

MORTALIDAD DE FAUNA POR ATROPELLO VEHICULAR EN UN SECTOR DE LA VÍA PANAMERICANA ENTRE POPAYÁN Y PATÍA*

Julio César Castillo-R.¹, Deisy Urmendez-M.², Giselle Zambrano-G.³

Resumen

Durante 50 muestreos se registró el número de animales arrollados por vehículos en un segmento de 92 km de la vía Panamericana entre Popayán y Patía; se encontraron 894 vertebrados, de los cuales 362 fueron mamíferos, 288 anfibios, 186 aves y 58 reptiles. Las especies que presentaron mayor frecuencia de atropello fueron: *Rhinella marina* el único anfibio registrado y *Didelphis marsupialis* con 223 casos. Además, mediante el índice kilométrico de abundancia (IKA) se identificaron los sectores que exhibieron mayor incidencia de atropellos con un IKA mayor de 0,2, correspondientes a La Cabaña-Timbío, El Bordo-Patía, Popayán-La Cabaña y Río Esmita-Piedra Sentada. Por lo anterior, se proponen algunas estrategias como posibles soluciones para minimizar el riesgo de colisión con animales sobre la vía Panamericana.

Palabras clave: efecto de las carreteras, atropellos, vía Panamericana, vertebrados silvestres, índice kilométrico de abundancia.

FAUNA MORTALITY BECAUSE OF VEHICLE ACCIDENTS IN AN AREA OF THE PAN-AMERICAN HIGHWAY BETWEEN POPAYÁN AND PATÍA

Abstract

The total of animals run over by vehicles in a 92 kilometers segment of the Pan-American Highway between Popayán and Patía was recorded through 50 samplings and 894 vertebrates were found, from which 362 were mammals, 288 amphibians, 186 birds and 58 were reptiles. The species that showed a higher frequency of being run over were: *Rhinella marina*, the only amphibious registered, and *Didelphis marsupialis* with 223 cases. Furthermore, by using the Kilometric Abundance Index (*KAI*), the sectors that showed a highest incidence of accidents were identified, with an *KAI* greater than 0.2, corresponding to La Cabaña-Timbío, El Bordo-Patía, Popayán-La Cabaña and Río Esmita-Piedra Sentada. Consequently, some strategies as potential solutions to minimize the risk of collision with animals on the Pan-American Highway are proposed here.

Key words: effect of roads, run over, Pan-American Highway, wild vertebrates, kilometer abundance index.

* FR: 2-XI-2014 - FA: 21-X-2015

¹ Biólogo. Universidad del Cauca. Popayán, Colombia. E-mail: jucastillo@gmail.com

² Bióloga. Universidad del Cauca. Popayán, Colombia. E-mail: deisyumedina@gmail.com

³ Magister. Bióloga. Profesora Titular Departamento de Biología, FACNED, Universidad del Cauca, Grupo de Investigación en Geología, Ecología y Conservación – GECO. Popayán, Colombia. E-mail: gzambranog@unicauca.edu.co

CÓMO CITAR:

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. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 19 (2): 207-219. DOI : 10.17151/bccm.2015.19.2.12



INTRODUCCIÓN

El rápido desarrollo de las ciudades y el aumento de la población humana han incrementado la red vial, y con ello surge una nueva fuente de mortalidad de fauna que se ha convertido en una amenaza cada vez mayor para las poblaciones de animales (ARROYAVE *et al.*, 2006). Si bien, las carreteras hacen parte integral de nuestra sociedad debido a sus múltiples beneficios (comunicación, economía, y recreación) (VARGAS *et al.*, 2006), el crecimiento de esta infraestructura puede afectar el estado de la biodiversidad, tanto local como regionalmente (FORMAN & ALEXANDER, 1998).

La pérdida de hábitat, la mortalidad de especies, la perturbación, la fragmentación de la cobertura vegetal y la creación de nuevos microhábitats son considerados como efectos primarios que se derivan de la construcción de carreteras (VARGAS *et al.*, 2006). El atropello de fauna es el impacto directo más fácil de reconocer, debido a que en las carreteras se observan los cuerpos de los animales muertos (ARROYAVE *et al.*, 2006).

Sobre el atropello de fauna se han realizado diversas investigaciones especialmente en Estados Unidos, algunos países europeos y en Australia (SMITH & DODD, 2003), las cuales revelan cifras preocupantes del número de animales atropellados y la amenaza que esto representa para ciertas especies en el futuro (ARROYAVE *et al.*, 2006), y aunque la mortalidad de fauna en carreteras es un problema generalizado, esta ha sido poco estudiada en Colombia (AGUDELO, 2011) y para el departamento del Cauca no existe ninguna investigación.

