

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

**DEISY URMENDEZ MEDINA
JULIO CÉSAR CASTILLO RAMOS**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
POPAYÁN
2013**

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

**DEISY URMENDEZ MEDINA
JULIO CÉSAR CASTILLO RAMOS**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
Biólogo**

**DIRECTORA
Mg. GISELLE ZAMBRANO GONZÁLEZ
Profesora Departamento de Biología
Universidad del Cauca**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
POPAYÁN
2013**

Nota de aceptación

Directora _____
M Sc. Giselle Zambrano González

Jurado _____
M Sc. Luis Germán Gómez Bernal

Jurado _____
Esp. Giovanni Varona Balcázar

Fecha de sustentación: Popayán 7 de mayo de 2013.

Dedicatoria

A Dios por guiar mi camino y por cada una de sus bendiciones, a mi madre Hilda Medina a quien amo con todo mi corazón y admiro por su continua lucha por sacar nuestra familia adelante, a mis hermanas Ángela y Diana quienes son los pilares y la razón de mi vida, a mi abuelo Luis Carlos que desde el cielo me dio la fortaleza para continuar con mi carrera, a mis tíos Abelina y Misael por brindarme su apoyo y ser unos segundos padres para mí, a mi abuela Teodora a quien adoro, a mis primos y amigos que de una u otra manera me han brindado su apoyo y cariño, a todos ellos no me queda más que decirles que Dios los bendiga, muchas gracias por formar parte de mi vida y por hacer más llevadero el difícil camino del éxito hasta culminar esta etapa de mi vida.

Deisy Urmendez Medina

La gloria sea para Dios, por haberme permitido llegar hasta este punto y lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor; a mis padres Yolanda Ramos y César Castillo, por apoyarme en todo momento, por sus consejos y valores, así como la constante motivación que me ha permitido ser una persona de bien. A mis hermanas, en especial a Paola Castillo por todo su apoyo incondicional durante este proceso de mi formación académica. A mi novia Lesly Peña por su amor y comprensión, además de compartir conmigo tantos buenos y malos momentos. A todos ellos muchas gracias por hacer parte de mi vida.

Julio César Castillo Ramos

AGRADECIMIENTOS

A la Mg. Giselle Zambrano González nuestra directora, por toda la ayuda, consejos, enseñanzas, dedicación y buen criterio para la elaboración de este documento.

A los Mg. Hilldier Zamora y Leónidas Zambrano, por su colaboración en la idea desarrollada en el presente trabajo y la determinación de las zonas de vida.

Al profesor Luis Germán Gómez y a la bióloga Ana María Maya Girón por su colaboración en la identificación de las aves.

A Jorge Zúñiga y Luis Enrique Vera por su disposición y ayuda desinteresada en la identificación de las serpientes.

Al ingeniero Luis Jorge González Muñoz por facilitar la obtención de los datos climáticos.

A los profesores del departamento de biología, quienes aportaron sus esfuerzos y conocimientos para nuestra formación académica y por marcar cada etapa de nuestro camino universitario.

A la comunidad residente en el sector contiguo a la vía Panamericana, por su tiempo y disposición, a la hora de responder la encuesta.

A María Alexandra Cortés, Ivonne Majín y Soallin Pineda por su amistad y tantos buenos momentos vividos.

A mi cuñado Luis Ferney Rey por recibirme en su hogar y brindarme su apoyo de manera desinteresada.

A nuestros compañeros y amigos, Aldair Rosero, Jeyson Perafán, Iván Guerrero, John Velasco, John Camargo, Gilmar Delgado, Omar Palta, Esteban Ortega, Cristian Anacona, Laura Cruz, Zaida Collazos, Liseth Bolaños, Daniela Ortega, Maribel Rosero, Carolina Ortega, Felipe Polanco, Karina Burbano, Nasly Astudillo, Nubia Enríquez, Alexander Ricaute, Derly Alvarado, Angie Bolaños, Ana Milena Ruiz, Liliana Vargas y María Mercedes Ramírez, por hacer más agradable nuestra estadía durante el tiempo de permanencia en la Universidad.

A la familia Castillo Ramos, por recibirme y acogerme en su hogar durante la fase de campo.

Por último a la Negra, (motocicleta HONDA Splendor NXG, 100 cc) por transportarnos en nuestra fase de campo sin ningún inconveniente.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	2
2.1. OBJETIVO GENERAL	2
2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	2
3. MARCO TEÓRICO	3
3.1. RED VIAL DEL DEPARTAMENTO DEL CAUCA.....	3
3.1.1. Vía Panamericana.....	3
3.2. FAUNA DEL DEPARTAMENTO DEL CAUCA	4
3.2.1. Fauna del municipio de Popayán.....	5
3.2.2. Fauna del municipio de Timbio	6
3.2.3. Fauna del municipio de Rosas.....	6
3.2.4. Fauna del municipio de Patía.....	7
3.3. ATROPELLAMIENTO VEHICULAR DE FAUNA.....	8
4. METODOLOGÍA	10
4.1. ÁREA DE ESTUDIO	10
4.1.1. Área de muestreo.....	10
4.2. MÉTODOS	12
4.2.1. Mortalidad de fauna por atropellamiento	12
4.2.2. Flujo vehicular	12
4.2.3. Determinación de puntos críticos.....	14
4.2.4. Aplicación de encuestas	14
4.2.5. Análisis de resultados	15
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
5.1. Puntos críticos.....	27
5.2. Encuestas.....	35

5.3.	Estrategias sugeridas para reducir los atropellos de fauna.....	37
6.	CONCLUSIONES	41
7.	RECOMENDACIONES	43
8.	BIBLIOGRAFÍA	44
9.	ANEXOS	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Datos meteorológicos por municipio.....	11
Tabla 2.	Especies atropelladas en 92 km de la vía Panamericana entre Popayán y el Patía.....	16
Tabla 3.	Tabla de contingencia aplicando la prueba de chi-cuadrado para estado del tiempo vs la clase.....	20
Tabla 4.	Distribución de IKAs por tramos para fauna silvestre y doméstica.....	27
Tabla 5.	Distribución de IKAs por tramos para fauna silvestre.....	30
Tabla 6.	Especies silvestres registradas en las zonas de vida y zonas de transición, entre Popayán y El Patía.....	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Ubicación geográfica del área de muestreo, mostrando el recorrido de la vía Panamericana entre Popayán y el Patía.....	10
Figura 2.	Metodología.....	13
Figura 3.	Flujo vehicular anual sobre la vía Panamericana, entre la ciudad de Popayán y el municipio del Patía.....	13
Figura 4.	Aplicación de encuestas a personas residentes contiguas a la vía Panamericana.....	14
Figura 5.	Número y porcentaje de animales atropellados en 92 km de la vía Panamericana entre Popayán y el Patía.....	17
Figura 6.	Porcentaje de fauna silvestre y doméstica atropellada en la vía Panamericana.....	18
Figura 7.	Porcentaje de edades de animales atropellados en 92 km de la vía Panamericana entre Popayán y el Patía.....	19
Figura 8.	A. Resumen del análisis se la estadística descriptiva, para el número de atropellos registrados en la vía panamericana arrojado por el paquete estadístico. B. curva de normalidad para la distribución del número de animales atropellados.....	19
Figura 9.	Especies de mamíferos atropellados en 92 kilómetros de la vía Panamericana.....	21
Figura 10.	Hembras de <i>Didelphis marsupialis</i> atropelladas con crías en su marsupio.....	22
Figura 11.	Individuos de <i>Rhinella marina</i> atropellados en la vía Panamericana.....	23
Figura 12.	Especies de aves atropelladas en 92 kilómetros de la vía Panamericana.....	25
Figura 13.	Especies de Reptiles atropelladas en 92 kilómetros de la vía Panamericana.....	26
Figura 14.	Tramos de la vía Panamericana (Popayán-Patía), que presentaron mayor número de atropellos de fauna.....	27
Figura 15.	Características de la vía Panamericana en los cuatro puntos críticos.....	29

Figura 16. Representación gráfica de las especies con mayor porcentaje de atropellos en cada uno de los nueve tramos comprendidos entre Popayán y el Patía.....	31
Figura 17. Perfil hipsométrico del recorrido de la vía Panamericana entre Popayán y El Patía.....	35
Figura 18. Retiro de animales atropellados en la vía por parte de la comunidad.....	36
Figura 19. Alcantarillas existentes en la vía Panamericana.....	38
Figura 20. Señal de precaución advirtiendo la presencia de fauna en la vía.....	39
Figura 21. Trabajadores de INVIAS realizando labores de limpieza, sobre la vía Panamericana.....	40

RESUMEN

Las carreteras han sido uno de los cambios antropológicos más notables dentro de los paisajes naturales, siendo sus efectos mucho más visibles y fuertes en poblaciones animales, las cuales sufren pérdida de conectividad, disminución del ámbito de distribución y la disminución de individuos por muertes en carretera (Rojas 2011). De estos tres efectos, la muerte en carretera es el más visible y fácil de medir, por tanto en el presente estudio durante cincuenta monitoreos, se tomó el registro de todos los atropellos en un segmento de 92 kilómetros de la vía Panamericana entre Popayán y El Patía. Se identificaron los individuos encontrados, contabilizando un total de 894 vertebrados atropellados, de los cuales 362 fueron mamíferos (41%), 288 anfibios (32%), 186 aves (21%) y 58 reptiles (6%), además de 48 manchas de sangre asignable a un atropello, pero no se encontró la posible víctima. Las especies que presentaron mayor frecuencia de atropellamiento fueron *Rhinella marina*, el único anfibio registrado con 288 casos y *Didelphis marsupialis* con 223 casos.

Igualmente, a través del índice kilométrico de abundancia (IKA) se determinaron cuatro puntos críticos, correspondientes a La Cabaña-Timbio, El Bordo-Patía, Popayán-La Cabaña y Río Esmita-Piedra Sentada, con un IKA de 0.317, 0.278, 0.257 y 0.201 respectivamente, siendo estos los tramos donde se registró el mayor número de atropellos. Por medio de las encuestas, se pudo establecer que la mayor parte de las personas son indiferentes ante el impacto que el atropello vehicular está causando sobre la fauna silvestre, dado que muchas de las especies son catalogadas como plagas y por ende no les interesa su conservación. Por lo tanto, se sugiere implementar las siguientes estrategias para reducir la cantidad de atropellos sobre esta importante vía: alcantarillas multipropósito, señales que adviertan la presencia de fauna en la carretera, reducción de la velocidad de circulación, deforestación de los márgenes de la carretera y la más importante, realizar campañas educativas sobre la diversidad desconocida de la fauna local, así como la sensibilización de la comunidad y conductores sobre el impacto que la vía Panamericana está ocasionando sobre los animales.

1. INTRODUCCIÓN

Con el rápido desarrollo de las ciudades y el aumento de la población humana se ha incrementado la red vial, con lo cual ha surgido una nueva fuente de mortalidad de fauna que se ha venido convirtiendo en una amenaza cada vez mayor para las poblaciones de animales involucrados (Arroyave *et al.* 2006). Si bien las carreteras hacen parte integral de nuestra sociedad debido a sus múltiples beneficios en economía, comunicación y recreación (Vargas *et al.* 2006), el crecimiento de esta infraestructura puede afectar el estado de la biodiversidad, tanto local como regionalmente (Forman y Alexander 1998).

Las vías de transporte perturban y contaminan el medio físico, químico y biológico. Los productos tóxicos, el ruido y la iluminación de las propias vías y del tráfico, afectan a una zona mucho más amplia que aquella que ocupan físicamente, alterando las condiciones de los hábitats adyacentes e induciendo cambios en la forma en la que son utilizados por la fauna y la flora (Paniagua *et al.* 2007). Los efectos negativos que las vías producen sobre los paisajes naturales, son diversos y a diferentes escalas de tiempo y espacio, siendo la pérdida de hábitat, la mortalidad de especies, la perturbación, la fragmentación de la cobertura vegetal y la creación de nuevos microhábitats, considerados como efectos primarios que se derivan de la construcción de carreteras (Vargas *et al.* 2006). El atropellamiento de fauna es el impacto directo más fácil de reconocer en comparación con otros impactos como los mencionados anteriormente, en especial porque constantemente en las carreteras se observan los cuerpos de los animales muertos, aunque en algunos casos estos quedan en un estado que dificultan la identificación de la especie (Arroyave *et al.* 2006).

Diversas investigaciones se han realizado en el mundo, sobre todo en los Estados Unidos, algunos países europeos y en Australia, las cuales revelan cifras preocupantes del número de animales atropellados y la amenaza que esto representa para algunas especies en el futuro (Arroyave *et al.* 2006). Sin embargo, aunque la mortalidad de fauna en carreteras es un problema generalizado, este ha sido poco documentado en Colombia (Agudelo 2011). Por lo anterior en el presente trabajo se abordaron cuatro aspectos: identificar las especies afectadas en los accidentes, determinar el número de animales muertos, identificar los puntos de la carretera donde se presenta mayor mortalidad por atropellamiento y conocer la percepción de la comunidad ante el atropello vehicular de fauna; cuya información ayuda a determinar con mayor precisión los efectos locales que generan la carretera y la posterior optimización de la implementación de estrategias que contribuyan a minimizar el riesgo de atropellamiento.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Registrar la fauna atropellada por vehículos en un trayecto de 92 Km, entre Popayán y el Patía, en el departamento del Cauca.

2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Identificar taxonómicamente la fauna atropellada y establecer su relación con las características de la carretera.
- Determinar que tramos de la vía Panamericana (Popayán-Patía), exhiben mayores niveles de mortalidad de fauna.
- Conocer la percepción de la comunidad sobre el atropellamiento vehicular de fauna.
- Plantear estrategias que contribuyan a reducir los niveles de mortalidad de la fauna

3. MARCO TEÓRICO

3.1. RED VIAL DEL DEPARTAMENTO DEL CAUCA

La malla vial del departamento del Cauca, se encuentra constituida por tres tipos de redes de carreteras: nacionales, secundarias y terciarias. Consta de 5.588,69 kilómetros que se desarrollan de manera longitudinal (sur-norte) a través de la vía Panamericana, la cual estructura el territorio. Perpendicular a esta vía convergen las carreteras encargadas de comunicar a las cabeceras municipales con ella y con la capital departamental y demás áreas de influencia (IGAC 2009).

La red nacional está a cargo del Instituto Nacional de Vías (INVIAS), a ella pertenecen la troncal de Occidente o Panamericana, que se extiende de sur a norte, desde el río Mayo en los límites con el departamento de Nariño hasta el puente Guillermo León Valencia en límites con el departamento del Valle del Cauca. De los 1.354 kilómetros de red nacional departamental, 437 km corresponden a vías pavimentadas, y los restantes 881 kilómetros en afirmado de los cuales un 46.66% se encuentran en buen estado, 33.89% en regular estado y el 19.45% en mal estado.

La red secundaria está a cargo del departamento del Cauca, su función es conectar las cabeceras municipales entre sí y con la red principal; está conformada por 2.475 kilómetros (IGAC 2009). En tanto, la red terciaria está a cargo de los municipios, su función es conectar las cabeceras entre sí y estas con corregimientos, veredas y con la red secundaria, además de servir como vías de penetración. Está ubicada principalmente en las zonas montañosas y poco transitadas (IGAC 2009).

Dentro del departamento se evidencian desigualdades en cuanto a la cobertura de la red terrestre, mientras unas zonas, como el norte y centro gozan de una amplia cobertura, subregiones como el Pacífico no tienen carreteras. La distribución de la malla vial muestra un 50% del territorio departamental prácticamente aislado; por tanto es muy limitado su desarrollo, el acceso a servicios y el flujo de mercancías. Las subregiones que presentan estas limitaciones son la Bota Caucana, Occidente y Oriente (IGAC 2009).

3.1.1. Vía Panamericana

La Panamericana es un sistema colectivo de carreteras, que se encuentra casi completo, extendiéndose desde Alaska en América del Norte hasta la Patagonia en América del Sur, pasando por climas y sistemas ecológicos diversos, vinculando por carretera de forma casi continua a todos los países del hemisferio occidental del continente americano. El tramo notable que impide que la carretera se conecte completamente es un trayecto de 87 km de selva montañosa, ubicado entre el extremo este de Panamá y el noroeste de Colombia llamado el Tapón de

Darién (Comité Directivo Permanente de los Congresos Panamericanos de Carreteras 1998).

En tanto, Colombia es atravesada por la Carretera Panamericana que la comunica al sur con Ecuador, en donde toma el nombre de Troncal de la Sierra y los demás países de Sudamérica. Esta vía internacional se conecta a la red vial nacional en el puente de Rumichaca, en el departamento de Nariño, que marca el límite internacional entre Colombia y Ecuador, desde allí y hacia el norte, esta vía comunica con las ciudades de Pasto, Popayán, Cali la región del Eje Cafetero, Anserma, Medellín, Sincelejo y finalmente Barranquilla, en donde se conecta con la Troncal del Caribe.

