

**DIAGNOSTICO DE LA MORTALIDAD DE FAUNA SILVESTRE POR EFECTO  
VEHICULAR EN EL ANILLO TURISTICO QUE COMPRENDE YOPAL-  
MATEPANTANO, EL VENADO, PUNTO NUEVO, TOCARIMENA, SIRIVANA EN EL  
PERIODO DE FEBRERO A JUNIO DEL 2021**

**Autor**

**LAURA JOHANA ARIAS ZARZA**

**Director**

**ING. LUIS DANIEL GUALDRON GUERRERO**



**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA  
FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA  
PROGRAMA INGENIERIA AMBIENTAL  
PAMPLONA, 2021**

**INDICE**

1. CAPITULO I .....	7
1.1. Planteamiento del problema .....	7
1.2. Antecedentes .....	8
1.3. Justificación.....	12
1.4. Objetivos .....	14
1.4.1. Objetivo General.....	14
1.4.2. Objetivos Específicos.....	14
2. CAPITULO II.....	15
2.1. Estado del arte .....	15
2.2. Marco teórico .....	17
2.2.1. Fragmentación y modificación de hábitad.....	17
2.2.2. Efectos del atropellamiento en animales.....	18
2.2.3. Atropellamiento .....	19
2.2.4. Volumen de tráfico y distancia de vía.....	20
2.2.5. Pérdida de hábitad.....	20
2.2.6. Ruido.....	20
2.2.7. Presencia humana.....	20
2.2.8. Soluciones estructurales.....	21
2.3. Marco legal.....	22

2.4. Marco conceptual .....	23
3. CAPITULO III.....	27
3.1. Área de estudio.....	27
3.2. Fase de campo .....	28
3.2.1. Mortalidad de fauna en la carretera .....	28
3.3. Fase de análisis.....	29
3.3.1. Identificación de especies .....	29
3.3.2. Cálculo del índice kilométrico de abundancia IKA .....	30
3.3.3. Análisis temporal del atropellamiento .....	31
3.3.4. Análisis espacial del atropellamiento y las vías.....	31
3.3.5. Determinación de puntos con mayor acumulación de incidentes .....	33
3.3.6. Medidas de prevención recomendadas .....	34
4. CAPITULO IV.....	35
4.1. Caracterización de los grupos faunísticos .....	35
4.2. Volumen por grupo faunístico atropellado en el anillo turístico.....	38
4.3. Análisis de la tasa de atropellamiento el anillo turístico teniendo velocidad indicada y cobertura vegetal.....	39
4.3.1. Análisis de la tasa de atropellamiento con velocidad indicada de 30 km/h en cobertura antrópica.....	40

4.3.2. Análisis de la tasa de atropellamiento con velocidad indicada de 30 km/h en cobertura mixta .....	41
4.3.3. Análisis de la tasa de atropellamiento con velocidad indicada de 30 km/h en cobertura natural .....	42
4.3.4. Análisis de la tasa de atropellamiento con velocidad indicada de 40 km/h en cobertura antrópica.....	43
4.3.5. Análisis de la tasa de atropellamiento con velocidad indicada de 40 km/h en cobertura mixta .....	44
4.3.6. Análisis de la tasa de atropellamiento con velocidad indicada de 40 km/h en cobertura natural .....	44
4.3.7. Análisis de la tasa de atropellamiento con velocidad indicada de 50 km/h en cobertura antrópica.....	45
4.3.8. Análisis de la tasa de atropellamiento con velocidad indicada de 50 km/h en cobertura mixta .....	45
4.3.9. Análisis de la tasa de atropellamiento con velocidad indicada de 50 km/h en cobertura natural .....	45
4.3.10. Análisis de la tasa de atropellamiento con velocidad indicada de 60 km/h en cobertura antrópica.....	46
4.3.11. Análisis de la tasa de atropellamiento con velocidad indicada de 60 km/h en cobertura mixta .....	47
4.3.12. Análisis de la tasa de atropellamiento con velocidad indicada de 60 km/h en cobertura natural .....	48

4.4.	Identificación de las tasas de atropellamiento por época climática y cobertura vegetal	49
4.4.1.	Identificación de las tasas de atropellamiento en el anillo turístico por clima y cobertura vegetal.....	49
4.4.2.	Identificación de la tasa de atropellamiento vía Matepantano por clima y cobertura vegetal	55
4.4.3.	Identificación de la tasa de atropellamiento vía Punto Nuevo clima y cobertura vegetal	62
4.4.4.	Identificación de la tasa de atropellamiento vía Tacarimena clima y cobertura vegetal	62
4.5.	Identificación de puntos con mayor acumulación de incidentes.....	68
4.6.	Relación de las variables que influyen en la mortalidad de la fauna silvestre .....	74
4.6.1.	Relación de la cobertura vegetal con el número de incidentes .....	76
4.6.2.	Relación de los grupos funcionales con el número de incidentes.....	78
4.7.	Estrategias para la prevención y control del atropellamiento de fauna silvestre .....	80
4.7.1.	Pasos para anfibios.....	81
4.7.2.	Pasos para mamíferos .....	82
5.	CAPITULO V.....	84
5.1.	Conclusiones .....	84
5.2.	Recomendaciones.....	86
6.	CAPITULO VI.....	88
6.1.	Referencias.....	88

**INDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1.</b> Clasificación taxonómica y número de individuos afectados en el anillo turístico de Yopal-Casanare.....	37
<b>Tabla 2.</b> Coordenadas geográficas de los incidentes por punto de acumulación.....	70
<b>Tabla 3.</b> Prueba de normalidad de Kolmogórov-Smirnov.....	75
<b>Tabla 4.</b> Correlación de varianza prueba Rho de Spearman.....	76
<b>Tabla 5.</b> Prueba de normalidad de Kolmogórov-Smirnov para cobertura vegetal.....	77
<b>Tabla 6.</b> Prueba de varianza de Kruskal-Wallis para cobertura vegetal.....	77
<b>Tabla 7.</b> Prueba de normalidad de Kolmogórov-Smirnov por grupo funcional .....	78
<b>Tabla 8.</b> Prueba de varianza de Kruskal-Wallis para cobertura vegetal.....	78