Por tanto, teniendo en cuenta que la vía Panamericana es el eje vial más importante del departamento, al permitir la comunicación del suroccidente colombiano con el resto del país (ESTRADA *et al.*, 2011), se identificaron las especies afectadas por atropello vehicular, y se determinó el número de animales muertos y los puntos de la carretera donde se presentó mayor mortalidad. Información que permite determinar con precisión los efectos locales que genera la carretera para la implementación de estrategias que contribuyan a minimizar el riesgo de accidentes vehiculares con la fauna.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de muestreo

El área de muestreo correspondió a 92 km de la vía Panamericana, comprendidos entre la ciudad de Popayán y el municipio del Patía, (entre 02°25'59,5" N - 76°37'26,7" W y 02°04'19,6" N - 77°03'20,4" W), el rango altitudinal varía desde 1757 y 639 msnm, con temperatura media anual que va desde los 18,7°C en la ciudad de Popayán

a los 25,6°C en el municipio del Patía; el trayecto atraviesa las localidades de Timbío, Rosas, Párraga, Piedra Sentada, El Bordo y La Lupa (Figura 1). Este trayecto de la carretera Panamericana es de doble calzada, desprovisto de señalización para la conservación de la fauna; la velocidad máxima permitida es de 80 km/h entre la ciudad de Popayán y el municipio de Timbío y entre 30 y 60 km/h en el resto del recorrido. Según la clasificación de HOLDRIDGE (1978), el área comprende tres zonas de vida, correspondientes a bosque muy húmedo Premontano Tropical (bmh-PM/T), bosque húmedo Premontano Tropical (bh-PM), y bosque seco Tropical (bs-T), además de dos zonas de transición.

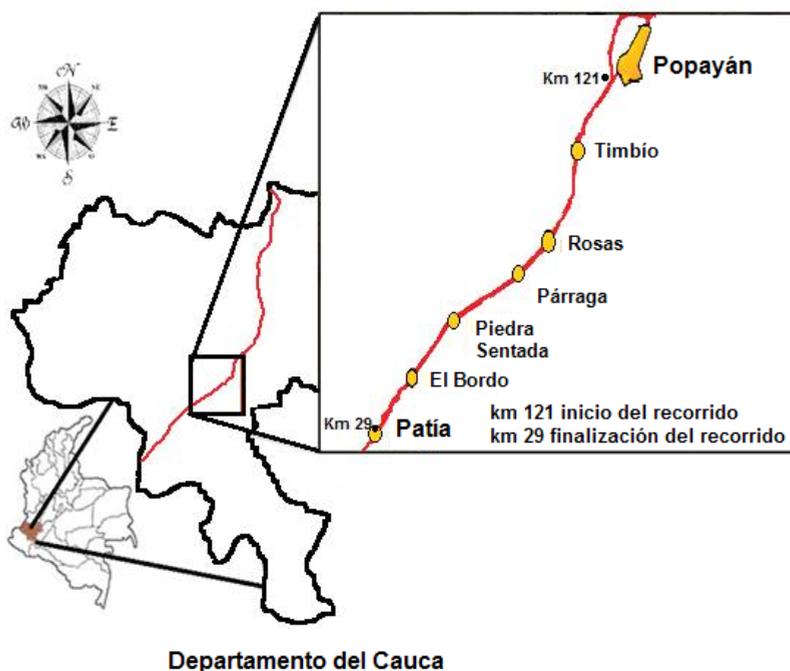


Imagen modificada de Google imágenes 2013 e INVIAS (2009).

Figura 1. Ubicación geográfica del área de muestreo y recorrido de la vía Panamericana entre Popayán y Patía.

Mortalidad de fauna por atropello

Durante cinco meses comprendidos entre agosto y diciembre de 2012 se realizaron 50 muestreos, con el objetivo de registrar la fauna muerta por atropello vehicular. Los muestreos se realizaron en motocicleta cuatro veces por semana (dos de ida y dos de vuelta), a una velocidad de 25 km/h. Se observó todo el ancho de la carretera y los límites correspondientes a los drenajes de aguas lluvias. Para cada individuo

encontrado se registró fecha, hora, sitio, coordenadas, altitud, nombre común, especie, clase, edad y observaciones (hembra con crías y estado del individuo: fresco, reciente, seco). La colecta se realizó aplicando formol a los cuerpos y preservándolos en bolsas herméticamente selladas y debidamente rotuladas, todos los cuerpos de los animales atropellados fueron removidos para evitar doble registro. La identificación se realizó con ayuda de guías de campo (EMMONS, 1999; HILTY & BROWN, 2001) y por consulta a especialistas. Debido al mal estado en que se encontraron los cuerpos de los animales no fue posible depositarlos en la colección del Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca.