En el Cauca, la Panamericana es la carretera de mejores especificaciones geométricas que recorre el departamento de sur a norte; e inicia su trayectoria en territorio caucano en el puente sobre el río Mayo en límites con Nariño, pasa por cabeceras municipales como el Bordo, Popayán, Piendamó, y continua hacia Cali, dejando territorio del Cauca en el puente Guillermo León Valencia sobre el río Cauca en el municipio de Santander de Quilichao. Gran parte de las carreteras del departamento son tributarias de la vía Panamericana, lo que ha concentrado el desarrollo departamental en la zona interandina que comprende la región norte, centro y sur, quedando relegadas a un segundo plano las regiones alejadas de esta vía como la Bota caucana y la Costa Pacífica, cuya infraestructura vial es prácticamente nula (Instituto de Posgrados en Vías e Ingeniería Civil 1990)

3.2. FAUNA DEL DEPARTAMENTO DEL CAUCA

El departamento del Cauca presenta una alta heterogeneidad biofísica, socioeconómica y cultural; la presencia de las tres cordilleras andinas en su territorio y su amplio rango altitudinal, hacen que sea una región rica en biodiversidad y recursos naturales; sus selvas tropicales, valles, costas, bosques, páramos y montañas, son hábitat de innumerables especies de flora y fauna que contribuyen a la sostenibilidad del hombre y los recursos naturales (CRC 2002).

Dentro de la fauna, Tamsitt y Valdivieso (1966) presentan información para el departamento, relacionada con 12 especies de murciélagos procedentes de Chisquío, La Playa y Munchique, municipio de El Tambo, posteriormente Alberico y Negret (1992) registran la presencia de 22 especies de mamíferos para el valle del Patía; de igual manera Dávalos y Guerrero (1999) presentan información de 26 especies de murciélagos de la Reserva Natural Tambito, municipio de El Tambo, mientras que Ramírez y Pérez (2007) registraron 24 especies de mamíferos para un fragmento de bosque de roble en el municipio de Cajibío.

En tanto, Rivas *et al.* (2007) reconocen 116 especies de esta clase para el departamento, apoyados en especímenes depositados en las colecciones del Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca (MHNUC), así mismo Ramírez *et al.* (2008) publican una lista comentada que incluyó información

relacionada con 60 especies de mamíferos para el municipio de Popayán, por otro lado Ramírez *et al.* (2010) mencionan la presencia de 66 especies para la cuenca alta del río Patía, en el departamento del Cauca y en la obra editada por Gardner (2008), se indica un total de 30 especies de los órdenes Chiroptera, Cingulata, Didelphimorphia, Paucituberculata, Pilosa y Soricomorpha, registradas en diferentes localidades del departamento.

De igual manera, recientemente trabajos de ornitólogos han logrado generar para el departamento una completa base de datos que permite contar con este grupo de vertebrados como indicador de la riqueza y diversidad del departamento. Ayerbe *et al.* (2008), reportan 1,102 especies de aves, que incluye 18 especies endémicas, 96 migratorias boreales y 41 consideradas en peligro de extinción a nivel nacional, ubicando al departamento no solo como el de mayor diversidad de aves, sino de endemismos.

3.2.1. Fauna del municipio de Popayán

En cuanto al municipio de Popayán, Ramírez *et al.* (2010), plantean que los alrededores de la ciudad y en general el departamento del Cauca, presentan particularidades ecológicas que albergan una gran diversidad biológica, con una alta riqueza de especies animales y vegetales.

Ayerbe *et al.* (2009), obtuvieron un listado de las especies de aves que habitan el círculo de Popayán, incluyendo el hábitat, el rango de distribución altitudinal (1600-2800 msnm) y la localidad en donde se registró cada especie; dicho listado está compuesto por 338 especies de aves en 55 familias; del total de especies, cuatro se encuentran en la categoría de amenaza En Peligro (EN), tres en Vulnerable (VU) y dos en Casi Amenazadas (NT), de igual manera se registraron cuatro especies endémicas de Colombia, seis accidentales y 57 especies migratorias neotropicales, que hacen del municipio de Popayán una zona de paso, descanso y refugio.

Así mismo Ramírez *et al.* (2010), presentan un inventario de fauna presente en áreas verdes de cuatro facultades de la Universidad del Cauca, la cual está representada por 114 especies de aves, abarcadas en 31 familias, entre las cuales Tyrannidae, Thraupidae y Emberizidae presentaron el mayor número de especies con 19, 13 y 12 respectivamente. Así mismo se registraron tres especies de anfibios y tres especies de reptiles, de los cuales *Rhinella marina* (sapo común) y *Cercosauria vertebralis* (lagartija común) están presentes en las cuatro áreas de estudio. También se hallaron seis especies de mamíferos, representadas por *Didelphis marsupialis* (chucha de oreja negra), *Artibeus lituratus*, *Carollia perspicillata*, (murciélagos frugívoros), *Molossus molossus* y *Tadarida brasiliensis*, (murciélagos de hábito insectívoro), finalmente se registró una especie de pez, correspondiente a *Poecilia reticulata* (pez guppy).

3.2.2. Fauna del municipio de Timbio

Para el municipio de Timbio son mínimos los registros que se encuentran sobre su fauna. Sin embargo en el PBOT (2000) del municipio, se plantea que la mayor parte de la fauna corresponde a especies generalistas y/o comunes, es decir que no presentan restricciones de hábitat, lo cual significa que ha ocurrido pérdida o desplazamiento de especies con requerimientos estrechos o especializados de nichos, que son características generalmente muy comunes tanto de mamíferos de gran porte, como las aves grandes (Alcaldía municipal de Timbio 2000).

Por su parte la fauna generalista es aquella que logra adaptarse mejor a las nuevas condiciones del medio y por ello sus especies se constituyen en el componente dominante en este tipo de ecosistemas, por tanto, particularmente el componente avifaunístico constituye el ejemplo más nítido o palpable al respecto. Tal es el caso que ocurre en los ecosistemas del territorio Timbiano, donde las especies aviarias de la familia Fringillidae, son las predominantes, dado que el grupo en mención comprende un buen número de diminutos pájaros, que se pueden observar en los potreros y zonas de cultivo en grupos mixtos u homogéneos; a la mayoría de los mismos se les conoce comúnmente como chisgas o semilleros (Alcaldía municipal de Timbio 2000).

Otro grupo importante de aves son los insectívoros que se les ve muy a menudo buscando su alimento entre los follajes de los bosques, los cultivos con sombrío y en los bordes de los mismos incursionando a campo abierto, muchas de estas especies se agrupan taxonómicamente en la familia Tyrannidae (Alcaldía municipal de Timbio 2000).

Con relación a los mamíferos, *Sylvilagus brasiliensis* (conejo de monte), *Didelphis marsupialis* (chucha común), *Sciurus granatensis* (ardilla común) y *Leopardus tigrinus* (tigrillo), son los mamíferos que aún se observan en todo el territorio del Municipio, mientras que *Dasypus novemcinctus* (armadillo), se encuentra relegado a la parte baja de los ríos Timbio, las Piedras, Quilcacé y Robles

3.2.3. Fauna del municipio de Rosas

En el municipio de Rosas, los animales silvestres a la par con los bosques nativos han ido desapareciendo gradualmente, como consecuencia de las actividades realizadas por el hombre, como la tala de los bosques para la obtención de recursos forestales (cerchas, leña, postes, madera) y principalmente por la ampliación de la frontera agrícola; actividades que han dejado como resultado actual, bosques intervenidos o secundarios, destrucción del suelo, pérdida de caudales de arroyos, quebradas y disminución de especies de fauna silvestre, por la destrucción de su hábitat natural (Alcaldía municipal de Rosas 1999).

Además, la fauna silvestre también ha sido afectada por la caza y pesca indiscriminada; es así como el grupo de las aves se ha visto seriamente alterado,

por la captura de sus ejemplares para la comercialización en pueblos y ciudades, pero aún se observan especies como *Coragyps atratus* (gallinazo), *Icterus* sp (chicaos), *Thraupis* sp (azulejos) y *Columba* sp (torcazas) entre otros.

Para mamíferos, se pueden encontrar especies como *Dasyus novemcinctus* (armadillo), *Leopardus tigrinus* (tigrillo), *Nasuella olivacea* (cusumbo), *Sylvilagus brasiliensis* (conejo), y *Cerdocyon thous* (zorro), abundantes en otra época pero que actualmente están desapareciendo por la caza indiscriminada, para el consumo de la carne y obtención de la piel por parte de algunos habitantes de la zona, como también grupos de cazadores venidos de otros lugares especialmente de Popayán y Timbio. En cuanto a reptiles, dentro de los ofidios se registran especies como *Micrurus mipartitus* (rabo de ají), *Oxybelis aeneus* (bejuca), *Chironius* sp (guaches), y *Bothrops ayerbei* (serpiente equis) (Alcaldía municipal de Rosas 1999).

3.2.4. Fauna del municipio de Patía

En el municipio del Patía, existen 6.458 hectáreas para protección y conservación, de la fauna las cuales no son consideradas aptas para cultivos, además existen fragmentos de bosque poco intervenido por el hombre localizados principalmente en las partes altas y a lo largo de las riberas de las microcuencas que aportan sus aguas al Río Patía (Alcaldía municipal de Patía 2008).

En cuanto a la avifauna Ayerbe y López (2011), presentan información de 28 especies de aves no reportadas previamente en el valle alto del Patía en listas publicadas sobre la avifauna de este valle por Haffer (1986). De esas especies las más comunes son: *Cercomacra nigricans*, *Poecilatriccus silvia* (titiriji gris o espatulilla cebecigris), *Tyrannulus elatus* (mosquitero o atrapamoscas), *Mionectes oleaginea* (mosquero aceitunado o mosquitero de buche acanelado), *Fluvicola pica* (viudita pía o viudita blanca y negra), *Tolmomyias sulphureus* (picoplano sulfuroso o picochato grande), *Myiodynastes maculatus* (bienteveo rayado o listado), *Euphonia lanirostris* (fruterito de pico grueso o piquimocho) y *Hemithraupis guira* (pintasiglo de buche negro).

Además de los registros novedosos, 12 son especies migratorias boreales de las cuales cuatro permanecen durante toda la temporada de migración y nueve, incluyendo a *Progne tapera* (migratorio austral), usan esta región interandina como una ruta de migración hacia su destino ubicado más al sur de Suramérica.

Aunque el municipio del Patía, es uno de los lugares más contrastantes en términos de ecosistemas, puesto que presenta la influencia del Macizo Colombiano, del enclave subxerofítico establecido en la porción más baja del valle alto del río Patía y de la Cordillera Occidental caucana, los paisajes de este sector interandino han sufrido una fuerte presión a causa de la ganadería extensiva y por la expansión de la frontera agrícola. A pesar del interés biológico son pocos los estudios zoológicos que se han realizado en esta zona, por lo que solo se pudo

obtener un listado de fauna reportado por la Alcaldía municipal del Patía (2008), dentro del que se encuentran especies como *Pudu mephistophiles* (venado), *Didelphis marsupialis* (chucha común), *Dasypus novemcinctus* (armadillo), *Cerdocyon thous* (zorro), *Bothrops ayerbei* (serpiente equis), *Micrurus mipartitus* (rabo de ají) y *Oxybelis aeneus* (bejuca verde).

3.3. ATROPELLAMIENTO VEHICULAR DE FAUNA

Todas las especies son susceptibles de ser atropelladas, pero algunas son más propensas que otras a sufrir este tipo de percances; como las especies que realizan desplazamientos periódicos entre hábitats cruzados por carreteras, o las que acuden a alimentarse a los márgenes de las vías. Además los efectos sobre las poblaciones no son los mismos; por ejemplo si la especie afectada es muy abundante, la mortalidad por atropello no supondrá un peligro para sus poblaciones, de lo contrario esta mortalidad puede poner en peligro la supervivencia de la población local (Paniagua *et al.* 2007).

Dentro de los grupos faunísticos afectados, se encuentran los mamíferos, las aves, los anfibios y los reptiles, tal y como lo registra Osorio y Mauhs (2004), quienes encontraron 90 animales muertos correspondientes a 34 familias, de los cuales 11 eran mamíferos, 18 aves y 5 reptiles, siendo *Didelphis albiventris* (57,1%), *Tupinambis merianae* (32,8%) y *Galictis cuja* (23,8%) las especies que presentaron mayor frecuencia de atropellamientos, en la carretera RS-040, que comunica la región de Porto Alegre con la costa de Rio Grande en el sur de Brasil.

De igual manera, en los Estados Unidos el Centro de Investigación para la Vida Silvestre, ha estimado que diariamente es atropellado un millón de animales en todas las autopistas del país, mientras que en España mueren al menos 10 millones de animales cada año (Vargas *et al.* 2011). Así mismo en México, Grosselet *et al.* (2008), durante un monitoreo de 49 días, contabilizaron un total de 221 vertebrados atropellados, reflejando uno de los más altos impactos conocidos con atropello sobre fauna silvestre.

En Colombia, Delgado (2007), describió la mortalidad de mamíferos registrada en la vía El Escobero (Envigado, Antioquia) en un periodo de seis años, durante el cual los mamíferos más observados fueron los marsupiales con un 34,6%, los roedores 34,5% y los carnívoros con un 20,6%. Por otro lado Quintero *et al.* (2012), observaron la mortalidad de vertebrados durante julio y agosto del 2006 y febrero a marzo del 2007 en un tramo de 6,4 km, de una vía de los Andes Centrales de Colombia, localizada entre el municipio de Finlandia en el departamento del Quindío y la Autopista del Café, registrando 117 vertebrados muertos en la carretera, de los cuales 105 eran serpientes, 4 aves, 7 anfibios, y un mamífero; siendo *Atractus cf melanogaster* y *Liophis epinephelus* las especies que exhibieron mayor mortalidad con 72 y 12 individuos atropellados respectivamente.

Finalmente Vargas *et al.* (2006), durante seis meses, realizaron dos monitoreos semanales con el fin de registrar los vertebrados muertos por atropellamiento en la Reserva Forestal Bosque de Yotoco; encontrando 49 individuos de los cuales 40 se identificaron hasta género o especie, siendo las serpientes y los mamíferos los que presentaron mayor frecuencia de atropellamiento. *Clelia clelia* y *Oxyrhopus petola* fueron las serpientes más atropelladas, mientras que el mamífero más frecuentemente atropellado fue *Didelphis marsupialis* (chucha común).

4. METODOLOGÍA

4.1. ÁREA DE ESTUDIO

El territorio recorrido por la actual Panamericana se encuentra ubicado en las estribaciones de la cordillera central, en el suroccidente de Colombia. Esta zona es afectada por el sistema de fallas activas del Romeral que se extiende a lo largo del flanco occidental de la cordillera central y por la falla Cauca-Patía ubicada en el flanco oriental de la cordillera occidental (Estrada *et al.* 2011).

La carretera Panamericana es el eje vial más importante del departamento del Cauca, permite la comunicación del suroccidente Colombiano con el resto del país; cumpliendo con las funciones de eje integrador entre las distintas regiones del Cauca. Esta vía ha sido clasificada como troncal principal, ruta 25, su superficie de rodadura es completamente pavimentada, cuenta con una longitud de 263.5 km, atraviesa 51.5 km de terreno plano y 212 km de terreno ondulado; la velocidad media a la que circulan los vehículos es de 52 km/h (Instituto de Posgrado en vías e Ingeniería civil 1990).

4.1.1. Área de muestreo

El área de muestreo, corresponde a 92 kilómetros 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 respectivamente), atravesando las localidades de Timbio, Rosas, Parraga, 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 Timbio y entre 30 y 60 km/h en el resto del recorrido.

Tomando los datos de precipitación, altitud y temperatura media registrados por el IDEAM (2013) para los municipios de Popayán, Timbio, Rosas y El Patía (Tabla 1), 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.

Las especies vegetales representativas a largo del recorrido son: helechos, pinos, café (*Rubiaceae*), Plátano (*Musaceae*), limón (*Rutaceae*), arrayan (*Myrcia popayanensis*), yarumo (*Cecropia peltata*), cachimbo (*Erythrina poeppigiana*), guásimo (*Guazuma ulmifolia*), matarratón (*Gliricidia sepium*), guadua (*Guadua angustifolia*), gualanday (*Jacaranda caucana*), chiminango (*Phitecellobium dulce*), higerón (*Ficus glabrata*), mestizo (*Cupania americana*), ceiba (*Ceiba pentandra*), saman (*Phitecellobium saman*), mortiños (*Miconia* sp), guayacán (*Tabebuia* sp), mano de oso (*Schefflera morototoni*), chambimbe (*Sapindus saponaria*) y totumo (*Crescentia cujete*).

Tabla 1. Datos meteorológicos por municipio.