## INDICE DE FIGURAS

<b>Ilustración 1.</b> Mapa de la ruta del anillo turístico que comprende las vías Matepantano, Tacarimena, Punto Nuevo, con una longitud de 64 km.....	28
<b>Ilustración 2.</b> Especies con mayor número de atropellamiento.....	36
<b>Ilustración 3.</b> Acumulación de especies por grupo funcional.....	38
<b>Ilustración 4.</b> Índice kilométrico de atropellamiento por día por km.....	39
<b>Ilustración 5.</b> Tasa de atropellamiento con velocidad de 30km/h en cobertura antrópica .....	40
<b>Ilustración 6.</b> Tasa de atropellamiento con velocidad de 30km/h en cobertura mixta.....	41
<b>Ilustración 7.</b> Tasa de atropellamiento con velocidad de 30km/h en cobertura natural.....	42
<b>Ilustración 8.</b> Tasa de atropellamiento con velocidad de 40km/h en cobertura antrópica .....	43
<b>Ilustración 9.</b> Tasa de atropellamiento con velocidad de 40km/h en cobertura mixta.....	44
<b>Ilustración 10.</b> Tasa de atropellamiento con velocidad de 50 km/h en cobertura antrópica .....	45
<b>Ilustración 11.</b> Tasa de atropellamiento con velocidad de 60 km/h en cobertura antrópica.....	46
<b>Ilustración 12.</b> Tasa de atropellamiento con velocidad de 60 km/h en cobertura mixta.....	47
<b>Ilustración 13.</b> Tasa de atropellamiento con velocidad de 60 km/h en cobertura natural.....	48
<b>Ilustración 14.</b> Tasa de atropellamiento cobertura antrópica en época seca.....	50
<b>Ilustración 15.</b> Tasa de atropellamiento cobertura mixta en época seca.....	51
<b>Ilustración 16.</b> Tasa de atropellamiento en cobertura natural en época seca.....	52
<b>Ilustración 17.</b> Tasa de atropellamiento en cobertura antrópica y época de lluvia.....	53
<b>Ilustración 18.</b> Tasa de atropellamiento en cobertura mixta en época de lluvia.....	54
<b>Ilustración 19.</b> Tasa de atropellamiento en cobertura natural en época de lluvia.....	55
<b>Ilustración 20.</b> Tasa de atropellamiento en la vía Matepantano en época de lluvia y cobertura antrópica.....	56

<b>Ilustración 21.</b> Tasa de atropellamiento en la vía Matepantano en época de lluvia y cobertura mixta.....	57
<b>Ilustración 22.</b> Tasa de atropellamiento en la vía Matepantano en época de lluvia y cobertura natural.....	58
<b>Ilustración 23.</b> Tasa de atropellamiento en la vía Matepantano en época seca y cobertura antrópica.....	59
<b>Ilustración 24.</b> Tasa de atropellamiento en la vía Matepantano en época seca y cobertura mixta.....	60
<b>Ilustración 25.</b> Tasa de atropellamiento en la vía Matepantano en época seca y cobertura natural.....	61
<b>Ilustración 26.</b> Tasa de atropellamiento en la vía Tacarimena en época de lluvia y cobertura antrópica.....	63
<b>Ilustración 27.</b> Tasa de atropellamiento en la vía Tacarimena en época de lluvia y cobertura mixta.....	64
<b>Ilustración 28.</b> Tasa de atropellamiento en la vía Tacarimena en época de lluvia y cobertura natural.....	65
<b>Ilustración 29.</b> Tasa de atropellamiento en la vía Tacarimena en época seca y cobertura antrópica.....	66
<b>Ilustración 30.</b> Tasa de atropellamiento en la vía Tacarimena en época seca y cobertura mixta.....	67
<b>Ilustración 31.</b> Mapa para la identificación de los puntos donde se identificó la mayor acumulación de las especies afectadas.....	69
<b>Ilustración 32.</b> Mapa de atropellamiento clase Ave.....	71

<b>Ilustración 33.</b> Mapa de atropellamiento clase Amphibia.....	72
<b>Ilustración 34.</b> Mapa de atropellamiento clase Reptilia.....	73
<b>Ilustración 35.</b> Mapa de atropellamiento clase Mammalia .....	74
<b>Ilustración 36.</b> Relación de la cobertura vegetal con el número de incidencia.....	78
<b>Ilustración 37.</b> Relación del grupo funcional con el número de incidencia.....	79
<b>Ilustración 38.</b> Paso de fauna para anfibios.....	82
<b>Ilustración 39.</b> Estructura de paso seguro para mamíferos.....	83

## RESUMEN

Los sistemas de transporte terrestre son sumamente importantes para el desarrollo de la economía y la sociedad, como consecuencia los ecosistemas son afectados de forma directa o indirecta por los caminos, desde su estructura, dinamismo hasta su función. La mortalidad de fauna silvestre en las vías es un problema que aumenta con el crecimiento y desarrollo de las ciudades, el conocimiento sobre la ocurrencia, y en particular la alta tasa de atropellos es nulo. Esta investigación, Caracterizo la mortalidad de fauna silvestre por efecto vehicular en el anillo turístico que comprende Yopal- Matepantano, el Venado, Punto nuevo, Tacarimena, Sirivana. Se realizaron 33 salidas en una motocicleta a una velocidad de 40 km/ h, entre las 6:00 am y 9:00 am, en los meses de febrero a mayo del año 2021. Se registro un total de 85 ejemplares atropellados pertenecientes a 23 especies, 21 genero, 20 familias y 13 órdenes, distribuidos por clase; Aves, Amphibia, Reptilia y Mammalia durante los días que duro el muestro. Las especies que mayor número de atropellamientos sufrieron fueron Rhinella marina con 28 individuos, Athene cunicularia con 10 individuos y Leptodeira annulata con 10 individuos. Se identificaron los puntos donde se acumuló el mayor número eventos con ayuda de software de ArcMap para cada uno de los taxones. Con los resultados estadísticos las variables obtenidas son no paramétricas presentando correlaciones muy bajas y no eran significativas. Al no existir una réplica del estudio para la comparación de los datos y contar con una tasa y tiempo de estudio limitado se recomienda a la entidad gubernamental la aplicación de nuevos estudios que ayuden a implementar medidas eficientes que mitiguen los efectos del atropellamiento en la fauna silvestre.