Determinación de puntos críticos

Se realizó el índice kilométrico de abundancia (IKA) (FERRY & FROCHOT, 1958), que corresponde a una medida de frecuencia que relaciona el número de atropellos con el número de kilómetros recorridos, de manera que permite comparar tramos de diferente longitud; mediante la fórmula:

$$\text{IKA} = \text{No. de atropellos} / (\text{No. de km} * \text{No. recorridos})$$

Para la determinación de los puntos críticos de la carretera se dividió el área de muestreo por tramos, los cuales se caracterizaron considerando la altitud y el grado de antropización (alto, bajo). Los tramos (9) corresponden a: (1) Popayán-La Cabaña, (2) La Cabaña-Timbío, (3) Timbío-Encenillo, (4) Encenillo-Quilcacé, (5) Quilcacé-Rosas, (6) Rosas-Puente río Esmita, (7) Puente río Esmita-Piedra Sentada, (8) Piedra Sentada-El Bordo y (9) El Bordo-Patía.

Análisis de resultados

Se realizó estadística descriptiva, con el propósito de obtener el promedio, la media y la moda del número de atropellos, así como el máximo y el mínimo de atropellos que se puedan presentar diariamente, utilizando el paquete estadístico SPSS (versión 19.0). También, se aplicó la prueba de Chi-cuadrado para contrastar si las frecuencias observadas, de los individuos atropellados por clase, dependían del estado del tiempo (soleado, nublado o lluvioso) y del tramo en la carretera donde fueron encontrados.

RESULTADOS

Se registraron 894 individuos atropellados en 50 recorridos (Tabla 1), de los cuales 810 se identificaron hasta género o especie. Además, se contabilizaron 48 manchas de sangre sobre la vía, asignables a un atropello, pero que no se clasificaron dentro de los grupos faunísticos (mamíferos, aves, reptiles o anfibios) debido a que no se encontró la

posible víctima, a pesar de realizar una inspección minuciosa del sitio y sus alrededores. El promedio de animales atropellados por día fue de 17,88 (DE = 9,88), siendo el mínimo seis y el máximo de 53 atropellos y el valor más frecuente (moda) fue de 10.

Tabla 1. Especies atropelladas en 92 km de la vía Panamericana entre Popayán y Patía.

Familia	Nombre común	Nombre científico	No. de atropellos
Clase Mammalia			
Didelphidae	Chucha común	<i>Didelphis marsupialis</i>	223
Canidae	Perro doméstico	<i>Canis lupus familiaris</i>	65
	Zorro	<i>Cerdocyon thous</i>	1
Felidae	Gato doméstico	<i>Felis catus</i>	31
	Tigrillo	<i>Leopardus tigrinus</i>	2
Muridae	Ratón	<i>Mus musculus</i>	17
	Rata	<i>Rattus norvegicus</i>	2
Dasypodidae	Armadillo	<i>Dasypus novemcinctus</i>	6
Mustelidae	Chucuro	<i>Mustela frenata</i>	3
Bovidae	Vaca/Toro	<i>Bos indicus</i>	1
Phyllostomidae	Murciélago	<i>Artibeus</i> sp.	1
	Murciélago	Subfamilia <i>Carollinae</i>	4
Sin determinar			6
Clase Aves			
Phasianidae	Gallina/Gallo doméstico	<i>Gallus gallus</i>	32
Cathartidae	Gallinazo	<i>Coragyps atratus</i>	19
Columbidae	Torcaza	<i>Zenaida auriculata</i>	3
Cuculidae	Chao Luis	<i>Crotophaga ani</i>	6
Strigidae	Búho	<i>Megascops choliba</i>	3
Trochilidae	Colibrí	<i>Chalybura buffonii</i>	2
Momotidae	Barranquero	<i>Momotus aequatorialis</i>	1
Thamnophilidae	Pájaro grillo	<i>Thamnophilus</i> sp.	4
Furnariidae	Chamicero	<i>Synallaxis brachyura</i>	1
	Chamicero	<i>Synallaxis</i> sp.	1
Tyrannidae	Petirrojo o liberal	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	5
	Toreador	<i>Tyrannus melancholicus</i>	4
Troglodytidae	Cucarachero	<i>Troglodytes aedon</i>	3
Turdidae	Chiguaco	<i>Turdus ignobilis</i>	6
	Soma	<i>Ramphocelus flammigerus</i>	3
Thraupidae	Azulejo	<i>Thraupis episcopus</i>	13
	Azulejo de cabeza roja	<i>Tangara gyrola</i>	4

Familia	Nombre común	Nombre científico	No. de atropellos
	Volatinero negro	<i>Volatinia jacarina</i>	1
Emberizidae	Espiguero capuchino	<i>Sporophila nigricollis</i>	1
	Semillero pardo	<i>Tiaris obscurus</i>	2
Cardinalidae	Saltador rayado	<i>Saltator striatipectus</i>	1
Sin determinar			70
Clase Reptilia			
	Culebra rayuela	<i>Dendrophidion bivittatus</i>	4
	Culebra bejuca	<i>Oxybelis aeneus</i>	17
Colubridae	Culebra guache	<i>Chironius monticola</i>	4
	Culebra babosera	<i>Sibon nebulata</i>	7
	Falsa coral	<i>Erythrolamprus bizonus</i>	8
	Culebra cazadora	<i>Drymarchon melanurus</i>	1
	Culebra cazadora negra	<i>Clelia clelia</i>	4
	Elapidae	Coral rabo de ají	<i>Micrurus mipartitus popayanensis</i>
Viperidae	Equis patiana	<i>Bothrops ayerbeii</i>	
Sin determinar			4
Clase Anfibia			
Bufo	Sapo común	<i>Rhinella marina</i>	288
Total			894