Estación meteorológica	Municipio	Altitud (msnm)	Precipitación (mm)	Temperatura media (C°)
Aeropuerto Guillermo León Valencia	Popayán	1757	2121	18.7
Manuel Mejía, Aeropuerto Guillermo León Valencia	Timbio	1806	2026	18.6
52010040, 5201005 (Pluviómetros Rosas-Parraga)	Rosas	1775	1800	20
La Citec (Fonda)	Patía	639	25.6	

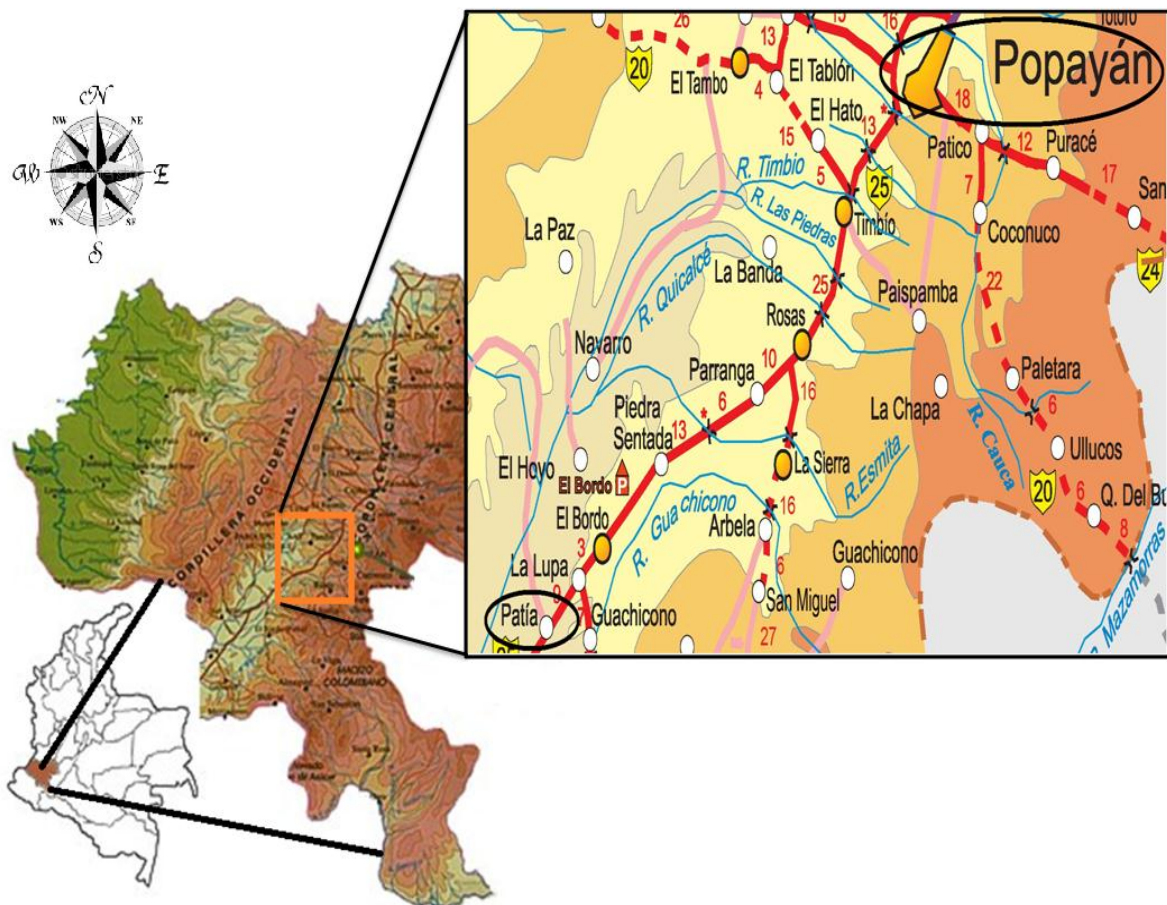


Figura 1. Ubicación geográfica del área de muestreo, mostrando el recorrido de la vía Panamericana entre Popayán y el Patía (Imagen modificada de Google imágenes 2013 e INVIAS 2009)

4.2. MÉTODOS

4.2.1. Mortalidad de fauna por atropellamiento

Durante cinco meses comprendidos entre agosto y diciembre de 2012 se realizaron cincuenta monitoreos, con el objetivo de registrar la fauna muerta por atropellamiento, teniendo en cuenta que en estudios similares como los de Grosselet *et al.* (2008) y Vargas *et al.* (2006), hacen monitoreo diario o dos por semana en distancias más cortas en comparación con los 92 kilómetros que comprendió este trabajo. Estos monitoreos se realizaron cuatro veces por semana (dos de ida y dos de vuelta), en motocicleta a una velocidad entre los 25 y 30 km/h, velocidad a la cual se tenía visibilidad de toda la carretera y los límites correspondientes a los drenajes de aguas lluvias.

Para cada individuo encontrado se registraron los siguientes datos: fecha, hora, sitio, coordenadas, altitud, datos biológicos y observaciones (anexo 1); cuando no fue factible la identificación *in situ* se colectó y la identificación se realizó a través de claves taxonómicas o por consulta a especialistas (Figura 2F). A los especímenes colectados, se les aplicó formol y se preservaron en bolsas herméticas debidamente rotuladas (Figura 2C, D, E). Asimismo todos los cuerpos de los animales atropellados se removieron para evitar registrarlos más de una vez (Figura 2B).

Además se realizaron seis salidas en la noche, con la finalidad de observar el comportamiento de los animales de hábito nocturno que atraviesan la vía. Dichas salidas por seguridad se hicieron en carro.

4.2.2. Flujo vehicular

El tránsito de una vía está relacionado con el desarrollo y crecimiento general de la zona, por tanto se podría pensar que el aumento del flujo vehicular incide directamente en la cantidad de animales atropellados; razón por la cual, se tuvo en cuenta el flujo vehicular anual, comprendido desde 1999 al año 2009 reportado por INVIAS (2009), para los 92 km de la vía Panamericana escogidos como área de muestreo, dicho reporte dividió el área de muestreo en cinco tramos, los cuales corresponden a Popayán-La Cabaña, La Cabaña-Timbio, Timbio-Rosas, Rosas-El Bordo y El Bordo-El Estrecho (Figura 3).



Figura 2. Metodología. **A.** Recolección de datos **B.** Retiro de los cadáveres de la vía **C.** Colecta de material biológico **D. E.** Preservación de los especímenes. **F.** Identificación de individuos

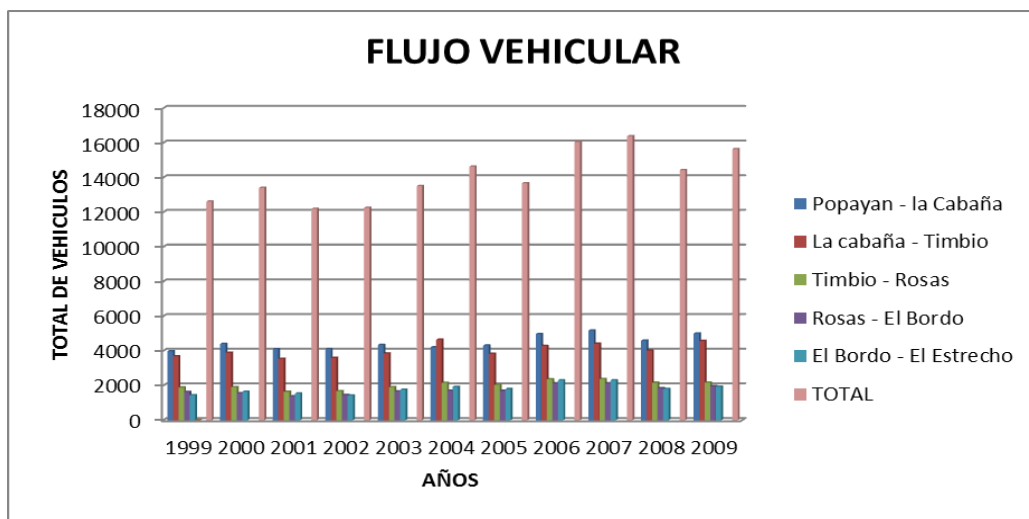


Figura 3. Flujo vehicular anual sobre la vía Panamericana, entre la ciudad de Popayán y el municipio del Patía (Datos tomados de INVIAS 2009)

4.2.3. Determinación de puntos críticos

Un punto crítico es un tramo determinado de la carretera, en el que mueren atropellados animales de cualquier especie en un número claramente superior en comparación con otros puntos de la vía (López 1992). Por tanto se utilizó el índice kilométrico de abundancia IKA, propuesto por Ferry y Frochot en 1958, correspondiente 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; razón por la cual, para la determinación de los puntos críticos de la carretera se tomaron los tramos reportados por INVIAS en el 2009 para el flujo vehicular, con subdivisiones para los tramos 3, 4 y 5, quedando de la siguiente manera: Popayán-La Cabaña, La Cabaña-Timbio, Timbio-Rosas (Timbio-Encenillo, Encenillo- Quilcacé, Quilcacé-Rosas), Rosas-El Bordo (Rosas-Rio Esmita, Rio Esmita- Piedra Sentada, Piedra Sentada-El Bordo) y El Bordo-El Estrecho (El Bordo-Patía), este índice se realizó mediante la siguiente fórmula:

$$IKA = n^{\circ} \text{ de atropellos} / n^{\circ} \text{ de kilómetros} * \text{ veces recorridos}$$

4.2.4. Aplicación de encuestas

Se aplicaron 244 encuestas semiestructuradas (anexo 2) a personas residentes en las veredas contiguas a la vía Panamericana (Figura 4) y a los conductores que transitan por esta carretera, con el fin de conocer la percepción y el comportamiento que tienen ante el atropellamiento de fauna, hecho que observan continuamente en su diario vivir, con el objetivo de involucrar a la comunidad en futuros procesos encaminados a reducir la muerte de animales en la carretera a causa del atropello vehicular.



Figura 4. Aplicación de encuestas a personas residentes contiguas a la vía Panamericana.

4.2.5. Análisis de resultados

Los datos biológicos se presentan por medio de tablas, para facilitar el manejo de la información obtenida. El análisis de los resultados se realizó utilizando el paquete estadístico SPSS (versión 19.0), mediante estadística descriptiva, con el propósito de obtener el promedio, la media y la moda del número de atropellamientos, así como el máximo y el mínimo de atropello que se pueden presentar en determinados periodos de tiempo (días, semanas y/o meses). 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). Por tanto, la hipótesis nula fue que el estado del tiempo, no influía en la cantidad de atropellos registrados por grupo faunístico, mientras que la hipótesis alternativa, plantea que el estado del tiempo si influía en la cantidad de atropellos.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se registraron un total de 894 individuos atropellados en cincuenta monitoreos (Tabla 2), de los cuales se identificaron 810 hasta género o especie. De estos 362 fueron mamíferos (41%), 288 anfibios (32%), 186 aves (21%) y 58 reptiles (6%) (Figura 5).

Además se registraron 48 manchas sobre la vía, asignables a un atropello, pero que no se clasificaron dentro de los grupos faunísticos, dado que no se encontró la posible víctima, a pesar que se realizó una inspección minuciosa del sitio y sus alrededores, posiblemente porque estos ejemplares pueden ser eliminados por otras especies de vertebrados o bien destruidos por el sucesivo paso de los vehículos (Llorente *et al.* 2005 citado por Espinosa *et al.* 2012).

Tabla 2. Especies atropelladas en 92 km de la vía Panamericana entre Popayán y el 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
Dasyopodidae	Armadillo	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	6
Mustelidae	Chucuro	<i>Mustela frenata</i>	3
Bovidae	Vaca/Toro	<i>Bos indicus</i>	1
Phyllostomidae	Murciélago	<i>Artibeus sp</i>	1
		Carollinae sp	4
Sin determinar			6
Clase aves			
Phasianidae	Gallina/gallo doméstico	<i>Gallus gallus</i>	32
Thraupidae	Somas	<i>Ramphocelus flammigerus</i>	3
	Azulejo	<i>Thraupis episcopus</i>	13
	Azulejo de cabeza roja	<i>Tangara gyrola</i>	4
Cathartidae	Gallinazo	<i>Coragyps atratus</i>	19
Tyrannidae	Toreador o Pechiamarillo	<i>Tyrannus melancholicus</i>	4
	Petirojo o Liberal	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	5
Turdidae	Chiguaco	<i>Turdus ignobilis</i>	5
	Mirla	<i>Turdus sp</i>	1
Cuculidae	Chao Luis	<i>Crotophaga ani</i>	6
Thamnophilus	Pájaro grillo	<i>Thamnophilus sp</i>	4

Troglodytidae	Cucarachero	<i>Troglodytes aedon</i>	3
Strigidae	Búho	<i>Megascops choliba</i>	3
Columbidae	Torcaza	<i>Zenaida auriculata</i>	3
Trochilidae	Colibrí	<i>Chalybura buffonii</i>	2
Furnariidae	Chamicero	<i>Synallaxis brachyura</i> <i>Synallaxis sp</i>	1 1
Emberizidae	Volatinero negro Semillero pardo	<i>Volatinia jacarina</i>	1
		<i>Tiaris obscurus</i>	2
		<i>Sporophila nigricollis</i>	1
Momotidae	Barranquero	<i>Momotus momota</i>	1
Cardinalidae		<i>Saltator striatipectus</i>	1
Sin determinar			70
Clase reptiles			
Colubridae	Culebra rayuela	<i>Dendrophidion bivittatus</i>	4
	Culebra bejuca	<i>Oxybelis aeneus</i>	17
	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</i> <i>popayanensis</i>	3
Viperidae	Serpiente x	<i>Bothrops ayerbeii</i>	6
Sin determinar			4
Clase anfibios			
Bufonidae	Sapo común	<i>Rhinella marina</i>	288
Total			894

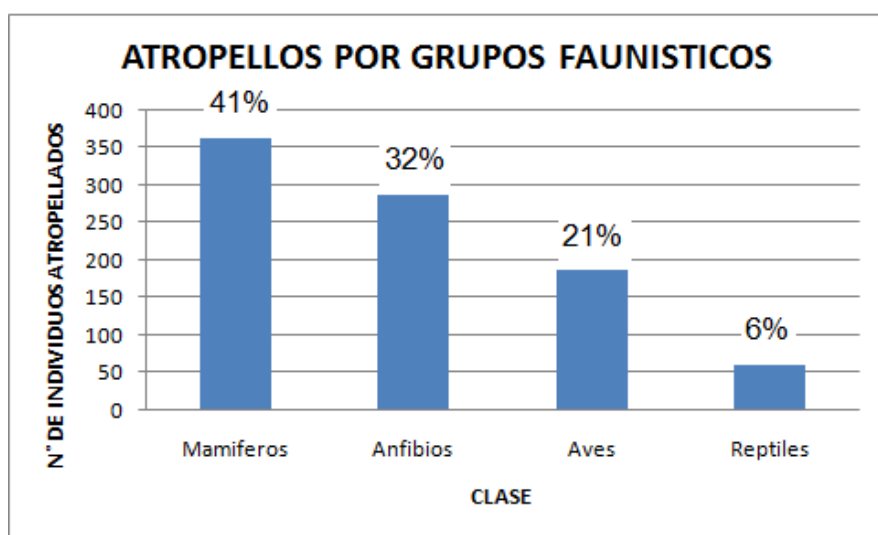


Figura 5. Número y porcentaje de animales atropellados en 92 km de la vía Panamericana entre Popayán y el Patía

La distribución de los registros de atropellos atendiendo al estatus fue el siguiente: 749 registros de fauna silvestre (84%) y 145 de fauna doméstica (16%), lo que indica 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 (Figura 6).

De los individuos atropellados, solo se determinó el sexo de 271 animales lo que representa el 30.31% del total de registros, de los cuales 158 (17.67%) fueron machos y 113 (12.64%) hembras, puesto que el mal estado en que se encontraron la mayoría de los cuerpos, dificultó determinar el sexo a simple vista de los mismos, por tanto no se puede asegurar que los atropellos registrados sobre la vía Panamericana, estén afectando en mayor proporción uno de los sexos, lo que en un futuro podría representar una amenaza para las poblaciones afectadas.

En cuanto a la edad, se registraron 794 individuos adultos, 23 individuos jóvenes, 7 juveniles y 70 que no se pudieron determinar (Figura 7), sin embargo, Trejo y Seijas (2003) plantean que el mayor nivel de mortalidad, puede presentarse en individuos juveniles sin experiencia. Aunque el hecho que sean más atropellados los adultos, puede causar una disminución de la población, debido a que muchos de estos individuos, pueden estar en época reproductiva cuando son atropellados.