**Palabras claves:** Mortalidad, puntos de acumulación, tráfico vehicular, fauna silvestre, anillo turístico.

## ABSTRACT

Land transportation systems are extremely important for the development of the economy and society, as consequence ecosystems are directly or indirectly affected by roads, from their structure, dynamism to their function. The mortality of wildlife on the roads is a problem that increases with the growth and development of cities, knowledge about the occurrence, and in particular the high rate of run-ins is nil. This research, I characterize the mortality of wildlife by vehicular effect in the tourist ring that includes Yopal-Matepantano, El Venado, Punto nuevo, Tacarimena, Sirivana. 33 outings were made on a motorcycle at a speed of 40 km / h, between 6:00 am and 9:00 am, in the months of February to May of the year 2021. A total of 85 run-over specimens belonging to 23 were registered. species, 21 genus, 20 families and 13 orders, distributed by class; Birds, Amphibia, Reptilia and Mammalia during the days that the sampling lasted. The species that suffered the highest number of runs over were *Rhinella marina* with 28 individuals, *Athene cunicularia* with 10 individuals and *Leptodeira annulata* with 10 individuals. The points where the highest number of events accumulated were identified with the help of ArcMap software for each of the taxa. With the statistical results, the variables obtained are non-parametric, presenting very low correlations and they were not significant. As there is no replica of the study to compare the data and having a limited study rate and time, the government entity is recommended to apply new studies to help implement efficient measures to mitigate the effects of run over on wildlife.

**Keywords:** Mortality, accumulation points, vehicular traffic, wildlife, tourist ring.

## INTRODUCCION

La infraestructura de transporte afecta la estructura de los ecosistemas, la dinámica de su función y tiene efectos directos sobre los componentes de los ecosistemas, incluida la composición de sus especies. Claramente la construcción de las líneas de transporte resulta en la destrucción y remoción directa de los ecosistemas existentes (Coffin, 2007). En cuanto al atropellamiento de fauna silvestre en carreteras, este se puede dar por dos razones principalmente: la primera es que los animales son atraídos por condiciones que ofrecen las carretera, incluyendo sus alrededores, como por ejemplo la temperatura para ectotermos, y disponibilidad de alimentos derivados de asentamientos humanos; la segunda es que se ven forzados a cruzarlas porque se ha interrumpido su área de actividad, ya sea alimenticia, reproductiva y/o migratoria (Arroyave, 2006).

Comprender los patrones especiales detrás de los atropellamientos permite planificar medidas para reducir los impactos de la carretera en las poblaciones de animales (Filius J. , 2020). Las carreteras y el tráfico son factores significativos de mortalidad primaria de fauna silvestre, ya que interfieren rutas naturales de migración y fragmentan áreas de actividad o territorios. Sus cadáveres se transforman en alimento disponible sin mayor esfuerzo para ciertas especies de carroñeros y predadores, que también resultan involucrados con alto riesgo de accidentalidad (Ruiz, 2018).

Los índices de atropellos están relacionado a factores como flujo vehicular, anchura de la vía, velocidad de los automóviles, o el comportamiento de las especies que habitan en el área. Ciertos patrones de conducta de las especies como apareamiento, reproducción, o alimentación hace posible que exista mayor o menor cantidad de animales muertos en las carreteras durante ciertos períodos del año (Galindo, 2018).

La implementación de las carreteras sin previa planificación lleva a la fragmentación de los ecosistemas. En Colombia, se están adelantando grandes infraestructuras viales como es el caso del corredor vial Villavicencio- Yopal (Covioriente, 2021), sin embargo, son pocos los estudios que se encuentran relacionados con los impactos producidos por el atropellamiento vehicular en esta zona del piedemonte llanero que abarca una parte de los departamentos del Meta, Casanare, Cundinamarca, Arauca, Boyacá y Caquetá; esta subregión es importante porque representa la transición entre la cordillera Oriental y la llanura, donde se observa una marcada y acelerada modificación de los ambientes naturales por la expansión de la frontera agrícola, ganadería extensiva (Galindo, 2018) .

El fin de esta investigación es caracterizar el atropellamiento de fauna silvestre que se está viendo afecta en el anillo turístico de Yopal Casanare, compuesto por tres vías, vía Matepantano, vía Tacarimena y vía Punto nuevo las cuales conectan la parte rural con la cabecera municipal, donde transitan tráfico vehicular liviano y pesado. Con base a lo anterior se desea contestar las siguientes preguntas de investigación: ¿Que especies son las que se encuentran con mayor frecuencia sobre el anillo turístico? ¿Cuál es el volumen por kilómetro de los grupos faunísticos que se están viendo afectados? ¿cuáles son los puntos donde ocurre mayor acumulación de atropellamiento de fauna silvestre en el anillo turístico?

## CAPITULO I

### 1.1. Planteamiento del problema

Las actividades humanas y las infraestructuras que conllevan el progreso social y económico tienen importantes impactos ambientales en los ecosistemas naturales, incluyen la destrucción y fragmentación del hábitad. El transporte es una de las de mayor impacto, no solo por los efectos de la apertura y construcción de las vías, sino por el tránsito continuo de los automotores donde se destaca el atropellamiento de fauna silvestre (Vélez, 2014). El principal impacto del atropellamiento de animales se ve reflejado en la afectación de las poblaciones de las especies que se encuentran amenazadas o son vulnerables y, en menor medida, las especies más comunes y abundantes (Arroyave, 2006).

En Colombia la mortalidad de fauna en vías representa un grave problema para las diferentes especies silvestres. Tal como es el caso del anillo turístico encontrado en Yopal Casanare, que después de su apertura se han encontrado diversidad de fauna atropellada en la vía asfáltica preocupando a las autoridades ambientales, municipales y sus visitantes, por la importancia ecológica que tiene las especies encontradas, la falta de conocimiento estadístico que permita dimensionar el efecto de la pérdida de la fauna silvestre y el gran impacto ambiental que causa. El área de estudio presenta un índice de mortalidad debido a que es una vía con alto de tránsito vehicular, por lo que resulta ser habitual ver diversas especies sobre la calzada.

La mortalidad de fauna silvestre es un hecho preocupante, ya que esto contribuye a la desaparición de especies silvestres, lo que ocasiona daños irreparables al ecosistema, los países como Ecuador, Paraguay y Colombia, se han interesado en realizar análisis de cuáles son los impactos de las carreteras sobre la fauna silvestre y sus principales medidas de manejo

(Arroyave, 2006) y esto permite que las medidas de mitigación que se pudiesen implementar sean bien específicas a las necesidades de las carreteras (Acebo, 2020).

## **1.2. Antecedentes**

Las investigaciones del efecto de las vías sobre estos animales inician a principios de los años 90, siendo la mortalidad el aspecto más estudiado, para ello, una de las metodologías empleadas es la búsqueda activa, donde uno o varios observadores recorren transectos en autopistas, carreteras o caminos (Bustamante & Jaramillo, 2021).