De los individuos atropellados solo se determinó el sexo de 271 animales debido al mal estado en que se encontraron la mayoría de los cuerpos, lo que representó el 30,31% de los registros, de los cuales el 17,67% fueron machos y el 12,64% hembras, por tanto no se puede asegurar que los atropellos registrados sobre la vía Panamericana estén afectando en mayor proporción uno de los sexos. Se encontraron 749 individuos de fauna silvestre (84%) y 145 de fauna doméstica (16%), indicando que las carreteras son uno de los principales factores de mortalidad no natural, causando un efecto negativo tanto sobre las especies domésticas como las silvestres, que en este caso fueron las más afectadas.

Los mamíferos fue el grupo con mayor incidencia de atropellos con 362 individuos de 10 especies. *Didelphis marsupialis* (Figura 2a) con un 61,6% fue la especie más frecuente en los registros, seguida de *Canis lupus familiaris* con un 17,9% y *Felis catus* con 8,6%. El segundo grupo con mayor número de individuos atropellados fueron los anfibios con 288 registros (Tabla 1), representado únicamente por *Rhinella marina* (sapo común) (Figura 2b).

En cuanto a las aves, el tercer grupo con incidencia en los atropellos, la mayor parte de los registros se concentraron en las familias Phasianidae, Thraupidae (Figura 2c) y Cathartidae con un porcentaje de atropellos de 17,2%, 10,7% y 10,2% respectivamente; se identificaron 19 especies, de las cuales *Gallus gallus*, *Coragyps atratus* y *Thraupis episcopus* fueron las más afectadas (Tabla 1).

Finalmente, los reptiles representan el grupo con menor incidencia de atropellos, con 58 registros correspondientes únicamente a serpientes; se identificaron 9 especies, pertenecientes a las familias Colubridae, Viperidae y Elapidae. *Oxybelis aeneus* fue la especie encontrada con mayor frecuencia (29,3%) (Figura 2d).



Figura 2. Algunas especies de vertebrados atropellados en 92 km de la vía Panamericana, entre Popayán y Patía. **a.** *Didelphis marsupialis*. **b.** *Rhinella marina*. **c.** *Thraupis episcopus*. **d.** *Oxybelis aeneus*.

Se estableció que el estado del tiempo influía en la cantidad de individuos atropellados ($X^2 = 156,9$, $gl = 6$, $p = 0,05$). En tiempo soleado la frecuencia de atropellos de mamíferos, aves y reptiles fue superior a la esperada, mientras que el tiempo lluvioso favoreció el atropello de los anfibios, en este caso de *Rhinella marina* (sapo común), puesto que se registraron 68 individuos atropellados cuando se esperaban 35, igualmente ocurre en días nublados en donde la frecuencia de los anfibios registrada fue superior a la esperada (Tabla 2).

Tabla 2. Tabla de contingencia aplicando la prueba de Chi-cuadrado. Influencia del estado del tiempo en la cantidad de individuos atropellados por clase.

			CLASE				Total
			Mammalia	Aves	Reptiles	Anfibios	
ESTADO DEL TIEMPO	Soleado	Recuento	231	106	33	55	425
		Frecuencia esperada	172,1	88,4	27,6	136,9	425,0
	Lluvioso	Recuento	30	6	5	68	109
		Frecuencia esperada	44,1	22,7	7,1	35,1	109,0
	Nublado	Recuento	101	74	20	165	360
		Frecuencia esperada	145,8	74,9	23,4	116,0	360,0
Total		Recuento	362	186	58	288	894
		Frecuencia esperada	362,0	186,0	58,0	288,0	894,0

Teniendo en cuenta estos resultados, los mamíferos, las aves y los reptiles son menos atropellados en tiempo lluvioso y nublado, probablemente debido a que, según GUMIER & SPERBER (2009), la mayoría de los animales cuando se presentan lluvias se refugian bajo la vegetación y por tanto no salen a la carretera. Además, por observación directa, se pudo establecer que cuando el asfalto se encuentra mojado o se presentan fuertes aguaceros los conductores disminuyen la velocidad, lo que de cierta manera contribuye a que la fauna tenga más tiempo de reaccionar y así evitar ser atropellada.