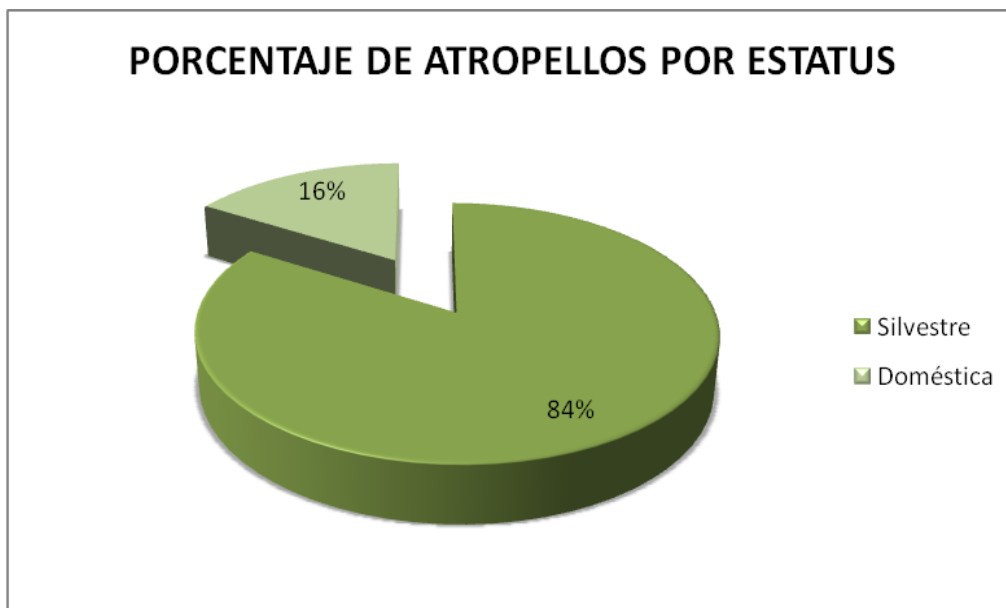


Figura 6. Porcentaje de fauna silvestre y doméstica atropellada en la vía Panamericana.

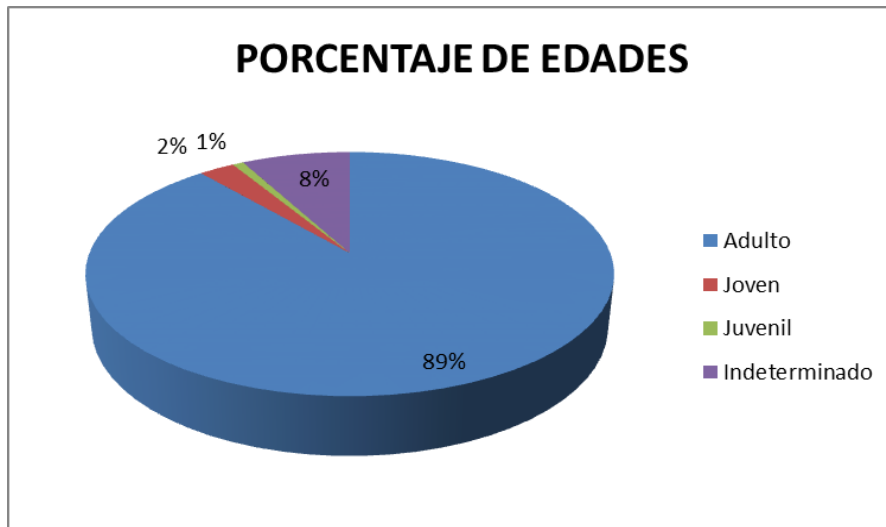


Figura 7. Porcentaje de edades de animales atropellados en 92 km de la vía Panamericana entre Popayán y el Patía.

El promedio de animales atropellados por día fue de 17,88, con una desviación estándar de 9,884, con un mínimo de 6 y máximo de 53 atropellos por día; además se presentaron varias modas (multimodal) por lo que se tomó el menor de los valores correspondiente a 10 (Figura 8A). De igual manera se observa que la curva de normalidad no se ajusta a la distribución normal presentando una asimetría positiva, por ende el número de atropellos difiere por día (Figura 8B).

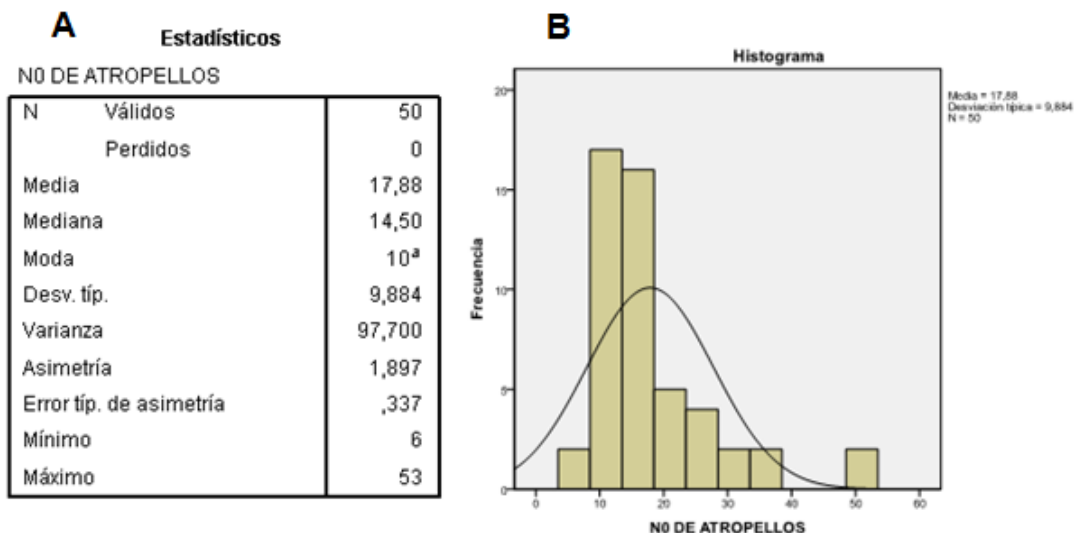


Figura 8. A Resumen del análisis de la estadística descriptiva, para el número de atropellos registrados en la vía Panamericana. **B** Curva de normalidad para la distribución del número de animales atropellados.

Se estableció que el estado del tiempo influía en la cantidad de individuos atropellados ($\chi^2 = 156.9$, $gl=6$, $p=0.000$). De igual manera en la tabla de contingencia, se puede observar que en tiempo soleado la frecuencia de atropellos de mamíferos, aves y reptiles fue superior a la esperada, mientras que el tiempo lluviosos 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 3).

Teniendo en cuenta estos resultados, los mamíferos, las aves y los reptiles son menos atropellados en tiempo lluvioso y nublado, probablemente a que según Gumier y 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. El aumento de la cantidad de anfibios atropellados en tiempo lluvioso y nublado, es atribuido a la ecología de *Rhinella marina*, debido a que esta especie necesita del agua para iniciar sus actividades reproductivas principalmente

Tabla 3. Tabla de contingencia aplicando la prueba de chi-cuadrado para estado del tiempo vs la 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	

De los 362 mamíferos atropellados por vehículos, 352 se identificaron hasta especie, 4 hasta subfamilia (Chiropteros) y 6 no se pudieron determinar. Entre estos se hallaron 10 especies distintas, de las cuales *Didelphis marsupialis* (Figura 9A) fue la más frecuente en los registros, con un total de 223 casos, lo que representa el 61.6% del total de mamíferos. La segunda especie en cuanto a incidencia de este impacto es *Canis lupus familiaris* con 65 atropellos, seguido de *Felis catus* con 31 registros y finalmente se encuentra la especie *Mus musculus* con 17 casos (Tabla 2), (Figura 9H, I, F).

Según estudios realizados, los mamíferos son víctimas frecuentes en las carreteras alrededor del mundo, y al parecer los marsupiales son un grupo que

puede estar afectado en mayor proporción, puesto que según lo expuesto por Vargas *et al.* (2006) y Delgado (2007) *Didelphis marsupialis* (Chucha común) fue la especie con mayor frecuencia de atropellamiento en la Reserva Forestal Bosque de Yotoco y en la vía del Escobero en Antioquia respectivamente. Igualmente, por observación directa se pudo establecer que *D. marsupialis* atraviesa la carretera en busca de alimento y ha aumentado en áreas pobladas, lo que facilita que esta especie sea atropellada, de igual manera debido a su hábito nocturno, estas son encandiladas por la luz de los vehículos dejándolas inmóviles y al ser la Panamericana una vía de doble calzada, con frecuente flujo vehicular representa un alto riesgo de mortalidad. Por otra parte su alta frecuencia en las colisiones puede estar relacionada con su abundancia en la región, ya que estas tienen en promedio seis crías en su marsupio, como se pudo constatar en las salidas nocturnas, en donde se encontraron hembras atropelladas con sus pequeñas crías (Figura 10).

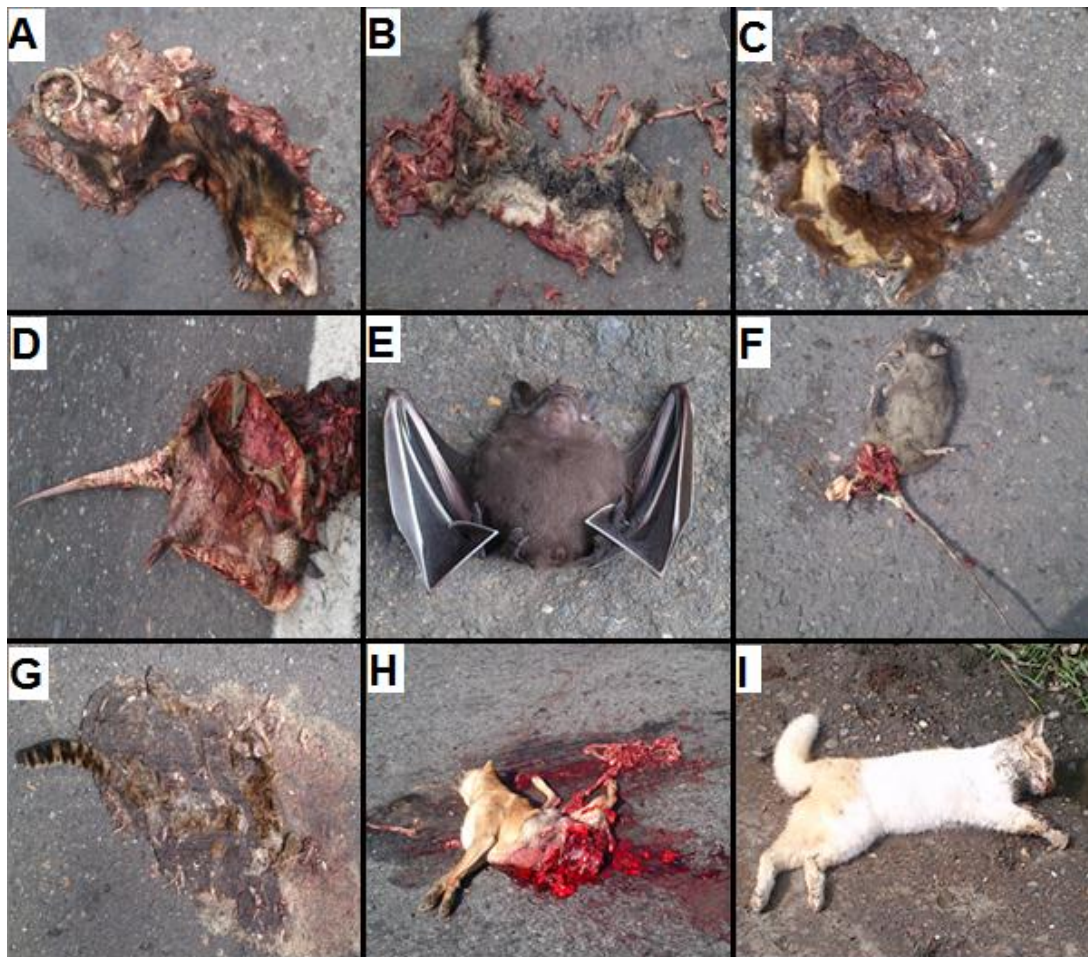


Figura 9. Especies de mamíferos atropellados en 92 kilómetros de la vía Panamericana. **A.** *Didelphis marsupialis* **B.** *Cerdocyon thous* **C.** *Mustela frenata* **D.** *Dasyurus novemcinctus* **E.** *Artibeus sp* **F.** *Mus musculus* **G.** *Leopardus tigrinus* **H.** *Canis lupus familiaris* **I.** *Felis catus*

En cuanto a los mamíferos silvestres, cabe destacar que se encontraron dos ejemplares de *Leopardus tigrinus* (Figura 9G) de la familia felidae que se encuentran bajo la categoría Vulnerable en nuestro país, por tanto, debido a su rareza y estatus de conservación, se debería impedir que cualquier nuevo individuo muera por colisiones con autos en esta carretera. También se registraron seis atropellos de *Dasyopus novemcinctus* (Figura 9D), uno de *Cerdocyon thous* (Figura 9B), tres de *Mustela Frenata* (Figura 9C) y cinco murciélagos (Tabla 2) (Figura 9E).

De *Cerdocyon thous* (zorro), se sabe que presenta una amplia dieta y muchas de sus presas pueden ser animales muertos que se encuentra en la carretera (Delgado 2007) y las gallinas que se hallan en las fincas, además los que se observaron cruzar la vía, andaban en parejas por tanto estas circunstancias podrían incrementar su mortalidad por el atropello vehicular.



Figura 10. Hembras de *Didelphis marsupialis* atropelladas con crías en su marsupio.

El segundo grupo de vertebrados más atropellado fueron los anfibios, con 288 registros (Tabla 2), siendo *Rhinella marina* (sapo común) la única especie de este grupo que presentó mortalidad en la vía Panamericana. Los anfibios, principalmente los sapos han sido registrados en muchas investigaciones como propensos a ser atropellados (Shine *et al.* 2004), por ejemplo, en el estudio realizado por Vargas *et al.* (2006) *Rhinella marina* fue el único anfibio encontrado muerto en la carretera, lo cual es atribuido a su comportamiento oportunista y a su capacidad de soportar altos niveles de perturbación. Otras de las características de los individuos de esta especie que los hacen susceptibles a morir atropellados, es que usan 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.* 2006).

Rhinella marina registró mayor frecuencia de atropellos a inicios del mes de octubre, después de presentarse 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 del niño, hecho que coincide con lo expuesto por la Red Natura (2000), quienes plantean que la fecha de paso de los anfibios va de octubre a marzo y en los días de lluvia con temperaturas suaves, donde se pueden contar más de doscientos atropellos, lo que supone la pérdida de miles de sapos y un gran golpe a la población de esta especie. Por otra parte, debido a su tamaño se concluyó que la mayoría de los individuos eran adultos, puesto que su frágil cuerpo es totalmente aplastado y destruido o muchas veces solo se observaron fragmentos del animal (Figura 11), lo que impidió determinar la edad, y el sexo de los individuos registrados.



Figura 11. Individuos de *Rhinella marina* atropellados en la vía Panamericana

En cuanto a las aves se registraron 186 individuos, concentrándose la mayor parte de los atropellos en la familia Phasianidae, Thraupidae y Cathartidae con 32, 20 y 19 casos respectivamente (Tabla 2). Se identificaron 19 especies, de las cuales *Gallus gallus* fue la más afectada con un 17.2% del total.

A pesar que la información referente a los impactos que producen los vehículos sobre la avifauna en las carreteras es escasa, en el trabajo realizado por Osorio y Mauhs (2004) el porcentaje de aves encontradas muertas fue el 52.9% del total de registros, en comparación con el número de mamíferos y reptiles hallados. Así mismo Gómez y Monge (2000), plantean que las aves son los vertebrados que más comúnmente se ven cruzar las carreteras y autopistas, pero su habilidad para escapar por el vuelo rápido, parece explicar porque ellas no están representadas en los registros de muertes.

Probablemente, una de las causas de la mortalidad de este grupo faunístico, por atropellamiento vehicular en la vía Panamericana, es 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, ya que por la época en

la que se realizaron los monitoreos, sobre la carretera y drenajes de agua lluvia se podían encontrar mangos y guayabas, los cuales eran consumidos por varios individuos de estas especies, 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 puede inferir que las aves mueren al chocar con los vehículos y no directamente atropelladas, dado que gran parte de estas se encontraron en buen estado y a orillas de la carretera (Figura 12C, D, E, F, H), coincidiendo con lo planteado por Trejo y Seijas (2003) quienes afirman que los individuos pueden colisionar contra las ventanas de los vehículos, quedando heridas y pudiéndose desplazar unos cuantos metros y ocultarse entre la vegetación.

Coragyps atratus, por su naturaleza carroñera, muere atropellado cuando está consumiendo los cadáveres de otros animales, comportamiento que realizan casi un 77% de las especies que frecuentan la ruta caminando, en busca de alimento (Trejo y Seijas 2003), al mismo tiempo, la cantidad de individuos de *Coragyps atratus* que se aglutinan alrededor de un animal muerto, puede influir en el número de atropellos sobre esta especie, puesto que en su afán por consumir el cadáver, no están atentos ante la eventual aparición de los vehículos (Figura 12A). Por otra parte, aunque Rosell y Brotons (2002), expone que algunas especies son especialmente vulnerables a ser atropelladas, cuando son pollos y empiezan a volar, se pudo determinar que gran parte de las aves registradas fueron adultos por su tamaño y características de plumaje (Figura 12B, G).

Los reptiles representan el grupo con menor incidencia de atropellos, con un total de 58 registros correspondientes solo a serpientes (Tabla 2); siendo *Oxybelis aeneus* la especie encontrada en mayor frecuencia con un 29.3% del total de los reptiles (Figura 13A). Dentro de este grupo se pudieron identificar 9 especies, pertenecientes a tres familias (Figura 13A-H), de las cuales sobresale la familia Colubridae con siete especies y 49 individuos afectados por el atropellamiento vehicular, seguida de la familia Viperidae y Elapidae (Figura 13B,D) cada una con una especie y con seis y tres atropellos respectivamente (Tabla 2).