A nivel internacional, Pomareda & Araya (2019), Evaluó en los caminos de Costa Rica una base de datos de las seis especies de felinos; pero desde 2013, bajo el Grupo Vías Amigables con la Vida se estableció en una base de datos única. Se realizó una intensa búsqueda de información de estas especies y se completó con diversas fuentes como registros de museos, otros centros de rescate, clínicas veterinarias, funcionarios de áreas protegidas y reportes de personas independientes. Los datos incluyen los animales que cruzan los caminos (avistamientos) o han sido atropellados por un automóvil y se mantiene con vida o sin vida en la vía. Los registros más antiguos son de 1989 con un puma (*Puma concolor*) cuando se abrió la Ruta 32 en el Parque Nacional Braulio Carrillo, y en 1996 un jaguar (*Panthera onca*) en Salitral de Bagaces. A septiembre del 2019, se tiene un registro total de 346 felinos en caminos de nuestro país, el 20% son animales que cruzan las carreteras y el resto (80%) animales muertos o atropellados por vehículos. El ocelote (*Leopardus pardalis*). es la especie con los registros más altos, representa el 65% de toda la base; con un promedio de dos muertes por mes. Esta recopilación de datos nos ayuda a visualizar cuán vulnerables son estas especies en peligro de extinción a las redes de carreteras y sus impactos negativos.

En Latinoamérica países como Ecuador han venido desarrollando estudios como el de Vizcaíno, (2015) donde se analizaron las estribaciones nororientales de los Andes ecuatorianos, una región que corresponde a uno de los hotspots más biodiversos a nivel mundial, los Andes Tropicales. Se contabilizaron los atropellamientos de fauna silvestre durante un periodo de seis meses en tres segmentos de carreteras aledañas a tres áreas protegidas: Reserva Ecológica Antisana, Parque Nacional Sumaco Napo Galeras y el Parque Nacional Cayambe Coca. Adicionalmente, se evaluó el efecto del tráfico vehicular y atributos del paisaje en la mortalidad de vertebrados en carreteras por medio de correlaciones y regresión logística, donde la mortalidad fue predicha por las distancias de atropellamientos a vegetación remanente, poblados, ríos y quebradas. Se recorrieron 7 128 km en 72 días de muestreo donde se encontraron 452 individuos atropellados que se repartieron en 43 anfibios, 88 reptiles, 107 aves y 214 mamíferos. En total, los organismos atropellados correspondieron a 46 especies de fauna silvestre. Los órdenes de vertebrados con mayor porcentaje de atropellamiento fueron: Didelphimorphia (35%), Squamata (19%) y Passeriformes (17%).

Así también a nivel nacional, se cuenta con investigaciones como la caracterización de las iniciativas encaminadas a reducir la mortalidad de fauna silvestre en carretera: panorama Colombia por, Hernández P. J. (2017) que es una revisión que busca dar a conocer cómo se está abordando la relación del sistema de carreteras con respecto a la biodiversidad de las zonas que intervienen, a través de una revisión bibliográfica enfocada en la ecología de carreteras a nivel global y sus iniciativas para minimizar estos impactos, con el fin de obtener una visión panorámica y proponer una serie de medidas y recomendaciones que contribuyan a generar acciones encaminadas a reducir los accidentes de fauna silvestre en las carreteras de Colombia. Para el desarrollo del proceso metodológico se realizó una revisión de literatura enfocada a la

ecología de carreteras, la cual incluyó recursos web como el portal de la Infra Eco Network Europa (IENE) que es la red europea de expertos que trabajan con varios aspectos de transporte, infraestructura y ecología; también se consultó la página Globalroadkill.net que constituye una base datos de algunas iniciativas a nivel mundial que monitorean la mortalidad de fauna silvestre debido a colisiones vehiculares, El caso de los atropellamientos de fauna silvestre es uno de los puntos más críticos que se destacan sobre este complejo trasfondo, y requiere una pronta solución, ya que la disminución que se está dando en sus poblaciones es cada vez más evidente y alarmante.

Holguín Contreras (2019), Patrones espaciales, temporales y apreciaciones sociales asociados al atropellamiento de hormigueros (*Xenarthra: Vermilingua*) en la vía Marginal de la Selva, Colombia, estos registros constituyen la primera aproximación a la problemática de atropellamiento de hormigueros en esta región, esta circunstancia, genera la necesidad de generar más información, que permita determinar el impacto de esta problemática sobre esta y otras especies en la región. Este trabajo pretende identificar y describir los patrones espaciales (referentes a características del paisaje), temporales (referentes a épocas climáticas) y apreciaciones sociales (punto de vista de la comunidad) asociados al atropellamiento de hormigueros. Se registraron datos de atropellamiento vehicular para *M. tridactyla* y *T. tetradactyla*, en un tramo de 260 km perteneciente a la vía Marginal de la selva; para determinar las variables espaciales asociadas a los registros de atropellamiento, se delimitaron cuadrantes de 250 m de largo y 2 km de ancho y se relacionó la información de los muestreos con las coberturas adyacentes utilizando una regresión logística. Para determinar si las variables temporales están asociadas al Patrones espaciales, temporales y apreciaciones sociales asociados al atropellamiento de hormigueros (*Xenarthra: Vermilingua*) en la vía Marginal de la Selva,

Colombia- Omar Santiago Holguín Contreras 3 atropellamiento, se calcularon dos índices kilométricos expresados en tasa de mortalidad por día y tasa de mortalidad por kilómetro para cada especie a lo largo del estudio y para cada época climática, utilizando el software SIRIEMA-Road Mortality Software V. 2.0. Para conocer la opinión de los la comunidad se establecieron tres grupos de muestreo: conductores de carga pesada (CP), conductores de transporte público (TR) y usuarios de la vía (U) y se encuestaron 120 personas. Se registró un total de 87 atropellamientos, 20 para *M. tridactyla* y 67 para *T. tetradactyla*. Las tasas de atropellamiento *T. tetradactyla* (0,9045 ind/día) fueron mayores que las de *M. tridactyla* (0,27 ind/día), además no se presentaron variaciones en las tasas de atropellamiento relacionadas con la época climática. La variable de “Distancia al Casco Urbano” fue la que explicó mejor la relación causal de atropellamientos para ambas especies, seguida de la “Pendiente”. Del total de los encuestados, 82% manifestó ser consciente de la problemática y 73% dijo haber visto hormigueros atropellados, además 16 admitieron haber atropellado hormigueros alguna vez (TR= 6, CP= 9 Y U= 1), por otro lado, la comunidad señaló al exceso de velocidad como la principal causa responsable del atropellamiento de hormigueros en la vía y a la señalización como la medida de solución más efectiva.