Por otra parte, según el índice kilométrico de abundancia (IKA), se obtuvo que en los 92 km de la vía Panamericana cuatro tramos presentaron el mayor número de individuos atropellados: (1) La Cabaña-Timbío con 77 atropellos de animales silvestres, 13 domésticos y 5 manchas; (2) El Bordo-Patía con 153 atropellos de fauna silvestre, 19 de fauna doméstica y 9 manchas; (3) Popayán-La Cabaña con 47 atropellos de fauna silvestre, 22 de fauna doméstica y 8 manchas, y (4) Puente río Esmita-Piedra Sentada con 121 atropellos de fauna silvestre, 13 de fauna doméstica y 7 manchas; estos tramos tuvieron un IKA mayor de 0,2 (Tabla 3). Por lo anterior, estos tramos resultaron ser puntos críticos tanto para la fauna silvestre como para la doméstica.

Tabla 3. Distribución de IKAs por tramos para fauna silvestre y doméstica.

Tramo	km del tramo	No. de atropellos	km recorridos	IKA
(1) Popayán-La Cabaña	6	77	300	0,257
(2) La Cabaña-Timbío	6	95	300	0,317
(3) Timbío-Encenillo	11	81	550	0,147
(4) Encenillo-Quilcacé	7	44	350	0,126
(5) Quilcacé-Rosas	6	48	300	0,16
(6) Rosas-Puente río Esmita	17	160	850	0,189
(7) Puente río Esmita-Piedra Sentada	14	141	700	0,201
(8) Piedra Sentada-El Bordo	12	115	600	0,192
(9) El Bordo-Patía	13	181	650	0,278

Las diferencias entre el número de individuos atropellados y el tramo de la carretera fue significativa en todos los grupos (Mamíferos $X^2 = 66,14$, $gl = 8$, $p = 0,05$; Aves $X^2 = 67,60$ $gl = 8$, $p = 0,05$; Anfibios $X^2 = 146,93$, $gl = 8$, $p = 0,05$; Reptiles $X^2 = 34,28$, $gl = 8$, $p = 0,05$), pero en cada tramo se vio afectado a un grupo diferente, así el tramo El Bordo-Patía muestra mayor afectación para mamíferos, los tramos Rosas-Puente río Esmita y Puente río Esmita-Piedra Sentada para anfibios y Piedra Sentada-El Bordo para aves.

DISCUSIÓN

Se consideran a los mamíferos como víctimas frecuentes en las carreteras alrededor del mundo (PINOWSKI, 2005) y al parecer los marsupiales son un grupo que puede estar afectado en mayor proporción (GOTTDENKER *et al.*, 2001; OSORIO & MAUHS, 2004). La frecuencia de atropello de *D. marsupialis* se puede atribuir a la abundancia de esta especie en la región y a su comportamiento de alimentarse de otros animales atropellados. Por observación directa se estableció que por su hábito nocturno son encandiladas con la luz de los vehículos, dejándolas inmóviles y por tanto más susceptibles a morir atropelladas; similares resultados fueron obtenidos por VARGAS *et al.* (2006) y DELGADO (2007) en la Reserva Forestal Bosque de Yotoco y en la vía del Escobero en Antioquia. Por otra parte, la frecuencia de atropellos de *C. lupus familiaris* y *F. catus*, se relaciona con su naturaleza doméstica, lo que hace que muchos de estos individuos mueran atropellados por los vehículos al permanecer cerca de la vía.

También, cabe destacar que entre los mamíferos se encontraron dos ejemplares de *Leopardus tigrinus* de la familia Felidae, que se encuentran bajo la categoría Vulnerable en nuestro país (RODRÍGUEZ *et al.*, 2006) y por su estatus de conservación se debería evitar que se sigan presentando atropellos vehiculares sobre esta especie.

En cuanto a los anfibios, principalmente los sapos, han sido registrados en muchas investigaciones como propensos a ser atropellados (SHINE *et al.*, 2004), lo cual es atribuido a su comportamiento oportunista y a su capacidad de soportar altos niveles de perturbación (FORMAN & ALEXANDER, 1998), esto sin contar que los individuos de esta especie utilizan las vías como rutas de dispersión (BROWN *et al.*, 2006), se alimentan de invertebrados asociados a la vegetación de borde y pueden reproducirse en charcas temporales que se forman a los lados de las vías después de fuertes lluvias (VARGAS *et al.*, 2011).

Según los resultados obtenidos, *R. marina* registró mayor frecuencia de atropellos, a inicios del mes de octubre donde se presentaron fuertes lluvias en el día y la noche, que se dieron luego de un prolongado periodo seco de aproximadamente cinco meses a raíz del fenómeno de El Niño, hecho que coincide con lo planteado por SANTOS *et al.* (2011) y VARGAS *et al.* (2011).