Muchas de las serpientes necesitan rangos de hogar medianos a grandes para encontrar pareja, alimento y/o refugio (Seigel *et al.* 1997), por tanto la vía Panamericana entre Popayán y el Patía, posiblemente atraviese el rango de actividad de algunas de las especies de serpientes existentes en este sector, haciéndolas propensas a ser atropelladas cuando se arriesgan a cruzar la vía. Además el comportamiento de termorregulación de las serpientes sobre sustratos calentados por el sol, como son las superficies de las carreteras, ha sido señalado como una importante causa, de los atropellos (Ashley y Robinson 1996), hecho que podría coincidir con los resultados obtenidos, ya que las serpientes probablemente se encontraban sobre la carretera regulando su temperatura; cuando fueron atropelladas, puesto que 33 de las 58 serpientes registradas se hallaron 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 (Figura 13 I).

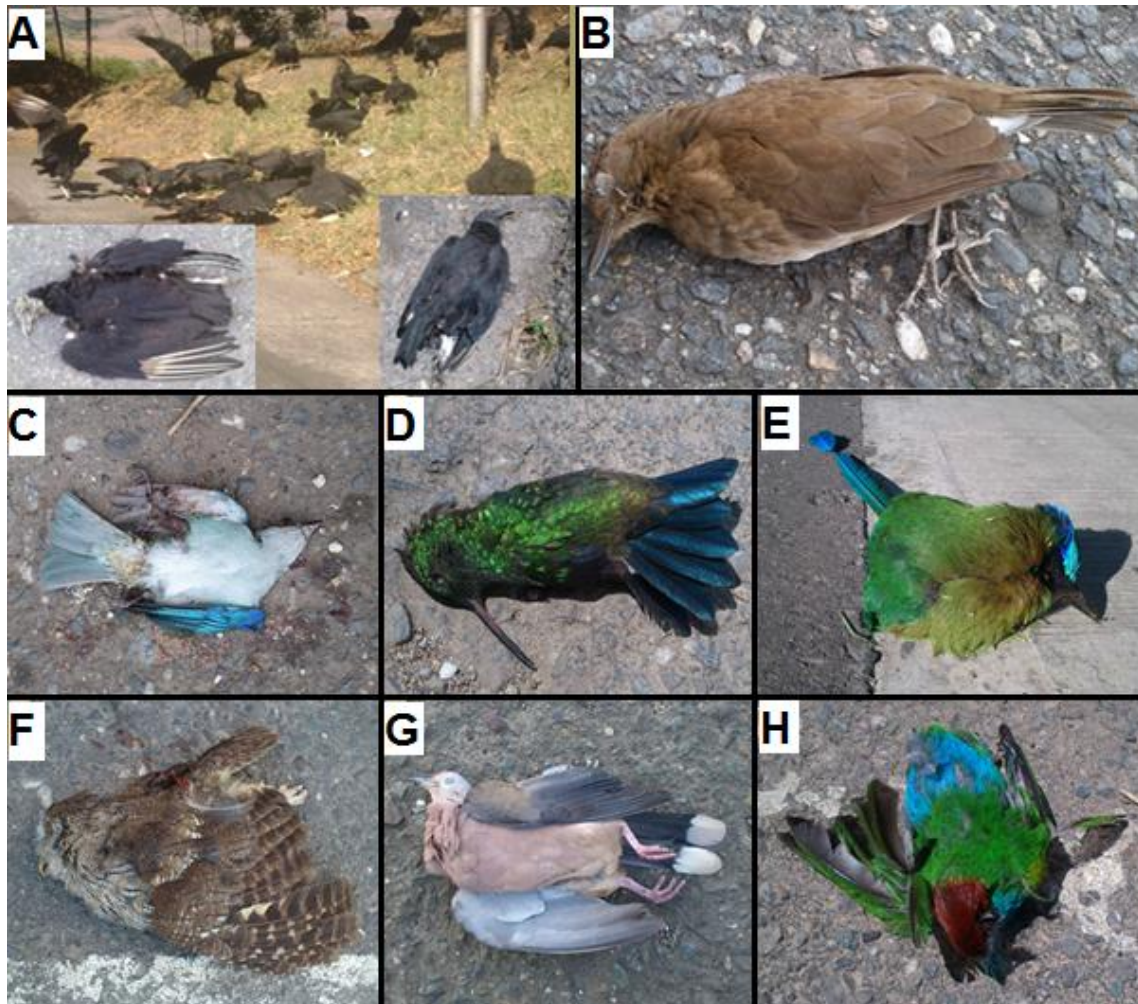


Figura 12. Especies de aves atropelladas en 92 kilómetros de la vía Panamericana. **A.** *Coragyps atratus* **B.** *Turdus ignobilis* **C.** *Thraupis episcopus* **D.** *Chalybura buffonii* **E.** *Momotus momota* **F.** *Megascops choliba* **G.** *Zenaida auriculata* **H.** *Tangara gyrola*

También, se ha podido establecer 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 y Gibbons 2005). De ahí que estos hechos podrían influir en la cantidad de atropellos que se pueden presentar sobre este grupo faunístico.

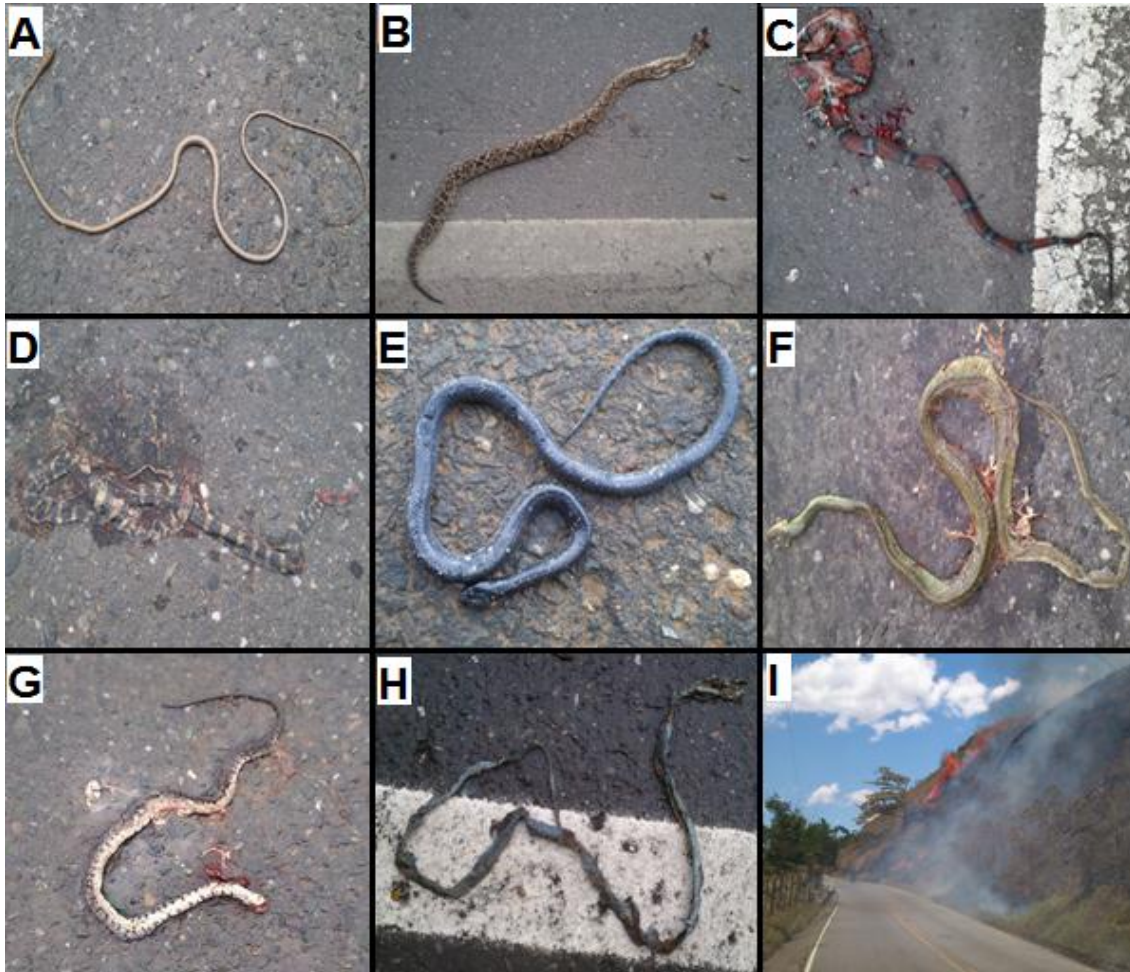


Figura 13. Especies de Reptiles atropelladas en 92 kilómetros de la vía Panamericana. **A.** *Oxybelis aeneus* **B.** *Bothrops ayerbei* **C.** *Erythrolamprus bizonus* **D.** *Micrurus mipartitus popayanensis* **E.** *Clelia clelia* **F.** *Chironius monticola* **G.** *Sibon nebulata* **H.** *Dendrophidion bivittatus* **I.** Incendio en el sector de Guavito

Finalmente, calificar los resultados obtenidos como baja o alta mortalidad en la vía Panamericana, debe tomarse con mucha precaución ya que para saber el tamaño del perjuicio es necesario calcular el tamaño de la población (Becerril y Morales 2001 citado por Grosselet *et al.* 2008), que no se realizaron en el presente estudio, pero que podrían hacerse en un futuro para conocer el verdadero grado de afectación. Además se debe tener en cuenta, que las especies carroñeras, así como los mamíferos y hasta los humanos desplazan los cadáveres al sufrir el atropello, por tanto no todos los individuos son detectados, de igual manera muchas de las especies pueden caer fuera de la vía tras el impacto con los vehículos y no quedar visibles, de ahí que la mortalidad real puede ser mucho mayor a la registrada.

5.1. Puntos críticos

Según los resultados del índice kilométrico de abundancia (IKA), se obtuvo que en los 92 kilómetros de la vía Panamericana, los tramos que presentaron mayor número de individuos atropellados fueron: La Cabaña-Timbio, El Bordo-Patía, Popayán-La Cabaña y Río Esmita-Piedra Sentada (Figura 14) con un IKA de 0.317, 0.278, 0.257 y 0.201 respectivamente (Tabla 4) concluyendo así, que de los nueve tramos analizados cuatro resultaron ser puntos críticos tanto para la fauna silvestre como para doméstica (en rojo en la tabla 4).

Tabla 4. Distribución de IKAs por tramos para fauna silvestre y doméstica.

Tramo	Nº de atropellos	Kilómetros recorridos	IKA
Popayán-La Cabaña	77	300	0.257
La Cabaña-Timbio	95	300	0.317
Timbio-Encenillo	81	550	0.147
Encenillo-Quilcacé	44	350	0.126
Quilcacé-Rosas	48	300	0.16
Rosas-Río Esmita	160	850	0.189
Río Esmita-Piedra Sentada	141	700	0.201
Piedra Sentada-El Bordo	115	600	0.192
El Bordo-Patía	181	650	0.278

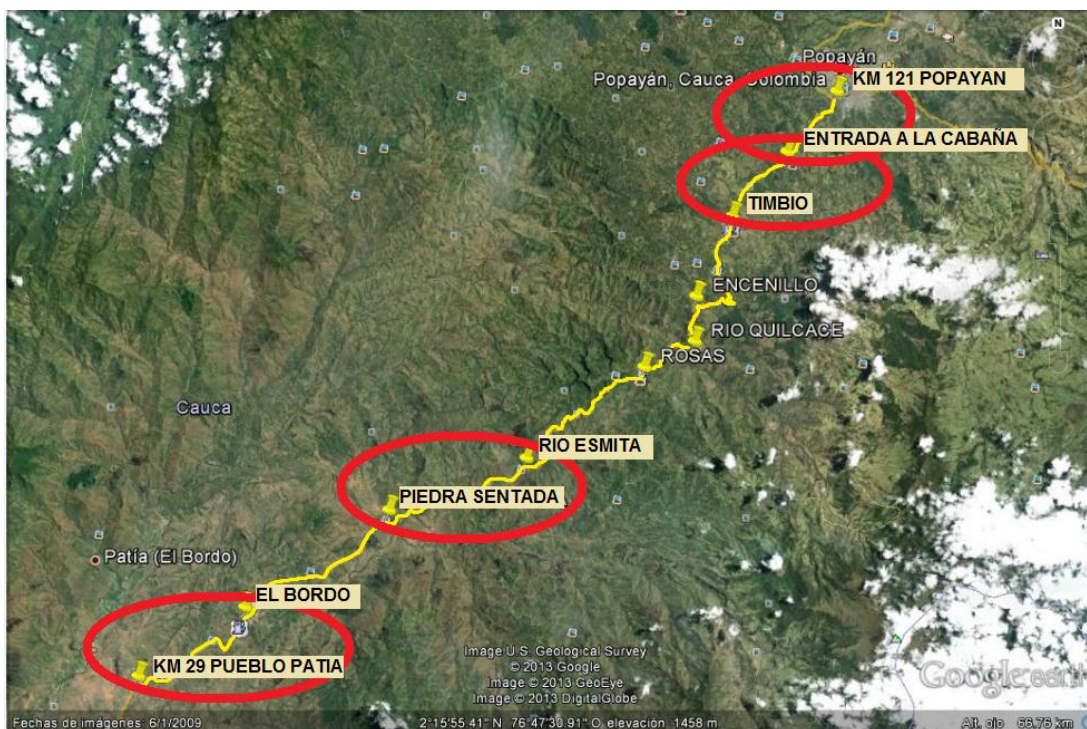


Figura 14. Tramos de la vía Panamericana (Popayán-Patía), que presentaron mayor número de atropellos de fauna (Imagen tomada de Google Earth 2013)

El tramo de la vía Panamericana que exhibió mayor mortalidad fue La Cabaña-Timbio, con 6 kilómetros de longitud, donde se registró el atropello de 77 animales silvestres, 13 domésticos y 5 manchas; estos hechos se pueden atribuir a que en este sector se encuentra una gran cantidad de vegetación arbórea y arbustiva a ambos lados de la carretera, por tanto muchos animales se pueden sentir atraídos a permanecer en estos lugares. De igual manera la velocidad y cantidad de vehículos que transitan por este sector se relacionó directamente con el número de atropellos, puesto que según el reporte de INVIAS (2009), anualmente en promedio circulan 4.028 automóviles por este tramo de la Panamericana. Además se evidenció que varios vehículos circulaban a más de 100 km/h, situación favorecida por la topografía del terreno y el buen estado de la carretera (Figura 15A), excediendo así, los límites permisibles de velocidad y eliminando cualquier posibilidad de reacción por parte del conductor, al encontrar algún animal sobre la vía para evitar atropellarlo, así mismo, se observó a la fauna doméstica continuamente atravesando la vía sin ningún tipo de precaución, por tanto estos hechos pueden influir en la cantidad de atropellos

El segundo punto crítico fue El Bordo-Patía, de 13 kilómetros, con 153 atropellos de fauna silvestre, 19 de fauna doméstica y 9 manchas. En este sector al igual que en el primer punto crítico se pudo observar gran cantidad de vegetación asociada al borde de la carretera, además en ciertas secciones de este tramo se encuentran árboles que tienden a unirse en el dosel (Figura 15B), en donde permanecen varias de las especies registradas para El Bordo y El Patía. Por esta razón, se podría pensar que varias de las especies que fueron atropelladas, al parecer colisionaron con los vehículos cuando intentaban cruzar la vía en busca alimento, ya que muchos de estos árboles que son utilizados por la fauna, se encontraban en periodo de fructificación, hecho que los hacía permanecer más tiempo cerca a la vía.

El tramo Popayán-La Cabaña, cuyo recorrido es de 6 kilómetros fue el tercer punto crítico, con 47 atropellos de fauna silvestre, 22 de fauna doméstica y 8 manchas. En este sector la mayor parte de los terrenos contiguos a la Panamericana, se encuentran urbanizados, aunque aún quedan algunos potreros que proporcionan refugio y alimento a muchas de las especies existentes en este lugar (Figura 15C). De igual manera en el sector de la Honda, se observaron varios ejemplares de *Canis lupus familiaris* descansando sobre la vía, quizá al sentirse atraídos por el calor que brinda el asfalto en tiempo soleado.

Por último se encuentra el tramo correspondiente a Río Esmita-Piedra Sentada con 14 kilómetros de longitud, 121 atropellos de fauna silvestre, 13 de fauna doméstica y 7 manchas. Este tramo, cuenta con sectores en donde la vegetación tiene un alto grado de sucesión, además de hallarse algunos cultivos, potreros y nacimientos de agua (Figura 15D), que brindan beneficios a la fauna de este sector. Por consiguiente, muchas de las especies que cruzan o se mantienen activas a orillas de la carretera haciendo uso de estos recursos, incrementando así, las posibilidades de un eventual atropello por parte de los vehículos que transitan por esta importante vía.