Rojano, Miranda, & Renzo (2015), evaluaron en Casanare los endoparásitos de 11 osos hormigueros gigantes (*Myrmecophaga tridactyla*) y dos osos meleros (*Tamandua tetradactyla*) presentes en zonas ganaderas del municipio de Pore, Casanare, Colombia. Se recolectaron muestras de sangre y heces de hormigueros gigantes anestesiados en campo, mientras que las muestras de heces de osos meleros fueron recolectadas de individuos atropellados en la zona. Se analizaron las heces mediante técnicas de sedimentación y flotación, y se determinaron hemoparásitos mediante la técnica de gota gruesa. Siete *M. tridactyla* (63,6%) y ambos *T.*

tetradactyla (100%) se encontraron positivos a alguna especie de parásito gastrointestinal. La prevalencia de cada uno de los parásitos identificados en hormigueros gigantes fue: *Coccidia* sp (28%), *Blastocystis hominis* (28%), *Entamoeba dispar* (14,28%), *Giardia lamblia* (14,28%), *Isospora* sp. (14,28%), *Strongyloides* sp. (14,28%), *Ascaris lumbricoides* (14,28%) y *Chilomastix mesnili* (14,28%). En cuanto a los osos meleros, la *Coccidia* fue el parásito más prevalente (100%), mientras que *Trichostrongylus* sp., y *Taenia* sp., presentaron una prevalencia del 50%. Las formas parásitas monoxenas fueron predominantes sobre aquellas que tienen ciclos de varios huéspedes, probablemente por el consumo directo de tierra y/o agua contaminada con material fecal. Se presenta el primer reporte de parásitos en *Vermilingua silvestres* en Colombia.

### **1.3. Justificación**

En Colombia el desarrollo económico acelera la sedimentación de carreteras. Existe una correlación entre transporte, desarrollo y crecimiento económico de una región, no obstante, se ocasiona importantes impactos negativos a la fauna silvestre por la fragmentación de hábitad. Yopal Casanare es un municipio que se encuentra en crecimiento exponencial permitiendo mejorar la calidad de vida de sus habitantes, facilitando el intercambio comercial, distribución directa de la economía local y regional. El área por donde pasa la ruta turística se caracteriza por conservar vegetación densa, pastizal y cuerpos de agua cercanos, sitio muy apto para la presencia de fauna la cual está siendo intervenida en su dinámica natural, por esto es importante realizar un estudio que identifique la biodiversidad de vertebrados afectados y cuáles son los puntos críticos donde mayor número de animales mueren, para proporcionar medidas que ayuden a evitar, minimizar o mitigar los impactos negativos que genera el transporte en la fauna silvestre, es importante implementar las medidas de mitigación necesarias para darle

cumplimiento legal a ley 611 del 2000 la cual establece el manejo sostenible de especies de fauna silvestre, así como para decidir el tipo y la ubicación de la medida seleccionada.

La mortalidad de fauna silvestre por causa de atropellamiento en el anillo turístico que comprende Yopal- Matepantano, el Venado, Punto nuevo, Tacarimena, Sirivana ha sido poco estudiado, debido a que es una vía secundaria que conecta la capital del departamento con la zona rural, iniciando su uso en el año 2020 por tanto información disponible sobre esta problemática ambiental es nula, tampoco se han realizado investigaciones que ayuden a dimensionar el problema e impactos generados. La identificación de las especies que se están matando en las carreteras permite identificar si la mortalidad en las carreteras debería ser una preocupación para la seguridad del conductor o para la persistencia de la población de esas especies, además de informar qué tipo específico de mitigación podría ser mejor (Kindel, Zimmermann Teixeira, & Oliveira Gonçalves, 2017). Con base a lo anterior, resulta preocupante teniendo en cuenta la amenaza que esto resulta para especies silvestres y es donde la presente investigación toma relevancia, teniendo en cuenta que marcaría un punto partida hacia la generación de información y abordaje de la problemática del área de estudio, ya que nos permite determinar la relación con actividad humana, flujo vehicular, cobertura vegetal, cuáles son las especies más afectadas y la ubicación espacial en la que ocurren los atropellamientos.

Este proyecto quiere beneficiar con la información recopilada, principalmente a la fauna que se ve afectada por las obras de infraestructura para ellos será entregada a la alcaldía municipal de Yopal Casanare para toma de soluciones con el fin de poder adelantar acciones que ayuden a mitigar; contribuir a la adopción de buenas prácticas de gestión para la conservación a las autoridades ambientales, los concesionarios, y mantener la seguridad en las vías para conductores y personas que viven alrededor de las carreteras. Las acciones mencionadas en el

documento son útiles para la reducción de pérdida de animales y de ciclos vitales, reducir accidentes y tener una conducción segura, facilitar el seguimiento y evaluación de las medidas de mitigación (Patricia Rincón & Parra, 2016).

## **1.4. Objetivos**

### ***1.4.1. Objetivo General***

Caracterizar la mortalidad de fauna silvestre por efecto vehicular en el anillo turístico que comprende Yopal- Matepantano, el Venado, Punto nuevo, Tacarimena, Sirivana.

### ***1.4.2. Objetivos Específicos***

- Determinar los grupos faunísticos que se están viendo afectados por el atropellamiento vehicular en el anillo turístico.
- Estimar el volumen por grupo faunístico de los individuos atropellados en los tramos muestreados.
- Relacionar las variables que están influyendo en la mortalidad de fauna Silvestre.
- Proponer estrategias para la prevención y control del atropellamiento de fauna silvestre.

## CAPITULO II

### Marco Teórico

#### 2.1. Estado del arte

El desarrollo socioeconómico mejora la calidad de vida de los habitantes, gracias a la implementación de infraestructura que facilitan los intercambios económicos y culturales de las regiones ya sea a nivel interno o externo; sin embargo, la apertura de vías, causa efectos negativos sobre el ambiente y la fauna circundante al no tenerse en cuenta la dispersión natural de la misma en el trazado de la vía. El atropellamiento de fauna es el impacto directo más fácil de reconocer en comparación con otros como fragmentación, deterioro del ecosistema y cambios en el comportamiento de los animales, en especial porque constantemente en las carreteras se observan los cuerpos de los animales muertos, aunque en algunos casos los animales quedan en un estado que dificultan la identificación de la especie (Arroyave, 2006).