Las causas de la mortalidad de aves por atropello vehicular en la vía Panamericana, se pueden relacionar con la concentración de vegetación arbórea y arbustiva en los márgenes de la carretera y ambientes contiguos que han sido transformados en áreas de cultivos y pastizales, reduciendo así la disponibilidad de sitios de paso para estas especies. Asimismo, por observación directa se pudo establecer que por lo general las aves cruzan o se mantienen en el borde de la vía en busca de alimento.

En la época en que se realizaron los muestreos, sobre la carretera y drenajes de agua lluvia (tramo Piedra Sentada-El Bordo) se podían encontrar guayabas (*Psidium guajava*) y mangos (*Mangifera indica*), los cuales eran consumidos por las aves (*Turdus ignobilis*, *Ramphocelus flammigerus*, *Thraupis episcopus* y *Tangara gyrola*) haciéndolas más susceptibles a ser atropelladas o golpeadas, debido a su bajo vuelo y a su larga permanencia sobre la carretera. De igual manera, se pudo inferir que las aves mueren al chocar con los vehículos y no directamente atropelladas, debido a que varias de las especies se encontraron a orillas de la carretera, coincidiendo con lo planteado por TREJO & SEIJAS (2003), quienes afirman que las aves pueden colisionar contra las ventanas de los vehículos quedando heridas y pudiéndose desplazar unos cuantos metros y ocultarse entre la vegetación.

El comportamiento de termorregulación de las serpientes sobre sustratos calentados por el sol, como las superficies de las carreteras, ha sido señalado como una importante causa de los atropellos (ASHLEY & ROBINSON, 1996), hecho que concuerda con los 33 individuos de serpientes registrados en días soleados. Adicional a esto, dos serpientes se encontraron después de presentarse un fuerte incendio en inmediaciones a la carretera, lo que hace suponer que estaban tratando de huir de las llamas cuando fueron alcanzadas por los vehículos, debido a que muchos reptiles utilizan las vías como conductos para el movimiento (BREHME *et al.*, 2013). Se ha establecido que individuos de algunas especies de serpientes se inmovilizan ante la aproximación de un vehículo, comportamiento que ha sido discutido como una estrategia antidepredatoria que evolucionó en serpientes y que las hace reaccionar de forma equívoca ante estímulos antropogénicos, como la luz artificial de los vehículos (ANDREWS & GIBBONS, 2005); estos hechos podrían influir en la cantidad de atropellos que se puedan presentar sobre este grupo faunístico.

En cuanto a los tramos que resultaron ser puntos críticos, estos se caracterizan por poseer una densa vegetación arbórea y arbustiva a ambos lados de la carretera, por tanto muchos animales se pueden sentir atraídos a permanecer en estos lugares haciendo uso de los recursos, debido a que no existen barreras que impidan que las especies salgan a la carretera. Además, se evidenció que varios vehículos que circulaban por la vía Panamericana lo hacían a más de 100 km/h, excediendo los límites permisibles de velocidad, situación favorecida por la topografía del terreno y el buen estado de la carretera en determinados sectores como en el tramo La Cabaña-Timbío y eliminando

cualquier posibilidad de reacción por parte del conductor, al encontrar algún animal sobre la vía. Igualmente, en ciertas secciones de la carretera, como en el caso del tramo comprendido entre El Bordo-Patía, se encuentran árboles que tienden a unirse en el dosel, en donde se observó que permanecían algunas de las especies registradas como *T. episcopus*, *T. gyrola* y *T. ignobilis*.

Las aves fue el grupo que tuvo el mayor número de especies afectadas en la zona de transición de bh-PM/T//bs-B/T, probablemente este sector les brinda la cantidad de alimento y las condiciones climáticas como temperatura y humedad que favorecen su desarrollo, además se tiene que varias de las especies encontradas en la zona de transición también se hallan en el bh-PM/T y en el bs-B/T, tales como *C. atratus*, *T. episcopus* y *Troglodytes aedon*, especies de hábitos generalistas y que se adaptan bien a ambientes transformados, de igual manera ocurre con las especies de reptiles *O. aeneus* y *Erythrolamprus bizonus*.

Sin embargo, varias especies como *T. aedon*, *Pyrocephalus rubinus*, *Chironius monticola*, *Sibon nebulata*, *Clelia clelia* y *Bothrops ayerbei* se encontraron en bh-PM/T//bs-B/T y en el bh-PM, debido a que los bosques húmedos albergan mayor diversidad de especies que los bosques secos, al contar con las condiciones ambientales adecuadas para el desarrollo de las especies, además muchos de los animales del bosque seco tropical migran hacia zonas húmedas o bosques riparios por el déficit de agua que se presenta durante la temporada seca en estos lugares (OTERO, 2006).

También, es importante mencionar que las especies carroñeras y los habitantes de la zona desplazan los cadáveres después de ocurrir los atropellos (RODDA, 1990), esto sin contar que muchas de las especies pueden caer fuera de la vía tras el impacto con los vehículos y no quedar visibles, por tanto el número de atropellos puede ser mayor al registrado. Sin embargo, aunque no se puede calificar la mortalidad como baja o alta, es evidente la afectación sobre las poblaciones de fauna silvestre y doméstica, debido a que diariamente están siendo atropellados aproximadamente 18 animales pertenecientes a cualquier grupo faunístico.