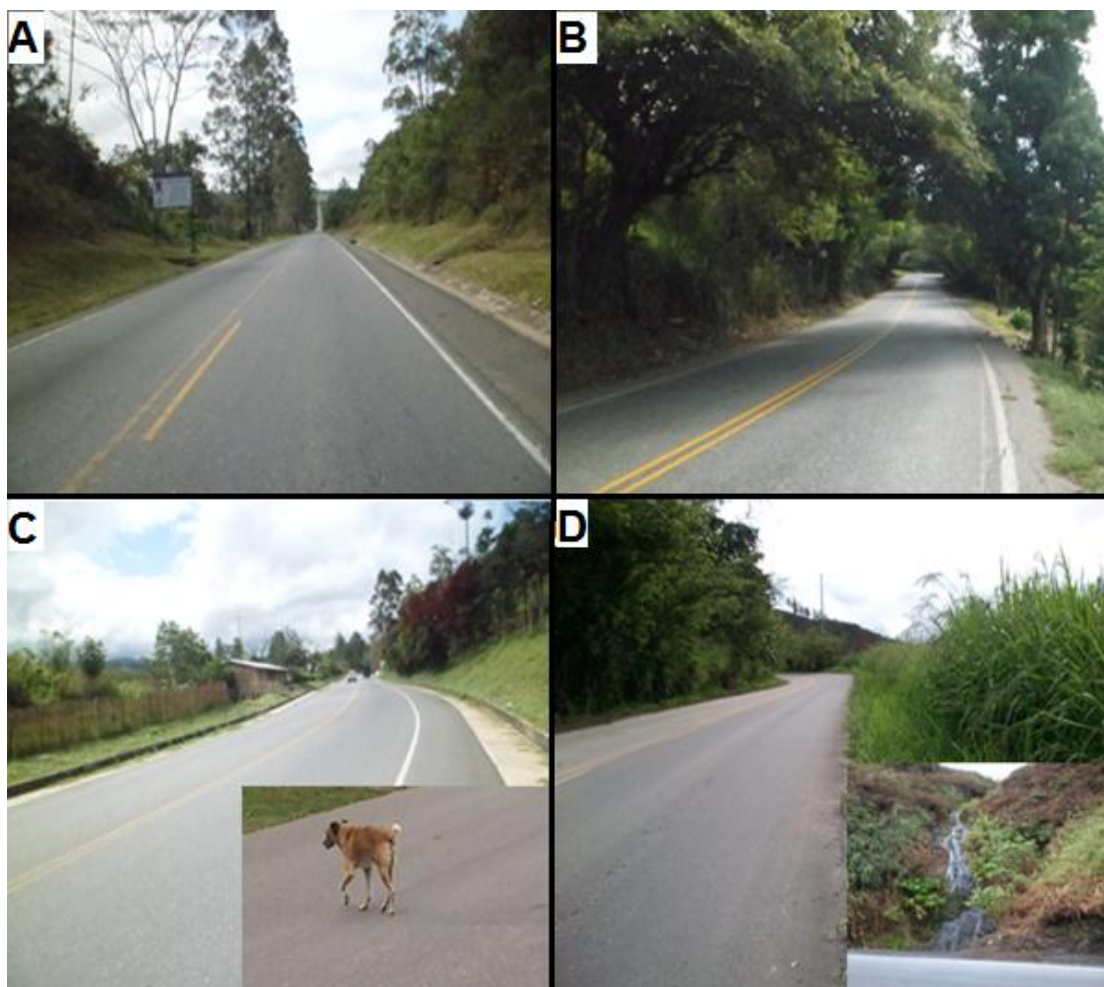


Figura 15. Características de la vía Panamericana en los cuatro puntos críticos. **A.** Tramo La Cabaña-Timbio (sector del columpio de la Ladrillera) **B.** Tramo El Bordo-Patía (Chondural) **C.** Tramo Popayán-La Cabaña (Vereda la Honda) **D.** Tramo Rio Esmita-Piedra Sentada (Guavito)

Por otra parte, en vista de que la fauna silvestre fue la más afectada, se realizó el índice kilométrico de abundancia para estas especies; obteniendo que los tramos que resultaron ser puntos críticos con los datos totales, también lo son para la fauna silvestre, con un IKA de 0.256, 0.235, 0.172 y 0.156 respectivamente (en rojo Tabla 5). Estos resultados probablemente se deben, a que en estos sectores, cerca de la carretera se encuentran muchos de los recursos utilizados por la fauna, para su alimentación y refugio como lo es la vegetación y los nacimientos de agua.

De igual manera, se puede observar que en este caso, el tramo Rio Esmita-Piedra Sentada, fue el tercer punto crítico para la fauna silvestre, con un IKA de 0.174 y Popayán-La Cabaña el cuarto punto crítico (en rojo Tabla 5), por lo que se podría inferir que entre Popayán y la Cabaña, cuyo tramo fue el tercer punto crítico con

los datos totales, mueren más individuos domésticos que silvestres, seguramente, porque este sector se encuentra mucho más urbanizado en comparación con el tramo Río Esmita-Piedra Sentada, en donde se pueden observar parches de bosque y avanzados estados de sucesión vegetal, favoreciendo así la permanencia de las especies silvestres alrededor de la carretera.

Tabla 5. Distribución de IKAs por tramos para fauna silvestre

Tramo	Nº de atropellos	Kilómetros recorridos	IKA
Popayán-La Cabaña	47	300	0.156
La Cabaña-Timbio	77	300	0.256
Timbio-Encenillo	59	550	0.107
Encenillo-Quilcacé	38	350	0.108
Quilcacé-Rosas	37	300	0.123
Rosas-Río Esmita	131	850	0.154
Río Esmita-Piedra Sentada	121	700	0.172
Piedra Sentada-El Bordo	82	600	0.136
El Bordo-Patía	153	650	0.235

En cada uno de los nueve tramos que comprendió el área de muestreo, el grado de afectación registrado para cada especie fue diferente, por consiguiente, en cada trayecto se representaron las especies que exhibieron mayor frecuencia de atropellamiento (Figura 16).

Según estos resultados *Rhinella marina* y *Didelphis marsupialis*, fueron las especies que se encontraron atropelladas, en todos los tramos analizados de la vía Panamericana, con porcentajes superiores al 50% y 38% respectivamente (Figura 16G, D); del mismo modo, la fauna doméstica, se halló representada por la especie *Canis lupus familiaris*, haciéndose presente en seis de los tramos.

En cuanto a *D. marsupialis*, estos resultados pueden estar sujetos a su amplia distribución, a sus características de habitar ambientes urbanos, suburbanos y agrícolas, favoreciendo la permanencia de esta especie cerca a las carreteras y por tanto la cantidad de atropellos que se puedan dar sobre la misma; sumado a esto el hábito de forrajear en las noches, también es otra de las características que influye en el número de individuos afectados, puesto que por observación se estableció, que en la noche ocurrían la mayor parte de los atropellos, ya que en las mañanas cuando se realizaban los primeros registros, los cadáveres encontrados de esta especie, aún estaban frescos y en buenas condiciones, en comparación a como se encontraban finalizando las jornadas, que eran pasado el mediodía, en donde los cuerpos de estos animales se hallaban despedazados, sin pelo y deteriorados por el continuo paso de los vehículos.

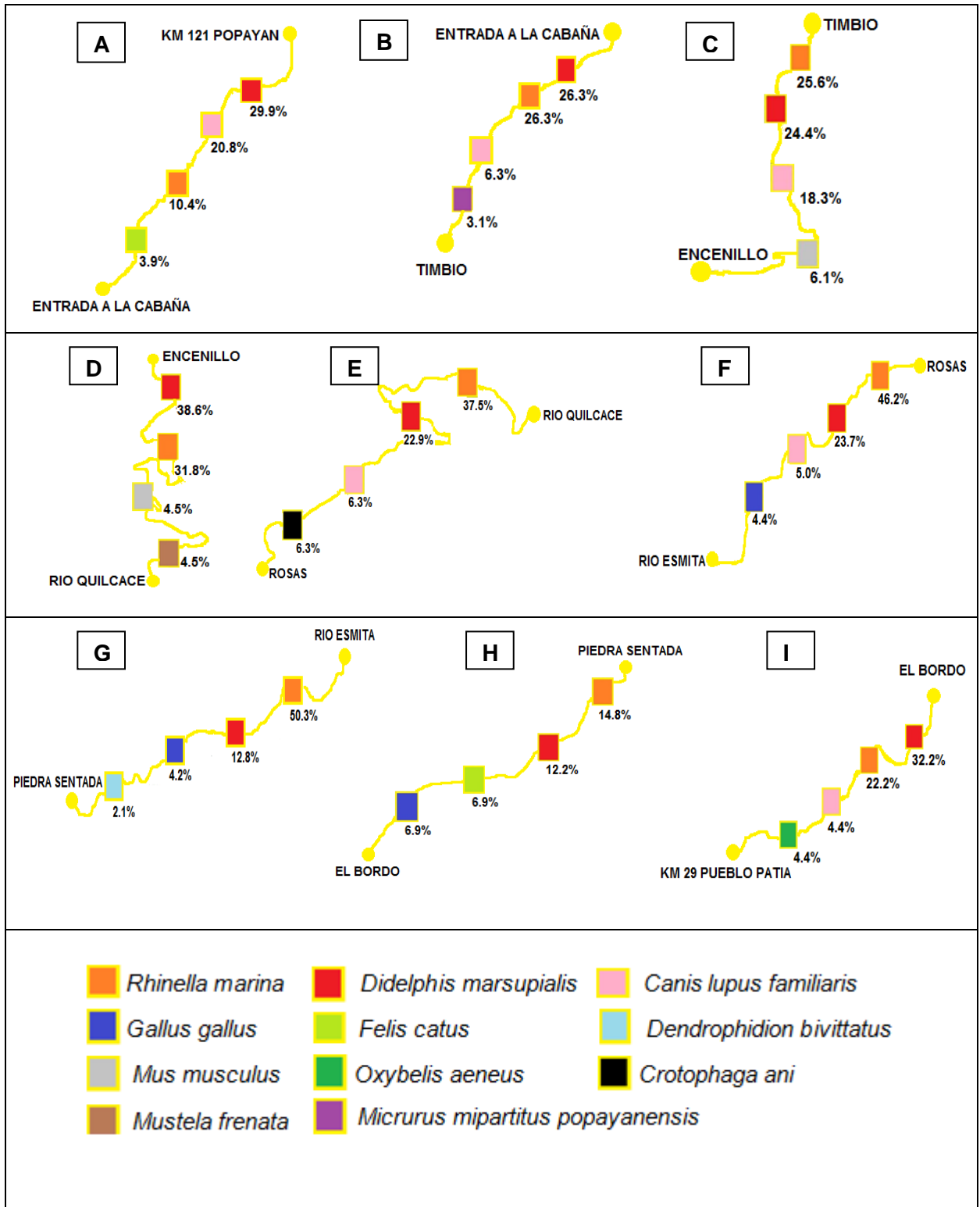


Figura 16. Representación gráfica de las especies con mayor porcentaje de atropellos en cada uno de los nueve tramos comprendidos entre Popayán y el Patía.

Del sapo común (*R. marina*), se sabe que tiende a desarrollarse en hábitats degradados y ambientes hechos por el hombre, tales como pistas, caminos, bajos pastizales y zonas que están cerca de los asentamientos humanos (Solís *et al.* 2012). Por consiguiente, en el tramo Río Esmita-Piedra sentada, sector donde se presentó la mayor frecuencia de atropellos, a pesar que existen varias casas a lo largo del recorrido, también hay sectores con vegetación densa, donde no existen barreras que impidan que individuos de esta especie salgan a la carretera. A su vez cuentan con varios cuerpos de agua, donde posiblemente acuden para iniciar su ciclo reproductivo, siendo estos los acontecimientos que quizá influyen en la cantidad de atropellos.

De *Mustela frenata* se pudo inferir, que estos fueron atropellados cuando intentaban cruzar la carretera probablemente en busca de alimento, debido que las muertes se registraron en lugares habitados pero con vegetación alrededor, como es el sector de Las Yescas y Guavito, ya que por su hábito carnívoro suelen buscar las aves de corral que se encuentran en las viviendas.

Por otra parte, en cuanto a las serpientes (*Micruros mipartitus popayanensis*, *Dendrophidion bivittatus* y *Oxybelis aneus*), estas fueron atropelladas en sectores que cuentan con vegetación a ambos lados de la carretera (Figura 16B, G, I), por tanto se puede pensar, que estos individuos fueron atropellados, al intentar cruzar la vía en busca de alimento o refugio; del mismo modo podrían haber estado regulando su temperatura corporal, cuando fueron alcanzadas por los automóviles.

Igualmente, especies domésticas como *Canis lupus familiaris*, *Felis catus* y *Gallus gallus*, se vieron frecuentemente afectadas por los atropellos, en varios de los tramos que comprendió el área de muestreo (Figura 16A, F, G, H), hecho que se atribuye a la cantidad de estos individuos, ya que en cada casa se observó, por lo menos un ejemplar de cada una de estas especies, por otro lado, se constató que los dueños no ejercen ningún tipo de control sobre ellos, que permita evitar las muertes.

Del mismo modo, cabe resaltar que gran parte de la carretera a lo largo del recorrido se encuentra en buen estado, excepto en los tramos comprendidos entre Encenillo-Quilcacé y Quilcacé-Rosas, en donde se encuentran varios daños sobre la vía, que están siendo reparados, por ende los conductores, sobre este lugar viajaban a velocidades reducidas, de ahí que en estos tramos solo se registraron 42 y 44 atropellos respectivamente, de los 894 en total.

Por otra parte, con los datos climáticos por municipio y las especies vegetales presentes en ciertos sectores del área de muestreo, se estableció, que a parte de las tres zonas de vida existen tramos con zonas de transición, como es el caso de Popayán-La Cabaña, cuyo sector es una zona de transición de bosque muy húmedo premontano tropical a bosque húmedo premontano tropical (bmh-PM/T//bh-PM/T), debido a que el régimen pluviométrico ha cambiado a largo de los últimos diez años, sobre el municipio de Popayán principalmente.

Seguidamente, se encuentran los sectores de la Cabaña-Timbio, Timbio-Encenillo y Rosas-Rio Esmita, cuyos datos permitieron determinar, que estos tramos pertenecen a la zona de vida, bosque húmedo premontano tropical (bh-PM/T). De igual manera, la clasificación de Holdridge, para el trayecto comprendido desde El Encenillo hasta Rosas, determinó que la zona de vida es bosque muy húmedo premontano tropical (bmh-PM/T), debido a que este sector se encuentra influenciado por los vientos fríos que bajan de la cordillera central y los vientos calientes que ascienden del Valle del Patía (comunicación personal Hilldier Zamora 2013).

A su vez, los tramos Rio Esmita-Piedra Sentada y Piedra Sentada-El Bordo corresponden a una zona de transición de bosque húmedo premontano tropical a bosque seco basal tropical (bh-PM/T//bs-B/T), puesto que en estos tramos se puede observar vegetación característica de ambas zonas de vida (húmeda y seca) y finalmente se encuentra el bosque seco basal tropical (bs-B/T), en el tramo comprendido desde El Bordo hasta el Patía.

Teniendo en cuenta la clasificación anterior, por grupo faunístico se identificaron las especies silvestres atropelladas en cada zona de vida o zona de transición (Tabla 6). Por tanto, según esta información, las aves es la clase que presenta mayor número de especies afectadas en la zona de transición de bh-PM/T//bs-B/T, probablemente porque en este sector, existe la cantidad de alimento y las condiciones climáticas, como temperatura y humedad, que favorecen su eventual desarrollo, de igual manera se evidencia 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 *Coragyps atratus*, *Thraupis episcopus*, y *Troglodytes aedon* (Tabla 6).

De igual manera ocurre con los reptiles, puesto que en la zona de transición mencionada anteriormente, se registraron ocho especies de serpientes de las cuales *Oxybelis aeneus* y *Erythrolamprus bizonus*, se encuentran en el bh-PM/T, bs-B/T y la zona de transición de bh-PM/T//bs-B/T, pero cabe destacar que varias de las especies encontradas en el bh-PM/T//bs-B/T se hallan en el bosque húmedo premontano tropical, tales como *Chironius monticola*, *Sibon nebulata*, *Clelia clelia* y *Bothrops ayerbeii*, puesto que según lo expuesto por Otero (2006) los bosques húmedos albergan mayor diversidad de especies que los bosques secos, al contar con las condiciones ambientales óptimas 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 ciertos periodos de tiempo en estos lugares.

Didelphis marsupialis y *Rhinella marina* fueron las únicas especies que se registraron en todas las zonas de vida y zonas de transición determinadas, debido posiblemente a su alta distribución y adaptación a los cambios presentados sobre estos ecosistemas a lo largo del tiempo, facilitando la presencia y el desarrollo de estas especies.

Tabla 6. Especies silvestres registradas en las zonas de vida y zonas de transición, entre Popayán y El Patía.