La mortalidad relacionada con las carreteras y la reducción de la movilidad de la vida silvestre, influye en la conservación y viabilidad de poblaciones a lo largo del tiempo, además es importante considerar con ello que el grado con el que estos factores amenazan a las poblaciones depende del volumen del tráfico (Huijser, 2011). El índice de atropellamiento y su frecuencia están relacionados con diversos factores como: el flujo vehicular, la anchura de la vía, el comportamiento de las especies, la cobertura vegetal y la velocidad. Con relación al flujo vehicular se podría decir que influye significativamente en la cantidad de animales atropellados (Arroyave, 2006).

Diversas investigaciones realizadas en América del norte, Europa y estados unidos, revelan cifras preocupantes del número de animales atropellados y la amenaza que representa algunas especies que se encuentran en peligro de extinción como lo son las mencionadas a

continuación: Atropellamiento de fauna en un tramo de la ruta villeta-alberdi, central, Paraguay. En este trabajo, se analizó el efecto que tiene una ruta intermunicipal que une las ciudades de Villeta y Villa Oliva en la mortalidad de animales que entran en contacto con la ruta en cuestión. Para esto, se realizaron 20 salidas de muestreo en los 70 km de ruta que unen estas dos ciudades, el recorrido se realizó a una velocidad de entre 40- 50 km/h. Los viajes se realizaron en el periodo comprendido entre julio del 2017 a mayo del 2018, tratando así de incluir tanto el periodo de sequía como el de lluvia (Bareiro, 2019).

También se resalta la Guía general para el manejo de fauna atropellada en vías en concesión (tramo 2 autopista Bogotá- Villeta). En esta guía los autores realizaron visitas periódicas, se recolectó información de primera y segunda fuente, para diseñar este documento que pretende ser una guía general de manejo de fauna atropellada en este tramo, planteado medidas preventivas y compensatorias que sirvan no solo en el 8 tramo mencionado; si no que sean un referente para los concesionarios ejecutores de obras futuras en el país (Rincón, 2016).

En Casanare se realizó Inventarios de flora y fauna en el piedemonte de los municipios Aguazul, Tauramena y Yopal del departamento de Casanare. En el siguiente proyecto, se registra el inventario de flora y fauna (Aves, mamíferos, murciélagos, anfibios, reptiles, peces) adelantados en el área del piedemonte casanareño en cumplimiento a la normatividad ambiental para proyectos petroleros. Se abarcan veredas de los municipios de Yopal, Aguazul y Tauramena, desde 2009 a 2014. Los inventarios que generaron estos registros se adelantaron siguiendo métodos estandarizados sugeridos en el manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. El objetivo de los estudios es hacer valoraciones de la biodiversidad presente en las zonas de intervención (Casanare, 2018).

## **2.2. Marco teórico**

Unos de los problemas de gran interés y muy desafiante de la conservación biológica, es la evaluación enfocada a la preservación de especies según áreas ecológicas naturales, un caso práctico es la construcción de carreteras donde no solo se destruye el medio ambiente, sino que se altera todo el entorno natural con consecuencias muy drásticas a futuro, en donde interviene la mano del hombre por acción de cazar animales por la carne o pieles, como también los conductores al andar con velocidades extremas y arrojan a los animales, al ser enfocados por las luces de los automotores, alterando la conducta del animal (Acebo, 2020).

A nivel de ecosistema, los efectos en los hábitats incluyen la alteración de la dinámica hidrológica y el microclima, así como el incremento en la entrada de contaminación acústica y de partículas generadas por los automotores. En términos de las secuelas directas en la biodiversidad, las carreteras favorecen la expansión del área de distribución de especies de plantas y animales invasores, pero también actúan como barreras para el movimiento de animales, lo cual reduce la conectividad de sus poblaciones y aumentan la fragmentación de su hábitat (Acebo, 2020).

### ***2.2.1. Fragmentación y modificación de hábitat***

Cuando un hábitat se reduce y divide en dos o más partes, se habla del fenómeno de fragmentación (Wilcove, 1986). Una vía nueva puede generar parches al área original, parches que son incapaces de funcionar como el ecosistema original llegando inclusive a limitar el intercambio genético entre especies, situación que puede terminar en declinación poblacional y extinciones locales (Rajvanshi, 2001).

### **2.2.2. Efectos del atropellamiento en animales**

Al abrir espacio para una carretera la fragmentación de hábitats tiene dos efectos que amenazan la supervivencia de las especies; uno es el efecto barrera y otro es el efecto borde (Patricia Rincon & Parra , 2016).

#### **2.2.2.1. Efecto barrera**

El efecto barrero se produce cuando se impide la movilidad de los organismos o de sus estructuras reproductivas, lo que trae como consecuencia limitar el potencial de los organismos para su dispersión y colonización. Muchas especies de insectos, aves y mamíferos no cruzan estas barreras; por lo tanto, las plantas que tienen frutos carnosos o semillas que se dispersan por animales se afectarán también. Debido a este efecto muchos animales que consumen recursos que se encuentran dispersos no pueden moverse libremente a través del terreno y las especies que dependen de éstos se ven limitadas en su alimentación, ya que no pueden pasar a los hábitats vecinos (Arroyave, 2006).

#### **2.2.2.2. Efecto borde**

Puede tener dos tipos de efectos sobre los hábitats: Los primeros son los efectos abióticos, que son los cambios en las condiciones medioambientales: se forma un gradiente hacia el interior del fragmento de forma que normalmente disminuye la luminosidad, la evapotranspiración, la temperatura y la velocidad del viento, aumenta la humedad del suelo. Estos cambios influirán en procesos biológicos como la fotosíntesis, el desarrollo de la vegetación, la descomposición o el ciclo de nutrientes. Las especies que requieran mayor luz y menos humedad invadirán los bordes mientras que las especies típicas del interior del bosque disminuirán sus poblaciones en estas áreas. Algunos efectos bióticos sobre la flora y la fauna son los cambios en la abundancia y

distribución de especies, además de las interacciones entre ellas (depredación, parasitismo, competencia, polinización, dispersión de semillas, etc.) (Rincón, 2016).