Por tal razón, se hace necesario diseñar estrategias que permitan minimizar el impacto que está causando la vía Panamericana sobre la fauna existente en la región, para permitir movimientos individuales y a nivel poblacional, debido a que los parches de hábitat que están conectados tendrán la mayor riqueza y diversidad de especies, estabilizando la dinámica poblacional y los procesos comunitarios, proporcionando así el movimiento seguro de los animales a través de las carreteras (SAWAYA *et al.*, 2013).

Dentro de las estrategias estructurales se sugiere la **modificación de las estructuras existentes**, las alcantarillas, que son las únicas estructuras visibles sobre la vía y posiblemente son utilizadas por la fauna para cruzar. Por tanto, podrían tener ciertas

adaptaciones, en donde una sección de la alcantarilla cuente con un cruce seco a un nivel superior de las corrientes de agua para el paso de fauna, manteniendo una alta cobertura vegetal a la entrada de la misma para que las especies utilicen estos pasos y no la vía.

Adicionalmente, sería conveniente la **implementación de señales que adviertan la presencia de fauna en la carretera**, debido a que estas no son utilizadas en ninguna de las vías del departamento. Aunque en Colombia, según DELGADO (2007), estos avisos son observados especialmente en algunos terrenos privados pero muy poco en vías públicas y actualmente en algunas vías de cuarta generación. Dichas señales, se proponen con el fin de advertir a los conductores de la elevada probabilidad de atropellar animales de talla pequeña que habitualmente cruzan la vía (IGLESIAS, 2008), y aunque el atropello de este tipo de fauna no representa un peligro para los ocupantes de los vehículos, sí suele repercutir negativamente en las poblaciones de animales afectadas.

En cuanto a las estrategias no estructurales, sería favorable la **reducción de la velocidad de circulación**, debido a que muchos atropellos se deben a la velocidad excesiva. Por tanto, la reducción de la misma permitiría aumentar considerablemente la capacidad de respuesta por parte de los conductores ante cruces imprevistos de fauna (BARRAGÁN & LÓPEZ, 1992). También, sería útil **realizar campañas educativas**, con conductores y habitantes aledaños a la vía Panamericana, para informar sobre la importancia de conservar la fauna de la región y así reducir el impacto que se está generando como consecuencia de los atropellos.

En conclusión, los datos presentados en este escrito ponen en evidencia el efecto negativo de la vía Panamericana sobre la fauna, problemática que requiere de diversas estrategias complementarias y de trabajo conjunto entre entidades como INVIAS, autoridades ambientales, universidades, así como las comunidades residentes sobre la vía.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a todas las personas que contribuyeron a la realización de la presente investigación, a los habitantes del sector por su colaboración durante las jornadas de campo y a la Universidad del Cauca por el apoyo y por facilitar los espacios y equipos. Especialmente, por la colaboración en el desarrollo del trabajo, a Luis Germán Gómez, Giovanni Varona, Ana Mara Maya, Jorge Zúñiga y Luis Enrique Vera.