Zona de vida	Mammalia	Aves	Reptiles	Anfibios
bmh-PM/T//bh-PM /T	<i>Didelphis marsupialis</i> <i>Mus musculus</i>	<i>Momotus momota</i> <i>Tangara gyrola</i> <i>Turdus sp</i>	<i>Chironius monticola</i>	<i>Rhinella marina</i>
bh-PM / T	<i>Didelphis marsupialis</i> <i>Mus musculus</i> <i>Leopardus tigrinus</i> <i>Artibeus sp</i>	<i>Coragyps atratus</i> <i>Zenaida auriculata</i> <i>Sporophila nigricollis</i> <i>Thraupis episcopus</i> <i>Tangara gyrola</i> <i>Ramphocelus flammigerus</i> <i>Troglodytes aedon</i> <i>Pyrocephalus rubinus</i> <i>Megascops choliba</i>	<i>Micruros mipartitus</i> <i>Erythrolamprus bizonus</i> <i>Clelia clelia</i> <i>Sibon nebulata</i> <i>Chironius monticola</i> <i>Oxybelis aeneus</i> <i>Bothrops ayerbeii</i>	<i>Rhinella marina</i>
bmh-PM / T	<i>Didelphis marsupialis</i> <i>Mus musculus</i> <i>Mustela frenata</i>	<i>Ramphocelus flammigerus</i> <i>Megascops choliba</i> <i>Thraupis episcopus</i> <i>Tyrannus melancholicus</i> <i>Crotophaga ani</i>	<i>Oxybelis aeneus</i> <i>Sibon nebulata</i>	<i>Rhinella marina</i>
bh-PM/T//bs-B/T	<i>Didelphis marsupialis</i> <i>Mus musculus</i> <i>Rattus novergicus</i> <i>Mustela frenata</i> <i>Dasybus novemcinctus</i> <i>Cercocyon thous</i>	<i>Coragyps atratus</i> <i>Zenaida auriculata</i> <i>Thraupis episcopus</i> <i>Troglodytes aedon</i> <i>Pyrocephalus rubinus</i> <i>Crotophaga ani</i> <i>Tyrannus melancholicus</i> <i>Synallaxis brachiura</i> <i>Volatinia jacarina</i> <i>Tiaris obscurus</i> <i>Thamnophilus sp</i> <i>Chalybura buffoni</i>	<i>Oxybelis aeneus</i> <i>Bothrops ayerbeii</i> <i>Clelia clelia</i> <i>Sibon nebulata</i> <i>Chironius monticola</i> <i>Dendrophidion bivittatus</i> <i>Drymarchon melanurus</i> <i>Erythrolamprus bizonus</i>	<i>Rhinella marina</i>
bs-B/T	<i>Didelphis marsupialis</i> <i>Dasybus novemcinctus</i> <i>Bos taurus</i>	<i>Coragyps atratus</i> <i>Thraupis episcopus</i> <i>Troglodytes aedon</i> <i>Tyrannus melancholicus</i> <i>Synallaxis sp</i> <i>Turdus ignobilis</i> <i>Saltator striatipectus</i> <i>Tangara gyrola</i>	<i>Oxybelis aeneus</i> <i>Erythrolamprus bizonus</i> <i>Dendrophidion bivittatus</i>	<i>Rhinella marina</i>

Por otro lado, para tener una mejor perspectiva del recorrido entre Popayán y El Patía se realizó el perfil hipsométrico, utilizando la altitud de diferentes puntos localizados a lo largo del recorrido (Figura 17), donde se puede observar los diferentes quiebres del relieve que atraviesa la vía Panamericana en el área de muestreo, resaltando la topografía en el cañón del Río Quilcacé, que por pertenecer a la zona de vida correspondiente a bosque muy húmedo premontano

tropical, hace que este sector sea el más inestable, puesto que además de las fallas geológicas que lo atraviesan, la humedad y la precipitación contribuyen con su inestabilidad.

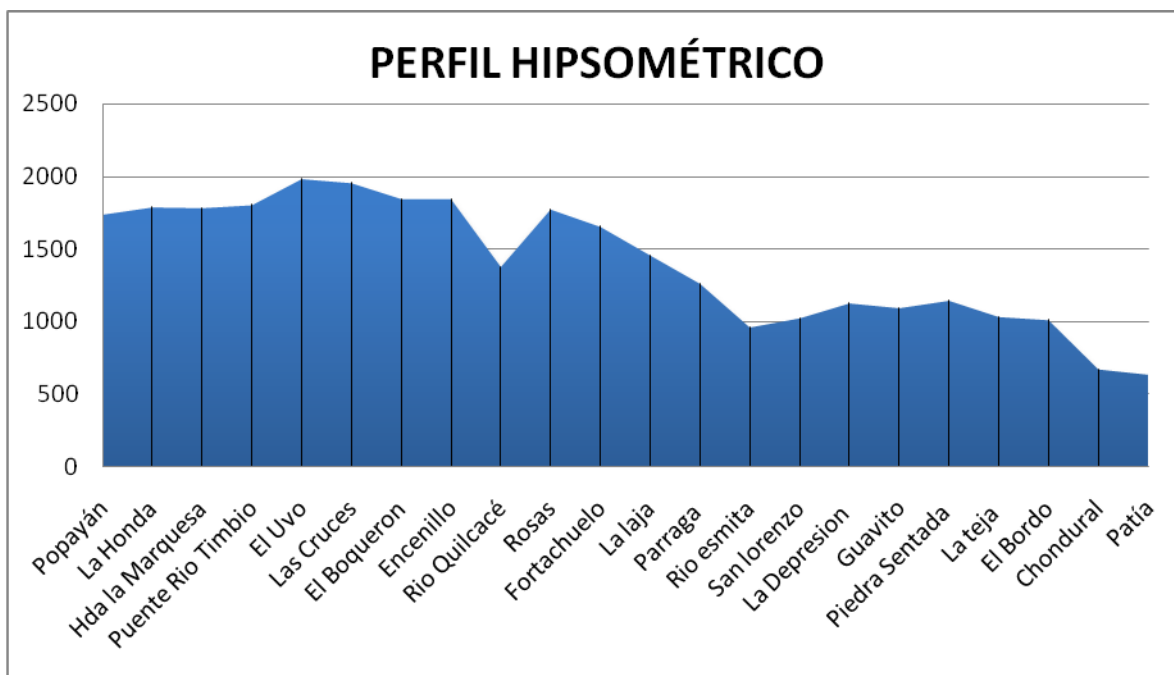


Figura 17. Perfil hipsométrico del recorrido de la vía Panamericana entre Popayán y El Patía.

Por último, al ser la Panamericana una de las carreteras con mayor volumen de tráfico en el país, se estableció que el aumento del flujo vehicular incide directamente en la cantidad de animales atropellados, puesto que en dos de los tramos que resultaron ser puntos críticos para la fauna, correspondientes a Popayán-La Cabaña y la Cabaña-Timbio en promedio aumentan 335 vehículos por año, mientras que en los otros dos tramos el aumento anual es de 168 vehículos, por esta razón se infiere que la cantidad de flujo vehicular está directamente relacionada con el número de atropellos registrados sobre la fauna.

5.2. Encuestas

De las 244 personas encuestadas 106 fueron hombres y 138 mujeres, de las cuales 202 (82.8%) respondieron afirmativamente, a la pregunta que si habían observado animales atropellados en la vía, mientras que las restantes 42 (17.2%), no han visto este tipo de sucesos.

A pesar que durante los monitoreos, la mayor cantidad de animales hallados fueron silvestres, al parecer estos no suelen ser importantes para la comunidad,

puesto que al preguntar sobre cuáles eran las especies que continuamente observaban, la mayoría de las personas, solo mencionaron ejemplares de fauna doméstica, entre los que sobresalían los perros, los gatos y las gallinas; pero al indagar por las especies silvestres, respondían que algunas si eran víctimas de los atropellos, aunque a la vez afirmaban que era mejor que las arrollaran, porque en el caso de *D marsupialis* es considerada como una plaga, y otras representan una amenaza para la comunidad, como en el caso de las serpientes.

De igual manera, con la información obtenida por parte de los habitantes, se pudo constatar que también se presentan colisiones vehiculares, con animales de gran porte como caballos y vacas, después de presentarse los choques, los propietarios los retiran casi que de inmediato de la vía. Así mismo tanto animales silvestres como domésticos que son atropellados cerca de las viviendas, muchas veces son retirados (Figura 18) y enterrados, para evitar los malos olores producto de la descomposición de los cadáveres, además de nuevos accidentes; debido a que los perros y las gallinas se acercan a consumir los restos de estos animales.



Figura 18. Retiro de animales atropellados en la vía por parte de la comunidad.

Por otra parte, según las observaciones de los pobladores, se puede inferir que las colisiones vehiculares con la fauna ocurren a diario; aunque algunos encuestados comentaron que en tiempo seco, eran más afectados los animales, debido a que muchas de las especies cruzaban la carretera en busca de agua. En cuanto a la pregunta, de cuáles creían que eran las posibles causas por las que se daban los atropellos, las opiniones fueron divididas, ya que el 43% de las personas encuestadas, le atribuían la culpa a los conductores, la velocidad y densidad vehicular, mientras que el 57% restante de los encuestados, culpan a los animales, afirmando que la vía es solo para los vehículos; pero no tienen en cuenta que la fauna no mide el peligro al que se expone, al cruzar una vía.

Asimismo, las personas se han visto afectadas por este fenómeno, principalmente desde el punto emocional y económico, dado que varias de las especies principalmente domésticas, son utilizadas como mascotas y para el consumo

humano. También se concluyó que el 100 % de los encuestados aseguran que no se realiza ninguna actividad para reducir la mortalidad de fauna.

Finalmente, los conductores encuestados, comentaron que los atropellos ocurrían por culpa solo de los animales, los cuales se aparecían o se atravesaban inesperadamente, y cuando era posible de esquivarlos lo hacían, pero se presentaban casos en los que no podían poner en peligro su integridad física o la de los pasajeros si los había. De igual manera, algunos camioneros afirmaron que cuando se encontraban con ciertas especies como las serpientes y las chuchas, en vez de evadirlas, lo que hacían literalmente era pasarles el carro por encima, porque según los conductores, estos animales más que beneficios causan es daños para el ser humano.

5.3. Estrategias sugeridas para reducir los atropellos de fauna

Las estrategias de manejo sugeridas a continuación, podrían ayudar a minimizar el impacto de la vía Panamericana sobre la fauna presente en la región, puesto que facilitan tanto la conexión entre las áreas fragmentadas por el paso de la carretera, así como los movimientos de la fauna entre los márgenes de la vía.

Recientes estudios y publicaciones muestran que el diseño, la localización y las dimensiones de las estrategias determinan el éxito y la utilización de estas por parte de algunos grupos de vertebrados, debido a que a veces existe relación directa entre el tamaño de los animales y el de la estructura utilizada (pasos de fauna), pero en otros casos influyen aspectos propios del comportamiento de cada especie (Iglesias 2008a). De igual manera la idoneidad de varias de las medidas, para evitar los atropellos dependen de las circunstancias concretas de cada lugar.

Entre las medidas estructurales, que se han implementado y que han tenido mayor difusión para evitar el atropello de fauna, se encuentran los sistemas de cercado y la construcción de pasos superiores e inferiores, pero debido a su alto costo así como los limitantes logísticos, se piensa que estas estrategias no son las más adecuadas para realizarlas en la vía Panamericana.

Los sistemas de cercado, es una de las medidas, que se ha usado más extensivamente en Europa con el propósito de evitar que los animales crucen las carreteras; generalmente estas cercas poseen vegetación aledaña que sirve para guiar a los animales hacia los corredores estructurales y algunas de ellas son enterradas por debajo de la superficie del terreno, para evitar que los animales caven la tierra y pasen por debajo de la cerca (Arroyabe *et al.* 2006). En cuanto a los pasos de fauna, estos han sido muy utilizados en Australia, Canadá y los Estados Unidos, cuya función es intentar mantener cierto grado de conectividad entre las zonas separadas por la vía, pero su mayor inconveniente, es que son económicamente muy costosos, por tanto es importante justificar la elección de su localización, así como sus características, para poder obtener la máxima eficacia de la implementación de este tipo de estrategias (Sanz *et al.* 2000).

Por otra parte, una de las medidas estructurales, que se recomienda como estrategia para evitar la mortalidad de fauna, es la **modificación de las estructuras existentes**, puesto que las únicas estructuras visibles sobre la vía Panamericana, que posiblemente son utilizadas por la fauna para cruzar, son las alcantarillas (Figura 19), las cuales podrían tener ciertas adaptaciones estructurales, 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. De igual manera, sería conveniente mantener una alta cobertura vegetal a la entrada de la misma para que las especies utilicen estos pasos y no la vía.



Figura 19. Alcantarillas existentes en la vía Panamericana.

Otra de las medidas estructurales, para reducir la cantidad de atropellos por colisión vehicular, es la **implementación de señales que adviertan la presencia de fauna en la carretera** (Figura 20); ya 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. Por tanto estas 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, y aunque el atropello de este tipo de fauna no representa un peligro para los ocupantes de los vehículos, si suele repercutir negativamente en las poblaciones de animales afectadas. Estas señales según Iglesias (2008b) se pueden reforzar mediante la colocación de bombillos (leds) luminosos en las esquinas de la misma, recomendando instalarlas de manera seguida para mantener la atención del conductor, dado que su implementación no es tan costosa en comparación con otras estrategias de tipo estructural.



Figura 20. Señal de precaución advirtiendo la presencia de fauna en la vía

En cuanto a las medidas no estructurales, la **Reducción de la velocidad de circulación**, es sin duda una de las estrategias a implementar, puesto que se ha mostrado que muchos atropellos se deben a la velocidad excesiva, por tanto la reducción de la misma permite aumentar considerablemente la capacidad de respuesta ante cruces imprevistos de fauna (Barragán y López 1992). El éxito de esta estrategia se basa en el cumplimiento de las normas de velocidad por parte de los conductores; dado que muchos siempre tienden a exceder los límites permisibles. De igual manera las autoridades competentes deberían de ser más rigurosas, con el cumplimiento de las leyes de tránsito, además con esta estrategia se estaría aumentando la seguridad vial.

La **Deforestación de los márgenes de la carretera**, también se convierte en una de las estrategias no estructurales recomendadas, debido a que la vegetación de los bordes como gramíneas, zarzas y arbustos, atraen mucha de la fauna presente en un área por tanto esta acción puede resultar eficaz al aumentar el campo de visión tanto de la fauna como del conductor (Barragán y López 1992). Durante los monitoreos se observó que trabajadores de INVIAS realizando labores de limpieza de los márgenes de la vía Panamericana en varios puntos a lo largo de la carretera (Figura 21), pero dicha acción no es continua y tampoco con la finalidad de conservar la fauna, puesto que según información de los trabajadores el objetivo de dicha acción es tener un buen aspecto de la carretera y limpieza de los drenajes de agua lluvia, para que no se taponen las alcantarillas, realizándose cada vez que la vegetación se encuentra en un alto estado de desarrollo, por tanto sería de gran ayuda que esta entidad siempre mantuviera los bordes de la carretera libres de vegetación.

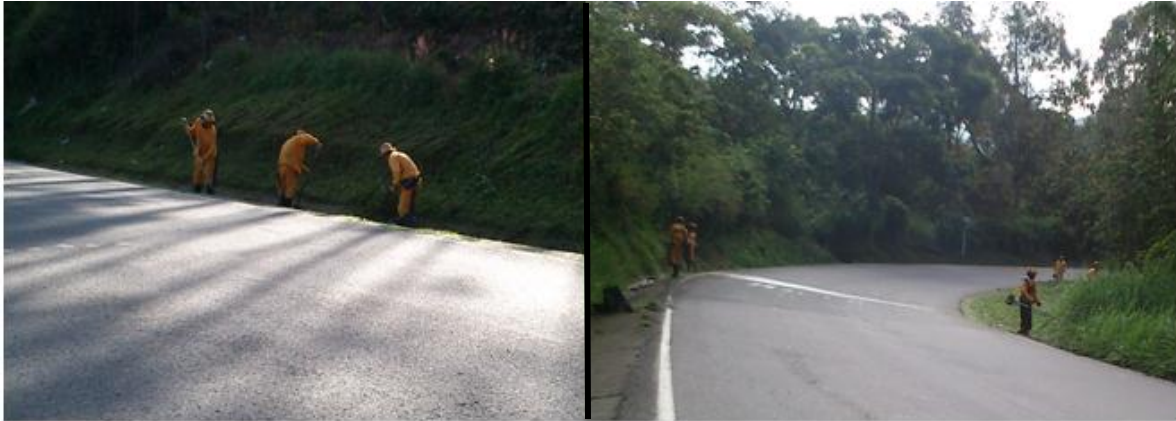


Figura 21. Trabajadores de INVIAS realizando labores de limpieza, sobre la vía Panamericana.