### **2.2.3. Atropellamiento**

#### **2.2.3.1. Atropellamiento de animales en carretera**

Las actividades humanas y las infraestructuras urbanas tienen importantes impactos ambientales en los ecosistemas naturales. El transporte es una de las de mayor impacto, no solo por los efectos de la apertura y construcción de las vías, sino por el tránsito continuo de los automotores donde se destaca la contaminación química, el ruido y el atropellamiento de fauna silvestre. El atropellamiento de fauna silvestre sigue siendo un problema ignorado, especialmente en las áreas periurbanas de las ciudades, ya que la mayoría de los trabajos previos han sido realizados en zonas rurales y naturales alejadas de los centros urbanos. Como tal, desconocemos cuáles son las especies afectadas por esta problemática dentro y en inmediaciones a las áreas urbanas colombianas (Vélez, 2014).

#### **2.2.3.2. Factores que influyen en los atropellamientos**

El atropellamiento de los animales se relaciona con distintos factores, tanto extrínsecos, por ejemplo, el tipo de vegetación o las condiciones climáticas; como intrínsecos; como por ejemplo el grupo taxonómico, la abundancia o el comportamiento de la especie (Bauni, 2017).

El índice de atropellamiento y su frecuencia están relacionados con diversos factores como: el flujo vehicular, la anchura de la vía, el comportamiento de las especies, la cobertura vegetal y la velocidad. Con relación al flujo vehicular se podría decir que influye significativamente en la cantidad de animales atropellados (Arroyave, 2006).

### **2.2.3.3. Impacto de los atropellamientos**

La biología y el estado de conservación de ciertas especies los vuelven más susceptibles a ser afectadas por las colisiones vehiculares en carretera (Taylor, 2004). El deterioro de una población producto de los atropellamientos depende de su tamaño y de la capacidad reproductiva de la especie (Taylor, 2004).

### **2.2.4. Volumen de tráfico y distancia de vía**

Se han realizado estudios que intentan probar si el volumen del tráfico de una carretera puede afectar las densidades y la actividad reproductiva de la fauna. (Forman, 2013). Analizaron cómo diferentes volúmenes de circulación vehicular pueden afectar la presencia y la actividad reproductiva de especies de aves de pastizal.

### **2.2.5. Perdida de hábitad**

La construcción de una carretera supone la pérdida de hábitad del territorio ocupado por la propia infraestructura, creando, además, lo que se llama un área de influencia negativo para el entorno de la fauna más cercana (Sanz & Serrano, 2001).

### **2.2.6. Ruido**

el incremento de inmisiones sonoras es consecuencia del imparable crecimiento de todo tipo de infraestructuras, que se expanden invadiendo cada vez más la naturaleza, causando daños irreversibles (Zaballo Zurilla, 2020).

### **2.2.7. Presencia humana**

comprender el efecto de la presencia humana en las poblaciones de fauna es crítico para emprender el manejo adecuado y establecer medidas adecuadas para su conservación (De La Ossa, 2015).

### **2.2.8. Soluciones estructurales**

En el desarrollo de estas medidas se aplican diseños ingenieriles encaminados al manejo y conservación de la fauna silvestre. Los diversos tipos difieren en su complejidad, costo y efectividad (Rincón, 2016).

#### **2.2.8.1. Señalización**

La importancia de la señalización de los conductores es una medida económica para reducir la mortandad y atropellamiento de la fauna silvestre. Existe un amplio rango en la efectividad de los signos de advertencia temporales y los sistemas de detección de animales; sin embargo, ninguno de estos reduce el efecto barrera de las carreteras y el tráfico. La señalización de los tramos más conflictivos podría ser una buena medida para reducir el número de atropellos. Debido a que se trata de animales nocturnos, la instalación de lámparas destellantes puede hacer que aumente su eficacia (Contrera, 2018).

#### **2.2.8.2. Pasos elevados y subterráneos**

Los pasos subterráneos y elevados para los animales cumplen una función muy importante que es de salvaguardar la vida de la fauna cercana al sector donde se construyó el corredor vial. Por ello se hace necesaria la creación de medidas de protección a las especies este es el caso de los jaguares en los Estados Unidos con la creación de los puentes amplios, viaductos, y calzadas pueden ser cruces ideales para los jaguares y sus presas, particularmente para animales que prefieren desplazarse cerca del agua o por vegetación rarápá (Sean, 2015).

### **2.3. Marco legal**

#### **Convenio sobre el comercio de especie amenazadas de 1973 y el convenio de Ramsar de 1997**

Su finalidad es la de proteger los humedales o zonas húmedas del planeta y las especies de aves acuáticas en peligro de extinción.

#### **Ley 84 de 1999.**

estatuto nacional de protección animal. Ordena Promover la salud y el bienestar de los animales, asegurándoles higiene, sanidad y condiciones apropiadas de existencia; Desarrollar medidas efectivas para la preservación de la fauna silvestre. los animales tendrán en todo el territorio nacional especial protección contra el sufrimiento y el dolor, causados directa o indirectamente por el hombre.

#### **Decreto ley 1608 de 1978.**

Reglamenta las actividades que se relacionan y puedan tener incidencia sobre la fauna silvestre.

#### **Decreto-Ley 2811 de 1974.**

Protección y conservación de fauna silvestre. El ambiente es patrimonio común. El Estado y los particulares deben participar en su preservación y manejo, que son de utilidad pública e interés social.

#### **Ley 23 1973.**

Reglamentada Parcialmente por el Decreto Nacional 704 de 32 1986, Reglamentada Parcialmente por el Decreto Nacional 305 de 1988, Reglamentada por el Decreto Nacional 1974 de 1989. Por el cual se conceden facultades extraordinarias al presidente de la República para

expedir el Código de Recursos Naturales y de Protección al Medio Ambiente y se dictan otras disposiciones.

**Ley 1333 de 2009.**

Por la cual se establece el procedimiento sancionatorio ambiental y se dictan otras disposiciones.

**La Ley 80 de 1993.**

Por la cual se expide el Estatuto General de Contratación de la Administración Pública El Congreso de Colombia.

**Decreto 2041 del 2014.**

por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales (Normativo, s.f.).

**Ley 611 de 2000.**

Manejo sostenible de especies de Fauna Silvestre.

**Resolución 0192 de 2014.**

Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana que se encuentran en el territorio nacional, y se dictan otras disposiciones, la cual deroga las anteriores (Corporinoquia, 2016).