REFERENCIAS

- AGUDELO, H., 2011.- Fauna en la ruta de la muerte. *El Colombiano*, 5 de febrero. Recuperado de http://www.elcolombiano.com/fauna_en_la_ruta_de_la_muerte-HGEC_121262
- ANDREWS, K.M. & GIBBONS, J.W., 2005.- ¿How do highways influence snake movement? Behavioural responses to roads and vehicles. *Copeia*, 4: 772-782.
- ARROYAVE, M.P., GÓMEZ, C.M., GUTIÉRREZ, E., MÚNERA, D.P., ZAPATA, P.A., VERGARA, I.C., ANDRADE, L.M. & RAMOS, K.C., 2006.- Impactos de las carreteras sobre la fauna silvestre y sus principales medidas de manejo. *Revista EIA*, 5: 45-57.
- ASHLEY, E. P. & ROBINSON, J.T., 1996.- Road mortality of amphibians, reptiles and other wildlife on the long point causeway, Lake Erie, Ontario. *Can Field Nat*, 110: 403-412.
- BARRAGÁN, B. & LÓPEZ, J., 1992.- *Soluciones a los atropellos de vertebrados. II simposio nacional de carreteras y medio ambiente.* Asociación Técnica de Carreteras Monte Esquinaza, España.
- BREHME, C.S., TRACEY, J.A., MCCLENAGHAN, L.R. & FISHER, R.N., 2013.- Permeability of roads to movement of scrubland lizards and small mammals. *Conserv Biol*, 27 (4): 710-720.
- BROWN, G.P., PHILLIPS, B.L., WEBB, J.K. & SHINE, R., 2006.- Toad on the road: use of roads as dispersal corridors by the cane toad (*Bufo marinus*) at an invasion front in tropical Australia. *Biol Conserv*, 113: 88-94.
- DELGADO, C.A., 2007.- Muerte de mamíferos por vehículos en la vía del Escobero, Envigado (Antioquia), Colombia. *Actual Biol*, 29 (87): 235-239.
- EMMONS, L., 1999.- *Mamíferos de los bosques húmedos de América tropical. Una guía de campo.* Editorial FAN, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- ESTRADA, H., MENESES, E. & CAICEDO, J., 2011.- *Carretera Panamericana Popayán-Pasto.* Evaluación técnica y económica preliminar sitios de falla.
- FERRY, C. & FROCHOT, B., 1958.- Une méthode pour dénombrer les oiseaux nicheurs. *Rev Ecol-Terre Vie*, 2: 85-102.
- FORMAN, R.T.T. & ALEXANDER, L.E., 1998.- Roads and their major ecological effects. *Annu. Rev. Ecol. Sys.*, 29: 207-23.
- GOTTDENKER, N., WALLACE, R.B. & GOMÉZ, H., 2001.- La importancia de los atropellos para la ecología y conservación: *Dinomys branicickii* un ejemplo en Bolivia. *Ecol Bol.*, 35: 61-67.
- GUMIER, F. & SPERBER, C.F., 2009.- Atropelamientos de Vertebrados na Floresta Nacional de Carajás: Pará, Brasil. *Acta Amazonica*, 39 (2): 459-466.
- HILTY, S.L. & BROWN, W.L., 2001.- *Guía de las aves de Colombia.* Princeton University Press, Princeton.
- HOLDRIDGE, L., 1978.- *Ecología basada en zonas de vida.* IICA Biblioteca Venezuela.
- IGLESIAS, C., 2008.- Diseño de pasos de fauna en tramos de concentración de atropellos de animales. *Revista de ámbito forestal Cimbra*, 93: 31-36.
- OSORIO, A. & MAUHS, J., 2004.- Atropelamiento de animais silvestres na rodavia RS-040. *Cad. pesqu. Sér. biol.*, 16: 35-42.
- OTERO, E., 2006.- *Bosque Seco Tropical, Colombia.* Libros de la Colección Ecológica del Banco de Occidente.
- PINOWSKI, J., 2005.- Roadkills of vertebrates in Venezuela. *Rev. bras. zool.*, 22 (1): 191-196.
- RODDA, G.H., 1990.- Highway madness revisited: roadkilled *Iguana iguana* in the Llanos of Venezuela. *J. Herpetol.*, 24: 209-211.
- RODRÍGUEZ, J.V., ALVERICO, M., TRUJILLO, F. & JORGENSON, J., 2006.- *Libro rojo de los mamíferos de Colombia.* Conservación Internacional Colombia - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Bogotá.
- SANTOS, S., CARVALHO, F. & MIRA, A., 2011.- How long do the dead survive on the road? Carcass persistence rates and implications for road-kill monitoring surveys. *Plosone*, 6 (3): 25-383.
- SAWAYA, M.A., CLEVENGER, A.P. & KALINOWSKI, S.T., 2013.- Demographic connectivity for ursid populations at wildlife crossing structures in Banff National Park. *Conserv Biol.*, 27 (4): 721-730.
- SHINE, R., LEMASTER, M., WALL, M., LANGKILDE, T. & MASON, R., 2004.- Why did the snake cross the road? Effects of roads on movement and location of mates by garter snakes (*Thamnophis sirtalis parietalis*). *Ecol. Soc.*, 9 (1): 9-21.
- SMITH, L.L. & DODD, C.K., 2003.- Wildlife mortality on U.S. highway 441 across paynes prairie, Alachua county, Florida. *Florida scientist.*, 66: 128-140.
- TREJO, A. & SEIJAS, S., 2003.- Una estimación de aves muertas en ruta en el Parque Nacional Nahuel Huapi, Noroeste de La Patagonia Argentina. *Hornero*, 18 (2): 97-101.
- VARGAS, F., DELGADO, I. & LÓPEZ, F.A., 2006.- Efecto del corredor vial Buga-Buenaventura en la fauna de vertebrados terrestres de la Reserva Forestal Bosque de Yotoco, Valle del Cauca (en) *Informe implementación de acciones de manejo para la conservación del ecosistema andino y subandino de la cordillera Occidental: bosque La Albania y Reserva Forestal Bosque de Yotoco, departamento del Valle del Cauca.* Convenio CVC-ASOYOTOCO 086 de 2005, 2: 1-78.
- VARGAS, F., DELGADO, I. & LÓPEZ, F., 2011.- Mortalidad por atropello vehicular y distribución de anfibios y reptiles en un bosque subandino en el occidente de Colombia. *Caldasia*, 33 (1): 121-138.