Por último, se sugiere **realizar campañas educativas sobre la diversidad desconocida de la fauna local, así como la sensibilización de la comunidad y conductores sobre el impacto que la vía Panamericana está ocasionando sobre los animales.** Esta medida se plantea como resultado de las encuestas aplicadas, ya que mucha de la gente que reside sobre la vía desconoce la fauna silvestre que se encuentra a su alrededor, y si bien es cierto que la mayoría de las especies que se registraron no se encuentran en algún tipo de riesgo, esto no significa que el frecuente atropello de las mismas, no genere impactos al interior de las poblaciones. A su vez sensibilizar a los conductores sobre la importancia de la fauna, así como el hecho de respetar los límites permisibles de velocidad, permitirá un cambio de mentalidad y de actitud en los mismos, puesto que se debe ser conscientes que todos los animales cumplen una determinada función dentro de los ecosistemas y por tanto se deben cuidar.

En resumen, contrarrestar los efectos ecológicos que está generando la vía Panamericana sobre la fauna, requiere de diversas estrategias que son complementarias entre si y de un arduo trabajo al que se debería vincular entidades como INVIAS, autoridades ambientales, universidades, así como las comunidades residentes sobre la vía.

6. CONCLUSIONES

- Sobre la vía Panamericana, diariamente en promedio mueren atropellados 17.88 individuos pertenecientes a mamíferos, aves, reptiles o anfibios.
- La fauna silvestre resulto ser la más afectada que la doméstica a causa de este fenómeno con un 84% del total de registros.
- *Didelbphis marsupialis* fue el mamífero que presento mayor frecuencia de atropellamientos con un total de 223 casos.
- De los anfibios, *Rhinella marina* fue la única especie de esta clase que se encontró atropellada en la carretera con un 32.2% del total de registros.
- *Rhinella marina* registró una alta frecuencia de atropellos a inicios del mes de octubre, después de presentarse 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 del niño.
- Las aves fue el grupo que presentó mayor número de especies afectadas, principalmente en la zona de transición de bosque húmedo premontano tropical a bosque seco basal tropical.
- Por observación directa se pudo establecer que *Coragyps atratus* muere atropellado cuando está consumiendo los cadáveres de otros animales.
- Las serpientes fueron los únicos reptiles muertos en carretera, con nueve especies, pertenecientes a las familias Colubridae, Elapidae y Viperidae.
- La principal causa de mortalidad por atropellos sobre las serpientes, se atribuye a la termorregulación que estas realizan sobre sustratos calentados por el sol, como las superficies de las carreteras.
- En los puntos críticos como La Cabaña-Timbio, El Bordo-Patía y Popayán-La Cabaña; la velocidad que pueden alcanzar los vehículos debido al buen estado de la carretera, se relaciona directamente con el número de atropellos registrados en estos sectores.
- En el tramo rio Esmita-Piedra Sentada, a pesar que la topografía y el estado de la carretera no es tan bueno, resultó ser punto crítico por la cantidad de individuos de *Rhinella marina* encontrados en este sector.
- En la zona de transición de bosque húmedo premontano tropical a bosque seco basal tropical, se registró el mayor número de atropellos de especies de fauna silvestre.

- La mayor parte de la comunidad residente sobre la vía Panamericana, es indiferente ante el impacto que se está generando sobre la fauna silvestre a causa de los atropellos.
- Los conductores atribuyen los atropellos a la aparición inesperada de los animales, por tanto aseguran que estos son los únicos culpables de su muerte en las carreteras.
- Dentro de las estrategias que se sugieren implementar en la vía Panamericana para disminuir la mortalidad de fauna por atropello vehicular se encuentran: las alcantarillas multipropósito, la señalización advirtiendo el paso de fauna, reducción de la velocidad de circulación, la deforestación de los márgenes de la carretera y la realización de campañas educativas sobre la diversidad desconocida de la fauna local, así como la sensibilización de la comunidad y conductores sobre el impacto que la vía Panamericana está ocasionando sobre los animales.

7. RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio de riqueza de especies en los puntos críticos, para conocer el verdadero grado de afectación del atropellamiento vehicular de fauna.
- Realizar un estudio similar en una distancia más corta, con monitoreos diarios, que permitan registrar la mayor cantidad posible de fauna atropellada.
- Se sugiere realizar un estudio similar en un lapso de tiempo adecuado para comparar los resultados obtenidos.
- Determinar la cantidad de especies que pueden resultar atropelladas en el sector comprendido desde Quilcacé hasta Rosas, cuando se hayan terminado las labores de mejoramiento de la vía y comprobar si la velocidad puede influir directamente en la cantidad de atropellos en este sitio.
- Efectuar un estudio sobre la población de *Didelphis marsupialis* en los sectores aledaños a la vía, ya que esta especie fue la más afectada entre los mamíferos, para determinar si se encuentra en algún riesgo.

8. BIBLIOGRAFÍA

Agudelo, H. 2011. Fauna en la Ruta de la Muerte. [On-line], URL: [http://elcolombiano.com/BancoConocimiento/F/fauna en la ruta de la muerte/.asp](http://elcolombiano.com/BancoConocimiento/F/fauna%20en%20la%20ruta%20de%20la%20muerte/.asp).

Alberico, M. y A. J. Negret. 1992. Primer aporte sobre los mamíferos del Valle del Patía (Cauca-Nariño). *Novedades Colombianas: Nueva Época* 5: 66-71.

Alcaldía Municipal de Patía-Cauca. Plan de Desarrollo Municipal (PDM). 2008. *Una Forma Diferente de Hacer las Cosas*. 151 páginas.

Alcaldía Municipal de Rosas-Cauca. Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT). 1999. *Hacia un Nuevo Rosas*.

Alcaldía Municipal de Timbio-Cauca. Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT). 2000.

Andrews, K. M y J.W. Gibbons. 2005 ¿How do Highways influence Snake Movement? *Behavioural Responses to Roads and Vehicules*. *Coeia* 4:772-782.

Ashley, E. P y J. T. Robinson. 1996. Road Mortality of Amphibians, Reptiles and Other Wildlife on the Long Point Causeway, Lake Erie, Ontario. *CannadianField Naturalist* . 110:403-412.

Ayerbe, F; J. P. López; M. F. González; F. A. Estela; M. B. Ramírez; J. V. Sandoval; L. G. Gómez. 2008. Aves del Departamento del Cauca-Colombia. *Biota Colombiana* 9 (1) 77-132.

Ayerbe, F; L. G. Gómez J. P. López; M. B. Ramírez; J. V. Sandoval; M. F. González. 2009. Avifauna De Popayán y Municipios Aledaños. *Novedades Colombianas*, 9(1).

Ayerbe, F. y J. P. López. 2011. Adiciones a la Avifauna del Valle Alto del Río Patía, en un Área Interandina en el Suroccidente de Colombia. *Boletín SAO* Vol. 20. No 2.

Arroyave, M. P; C. Gómez; M. E. Gutiérrez; D. P. Múnera; P. A. Zapata; I. C. Vergara; L. M. Andrade; K. C. Ramos. 2006. Impactos de las Carreteras Sobre la Fauna Silvestre y sus Principales Medidas de Manejo. *Revista EIA* ISSN 1794.1237. Número 5 p.45-57.

Barragán, B. y J. López. 1992. Soluciones a los Atropellos de Vertebrados. II Simposio Nacional de Carreteras y Medio Ambiente.

Brown, G. P; B. L. Phillips; J. K. Webb; R. Shine. 2006. Toad on the Road: use of Roads as Dispersal Corridors by the Cane Toad (*Bufo marinus*) at an Invasion Front in Tropical Australia. *Biological Conservation* 113:88-94.

Comité Directivo Permanente de los Congresos Panamericanos de Carreteras. 1998. VII Congreso Panamericano de Carreteras. Tomo III. Bogotá, Colombia.

Corporación Autónoma Regional del Cauca CRC. 2002. Plan de Gestión Ambiental Regional del Cauca PGAR, Popayán, 57 páginas.

Dávalos, L. M. y J. Guerrero. 1999. The Bat Fauna of Tambito, Colombia. *Chiroptera Neotropical* 5 (1-2): 112-115.

Delgado, C. A. 2007. Muerte de mamíferos por vehículos en la vía del Escobero, Envigado (Antioquia), Colombia. *Actual Biol* 29 (87):235-239.

Espinosa, A; J. A. Serrano; A. Montori. 2012. Incidencia de los Atropellos Sobre la Fauna Vertebrada en el Valle de El Paular. LIC "Cuenca del Rio Lozoya y Sierra Norte. N° 60. pp 209-236.

Estrada, H; E. Meneses; J. Caicedo. 2011. Carretera Panamericana Popayán-Pasto. Evaluación Técnica y Económica Preliminar Sitios de Falla. 45 Páginas.

Ferry, C y B. Frochot. 1958. Une Méthode Pour Denombrer Les Oiseaux Nicheurs. *La Terre et la Vie* 19:85-12

Forman, R. T y L. E. Alexander. 1998. Roads and Their Major Ecological Effects. *Annual Review of Ecology and Systematic* 29:207–231.

Gardner, A. L. 2008. Mammals of South America Volume 1. Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and Bats. The University of Chicago Press, Chicago.

Google. Google Earth 2013.

Gómez, P y J Monge. 2000. Fauna Silvestre Víctima de las Carreteras: el Caso de Costa Rica. Vol n 8 y 9.

Grosselet, M; B. Villa; G. Ruiz. 2008. Afectaciones a Vertebrados por Vehículos Automotores en 1.2 Km de Carretera en el Istmo de Tehuantepec. *Partners in flight conference: Tundra to Tropics* 227-231.

Gumier, F y C. F. Sperber. 2009. Atropelamientos de Vertebrados na Floresta Nacional de Carajás, Pará, Brasil. Vol 39(2):459-466.

Haffer, J. 1986. On the Fauna of the Upper Patía Valle, Southeastern Colombia. *Caldasia* XV (71-75):533-553.

Holdridge, L. 1978. Ecología Basada en Zonas de Vida. IICA. San José de Costa Rica. 216 páginas.

IBM SPSS Statistics 19.0. 2010. Copyright IBM corporation.

Iglesias, C. 2008-a. Definiciones Para Una Norma Española Sobre Pasos de Fauna. N° 93.

Iglesias, C. 2008-b. Diseño de pasos de Fauna en Tramos de Concentración de Atropellos de Animales. Cimbra.

Illana, A. y D. Paniagua. 2001. Impactos de las Infraestructuras del Transporte Sobre Los Vertebrados Terrestres.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC. 2009. Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento del Cauca. Escala 1:100000. 556 páginas.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM. 2013. Promedios de Precipitación y Temperatura Actuales por Municipio.

Instituto Nacional de Vías INVIAS. 2009. Serie Histórica y Composición del Transito Promedio Diario Semanal Territorial 8 Cauca.

Instituto de Posgrados en Vías e Ingeniería Civil. 1990. Plan Vial del Departamento del Cauca. Tomo I. Informe General.

Instituto de Posgrado en vías e Ingeniería civil. 1990. Plan Vial del Departamento del Cauca-Fase II. Tomo II. Perfiles de programas y Proyectos, Estrategias de Financiación.

López, J. 1992. Carreteras que Constituyen Puntos Negros para Vertebrados. Criterios de Valoración y Puntos Catalogados Hasta el Momento. II simposio Nacional Sobre Carreteras y Medio Ambiente.

Osorio, A. y J. Mauhs. 2004. Atropelamiento de Animais is Silvestres na Rodavia RS-040. Caderno de Pesquisa Ser. Bio., Santa Cruz, V. 16, n 1, p. 35-42.

Otero, E. 2006. Bosque Seco Tropical, Colombia. Libros de la Colección Ecológica del Banco de Occidente.

Paniagua, D; A. Illana; J. Echegaray. 2007. Impacto de las Infraestructuras de Transporte Sobre la Naturaleza en el Territorio Historico de Álava. GADEN, 151 Páginas.

Quintero, A; D. Osorio; F. Vargas; C. A. Saavedra. 2012. Roadkill Rate of Snakes in a Disturbed Landscape of Central Andes of Colombia. Herpetology Notes, Volume 5: 99-105.

Ramírez, H. E; W. A. Pérez; O. Mejía; H. F. Tobar; A. Muñoz; A. Trujillo. 2010. Biodiversidad en el Campus de la Universidad del Cauca, Popayán, Colombia. Vol 8. No 2.

Ramírez, H. E. y W. Pérez. 2007. Mamíferos de un Fragmento de Bosque de Roble en el Departamento del Cauca, Colombia. Boletín Científico - Centro de Museos - Museo de Historia Natural Universidad de Caldas 11: 65-79.

Ramírez, H. E; W. Pérez; J. Ramírez. 2008. Mamíferos Presentes en el Municipio de Popayán, Cauca-Colombia. Boletín Científico-Centro de Museos - Museo de Historia Natural Universidad de Caldas 12: 65-89.

Ramírez, H. E; F. Ayerbe; O. Mejía. 2010. Mamíferos de la Cuenca Alta del Río Patía en el Departamento del Cauca. Boletín científico. Museo de Historia Natural 14(1):92-113

Red Natura. 2000. El Sapo Común y la Carretera M 301 (tramo la Maraños-Gómez San Martín de la Vega). Boletín Informativo.

Rivas, M; H. E Ramírez; Z. Álvarez; B. Niño. 2007. Catálogo de los Mamíferos Presentes en las Colecciones de Referencia y Exhibición del Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca. Taller Editorial Universidad del Cauca, Popayán, 96 pp.

Rojas, E. 2011. Atropello de Vertebrados en una Carretera Secundaria en Costa Rica. Cuadernos de investigación UNED. Vol. 3(1):81-84.

Rosell, C. y L. Brotons. 2002. Connectores Ecológicos: Identificació I Anàlisi De La Seva Funcionalitat Per A La Dispersió De Vertebrats. Miscelanea Científica.

Sanz, L; M. Serrano; J. Puig. 2000. Los Efectos de las Carreteras Sobre los Vertebrados Terrestres.

Seigel, R.A; J.T. Collins; S.S. Novak.1997. Snakes: Ecology and Evolutionary Biology. Macmillan Publishing Company. New York.

Shine, R; M. Lemaster; M. Wall; T. Langkilde; R. Mason. 2004. ¿Why Did the Snake Cross the Road? Effects of Roads on Movement and Location of Mates by Garter Snakes (*Thamnophis sirtalis parietalis*). Ecology and Society 9:9.

Tamsitt, J. R., Valdivieso, D. 1966. Bats from Colombia in the Swedish Museum of Natural History, Stockholm. Mammalia 30 (1): 97-104.

Trejo, A. y S. Seijas. 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; I. Delgado; F. A. López. 2006. Efecto del Corredor Vial Buga-Buenaventura en la Fauna de Vertebrados Terrestres en la Reserva Forestal Bosque de Yotoco, Valle del Cauca.

Vargas, F; I. Delgado; F. López. 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.

Vargas, F; I. Delgado; F. A. López. 2006. 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. Volumen 2: Reserva Forestal Bosque de Yotoco. CVC.

ANEXOS

Anexo N° 1. Ficha de seguimiento de la mortalidad de fauna en la vía Panamericana

Fecha:				
Hora:				
Pueblo o punto de referencia:				
Geoposición:				
Altitud:				
Tramo:				
Estado del tiempo:				
Nombre común:				
Especie:				
EDAD				
	Pollo de nido	Pollo volandero	Joven de un año	Adulto
AVES				
	Cachorro	Joven	Adulto	Viejo
MAMIFEROS				
	Cría	Joven	Adulto	
REPTILES Y ANFIBIOS				
Punto kilométrico:				
Calzada/sentido:				
ESTATUS				
Fauna silvestre				
Fauna domestica				
OBSERVACIONES				

Adaptada de Illana y Paniagua (2001)

Anexo N° 2. Encuesta semiestructurada aplicada a personas residentes contiguas a la vía Panamericana y a conductores que transitan por esta importante vía.



UNIVERSIDAD DEL CAUCA

"MORTALIDAD DE FAUNA POR ATROPELLAMIENTO VEHICULAR EN UN SECTOR DE LA VIA PANAMERICANA ENTRE POPAYÁN Y EL PATIA"

1. Género: H ____ M ____

2. Observa animales atropellados en la vía: Si ____ No ____ ¿Cuáles? _____

3.Cuál es su comportamiento cuando se encuentra un animal atropellado en la vía:

Lo corre ____ Lo retira de la vía ____ No hace nada ____ Otros _____

4. Sabe usted si se da mayor atropellamiento de animales en: Tiempo seco ____ Tiempo de lluvias _____

5. Cree usted que el atropellamiento de fauna puede repercutir en el bienestar de las poblaciones afectadas:

Si ____ No ____ Porque? _____

6. Sabe cuáles son los animales más frecuentemente atropellados?

7. Porque cree usted que son atropellados los animales:

Densidad del tráfico ____ Velocidad de los vehículos ____ Imprudencia del conductor _____

Otros _____

8. Se ha visto afectado por el atropellamiento vehicular de fauna de forma:

Económica ____ Emocional ____ Salud (olores emitidos por los cadáveres) ____

Otros _____

9. Realiza alguna acción o actividad que considere ayude a reducir la mortalidad de fauna:

Si ____ No ____

¿Cual? _____

10: cuál es su comportamiento cuando observa un animal en la vía (SOLO PARA CONDUCTORES):

Lo esquiva _____ Acelera _____ Disminuye la velocidad _____ Otros _____

¿Cuales? _____