C. Atropelamientos de vertebrados na Floresta Nacional de Carajás, Pará, Brasil. *Acta Amazonica* 2009; 39(2):459-466.
14. Pinowski J. Roadkills of Vertebrates in Venezuela. *Rev Bras Zool* 2005; 22(1):191-196.
15. Erritzoe J, Mazgajski T, Rejt L. Bird casualties on European roads - a review. *Acta Ornithologica* 2004; 38(2):1-9.
16. Langley R, Higgins S, Herrin K. Risk factors associated with fatal animal-vehicle collisions in the United States, 1995-2004. *Wild Env Med* 2006; 17(4):229-239.
17. Ramp D, Wilson V, Croft D. Assessing the impacts of roads in peri-urban reserves: Road-based fatalities and road usage by wildlife in the Royal National Park, New South Wales, Australia. *J Biol Cons* 2006; 129(3):348-359.
18. Glista D, Devaulty T, Dewoodyz JA. Review of mitigation measures for reducing wildlife mortality on roadways. *J Landsc Urb Plan* 2009; 91:1-7.
19. Holdridge LR. *Life zone ecology*. Sci. Cient. San José de Costa Rica; 1967.
20. Ramo C, Busto B. Influencia de las carreteras sobre la mortalidad de la fauna silvestre en el área Guanare-Masparro. *Revista Unellez de Ciencia y Tecnología* 1986; 4:33-38.
21. Dodd Jr CK, Barichivich WJ, Smith LL. Effectiveness of a barrier wall and culverts in reducing wildlife mortality on a heavily traveled highway in Florida. *Biological Conservation* 2004; 118:619-631.
22. Seijas AE, Araujo-Quintero A, Velásquez N. Mortalidad de vertebrados en la carretera Guanare-Guanarito, Estado Portuguesa, Venezuela. *Rev. Biol. Trop* 2013; 61(4):1619-1636.
23. Hilty SL, Brown WL. *A guide to the Birds of Colombia*. Princeton University Press. New Jersey, USA; 1986.
24. Eisenberg JF. *Mammals of the Neotropics. The Northern Neotropics. Vol.1*. The University of Chicago Press. Chicago, USA; 1989.
25. Zar JH. *Biostatistical Analysis*. 4th. Ed. Prentice Hall. Upper Saddle River, NJ. USA; 1999.
26. Omena-Junior R, Pantoja-Lima J, Santos ALW, Ribeiro GAA, Aride PHR. Caracterização da fauna de vertebrados atropelada na rodovia BR – 174, Amazonas, Brasil. *Rev. Col. Ciencia Animal* 2013; 4(2):291-307.
27. Grosselet M, Villa-Bonilla B, Ruiz-Michael G. Afectaciones a vertebrados por vehículos au-

- tomotores en 1,2 km de carretera en el istmo de Tehuantepec. Proceedings of the Fourth International Partners in Flight Conference: Tundra to Tropics 2008; 1:227-231.
28. Santos X, Llorente GA, Montori A, Carretero MA, Franch M, Garriga N, Ritcher-Boix A. Evaluating factors affecting amphibian mortality on roads: the case of the Common Toad Bufo bufo, near a breeding place. *Animal Biodiversity and Conservation* 2007; 30(1):97-104.
  29. Becerril-Morales F. Sapos atropellados: mortalidad no natural del sapo marino (*Rhinella marina*; *Bufo*), en Puerto Angel, Oaxaca. *Ciencias y Mar* 2001; (13):47-52.
  30. Lima S. BR 262 continua palco de atropelamento de animais em extinção, capital do Pantanal. Consultado junio 27, 2012. en <http://capitaldopantanal.com.br/cdp/regional/14785.html>; 2012.
  31. Puc-Sánchez JI, Delgado-Trejo C, Mendoza-Ramírez E, Suazo-Ortuño I. Las carreteras como una fuente de mortalidad de fauna silvestre en México. *CONABIO Biodiversitas* 2013; 11:12-16.
  32. Noss R. The ecological effects of roads. Consultado junio 10, 2005, en: <http://www.ecoaction.org/dt/roads.html>; 2002.
  33. Cupul F. Víctimas de la carretera: fauna apachurrada. México: Gaceta CUC, departamento de ciencias, centro universitario de la costa; 2002.
  34. Arroyave M, Gómez C, Gutiérrez M, Múnera D, Zapata P, Vergara I. Impactos de las carreteras sobre la fauna silvestre y sus principales medidas de manejo. *Rev EIA* 2006; 1(5):45-57.
  35. Delgado VCA. Muerte de mamíferos por vehículos en la vía del Escobero, Envigado (Antioquia), Colombia. *Actual Biol* 2007; 29(87):229-233.
  36. Vieira EM. Highway mortality of mammals in central Brazil. *Journal of the Brazilian Association for the Advancement of Science* 1996; 48:270-272.
  37. Kattán G. Fragmentación: patrones y mecanismos de extinción de especies. En: Guariguata MR, Kattán G. (Eds.). *Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales* (561-590). Libro Universitario Regional. Cartago, Costa Rica; 2002.
  38. Quigley MF, Platt WJ. Composition and structure of seasonally deciduous forests in the Americas. *Ecological Monographs* 2003; 73:87-106.
  39. Pacheco P. Evaluación de la mortalidad de fauna silvestre por atropellamiento en la carretera Guanare-Guanarito, estado Portuguesa. Universidad Nacional Experimental de los Llanos (UNELLEZ), Guanare, Venezuela. Consultado marzo 14, 2014, en [http://dl.dropbox.com/u/90486101/Pacheco Maica 1993.pdf](http://dl.dropbox.com/u/90486101/Pacheco%20Maica%201993.pdf); 1993.
  40. Monge-Nájera J. Vertebrate mortality on tropical highways: The Costa Rica case. *Vida Silvestre Neotropical* 1996; 5(2):154-156.
  41. Melo ES, Santos-Filho M. Efeitos da BR-070 na Província Serrana de Cáceres, Mato Grosso, sobre a comunidade de vertebrados silvestres. *Revista Brasileira de Zoociencias* 2007; 9(2):185-192.
  42. Cunha HF, Moreira FGA, Silva SSD. Roadkill of wild vertebrates along the GO-060 road between Goiânia and Iporá, Goiás State, Brazil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences* 2010; 32(3):257-263.
  43. Seiler A. Ecological Effects of roads – a review. Introductory Research Essay 9. Department of Conservation Biology, Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala, Suecia; 2003.
  44. Bafaluy JJ. Mortandad de murciélagos por atropello en carreteras del sur de la provincia de Huesca. *Galemys* 2000; 12(1):15-23.
  45. Taylor BD, Goldingay RL. wildlife roadkills on three major roads in North-Eastern New South Wales. *Wildlife Research* 2004; 31:83-91.
  46. Fahrig L, Neil, KE, Duquesnel JG. Interpretation of joint trends in traffic volume and traffic related wildlife mortality: a case study from Key Largo, Florida. Florida, Road Ecology Center, John Muir Institute of the Environment, UC Davis. Environment. UC Davis, USA; 2001.