## **2.4. Marco conceptual**

### **Fauna silvestre.**

El conjunto de animales que no han sido objeto de domesticación, mejoramiento genético o cría y levante regular o que han regresado a su estado salvaje, excluidos los peces y todas las demás especies que tienen su ciclo total de vida dentro del medio acuático (Rubiano, 2011).

**Área natural.**

un espacio de interrelaciones dinámico, un ecosistema donde existen conjuntos de atractivos interrelacionados en diferentes escalas, y donde cada escala de análisis podría ser considerada en sí misma como un atractivo a conservar para las generaciones futuras (Andrés, 2008).

**Biodiversidad.**

Es la propiedad de los sistemas vivos de ser distintos, es decir, diferentes entre sí; no es una entidad, sino una propiedad un elemento fundamental de todos los sistemas biológicos. También es una característica de las múltiples formas de adaptación e integración de la especie humana a los ecosistemas de la Tierra, y no un recurso (Muñoz, 2003).

**Área protegida.**

Es un espacio claramente definido, reconocido y dedicado y gestionado, mediante medios legales u otros tipos medios eficaces para conseguir la conservación a largo plazo de la naturaleza y de sus servicios ecosistemático y sus valores culturales asociados (Dudley, 2008).

**Accidente de trayecto.**

Acción ocurrida en un tramo específico de una vía. (Acebo, 2020)

**Atropellamiento.**

Tipo especial de violencia que se origina en el encuentro entre un cuerpo humano y vehículo animal en movimiento (Guerrero, 2014).

**Conservación in situ.**

Conservar en la naturaleza que conlleva además el beneficio de combinar la conservación con la utilización pues las comunidades que tradicionalmente han mantenido los recursos también se sirven de ellos (Margarita Baena, 2003).

**Crisis ecológica**

Degradación ambiental y agotamiento de bienes naturales (Sabbatella, 2009).

**Carretera**

Son el principal medio de intercambios de mercancía de los que depende la economía y los aprovisionamientos del mercado, son aplicadas para mejorar la eficiencia de las actividades del mercado (Canovas, 2011).

**Incide de atropello.**

Es la medida de frecuencia que relaciona el número de atropellos con el número de kilómetros recorridos en un tiempo determinado (Acebo, 2020).

**Impacto ambiental.**

Cuando la sociedad hace uso de un atractivo produce un impacto sobre el mismo o sobre alguno de los elementos que lo sustentan. Este concepto toma en cuenta que los elementos que se extraen de la naturaleza no se encuentran aislados, sino que son parte de un sistema dinámico y abierto (Andrés, 2008).

**Magnitud.**

Grado de afectación de un impacto de manera concreto sobre un determinado factor, se la expresa de manera cualitativa (Acebo, 2020).

**Cobertura vegetal**

Las áreas verdes juegan un importante rol en el mejoramiento de la calidad del ambiente urbano, debido a que estos espacios al interior de las ciudades, y especialmente aquellos que contienen un alto porcentaje de cobertura vegetal, pueden proveer varios beneficios ecológicos (Mena , Ormazába, & Morales, 2011).

## **Cuerpo de agua**

Mecanismos naturales los estos ecosistemas que deben ser entendidos como servicios ambientales que reportan beneficios directos e indirectos a los seres vivos (Smith Guerra & Romero Aravena , 2009).

## CAPITULO III

### Metodología

Debido a que la revisión bibliográfica no arrojó una metodología estandarizada para analizar el atropellamiento de fauna por efecto vehicular, en esta investigación se adaptaron varias técnicas utilizadas por investigadores nacionales e internacionales que han analizado la problemática, (Arroyave, 2006; Bareiro, 2019; De La Ossa, 2015; Hernández J. , 2000).

#### 3.1. Área de estudio

El anillo turístico se encuentra en Yopal Casanare, comprendiendo las vías Matepantano, Punto Nuevo y Tacarimena; con 64 km de recorrido, distribuyéndose vía Matepantano 24,9 km, Vía Punto Nuevo 17,5 km y la vía Tacarimena 21, 5 km. En Yopal predomina el relieve plano; la hidrología está compuesta por el río Cravo sur que se encuentra a los costados de la vía respectivamente. En el área de estudio la economía está basada en la ganadería, cultivos como arroz, maíz, siembras de árbol maderable y trabajos de construcción.

El clima de Yopal es cálido- húmedo, con una temperatura media anual de 26,9 °C; presentándose la temporada seca que se extiende de diciembre a marzo y la temporada de lluvia que se presentan en los meses de abril a octubre, con un promedio de lluvia total anual de 2270 mm.

## Ilustración 1

*Mapa de la ruta del anillo turístico que comprende las vías Matepantano, Tacarimena y Punto Nuevo, con una longitud de 64 km.*



## 3.2. Fase de campo

### 3.2.1. Mortalidad de fauna en la carretera

Desde febrero hasta mayo del 2021, se realizaron tres visitas a la semana al área de estudio (33 días), es decir a las tres vías mencionadas anteriormente, en un horario de 6:00 am a 9:00 am, teniendo en consideración que esta hora es apropiada porque se tienen en cuenta atropellamientos en hora nocturnas; donde se observaron e identificaron vertebrados que habían sufrido atropellamiento vehicular. Cada tramo fue recorrido en una motocicleta a una velocidad promedio de 40 km/h, donde se dependía de dos observadores, y donde se detectaba la presencia de un animal muerto, se realizaba el siguiente trabajo para cada individuo.

a) Toma de muestra in-situ por medio de una fotografía (ver anexo 1). Al encontrar un animal atropellado se tomaron algunas medidas de longitud, lado de la vía, presencia de asentamiento o cuerpo de agua, si el cuerpo estaba completo o severamente golpeado; se tomó registro fotográfico a los caracteres más notables que pudieran ayudar a la identificación de los organismos y lugar donde se encontraban.

b) Se registran los datos de los ejemplares encontrados en una planilla de registro de fauna muerta (ver anexo 3. Planilla de registro de fauna muerta). Para construir una base de datos de la ruta y ejemplares en una base de cálculo (ver anexo 4), que incluye los siguientes datos: fecha, hora, nombre común, longitud, coordenadas, tramo, kilometro, lado de la vía, tipo de cobertura, velocidad del tramo y tiempo de incidencia, adicionalmente para este trabajo se definieron tres coberturas antrópicas (sistemas agropecuarios, agroindustriales, extractivos, infraestructura), naturales (bosques, sabanas, humedales, bosques de galería, morichal) y mixtas (mezcla entre antrópicos y naturales).

c) Localización geográfica por medio de una App llamada GeoPosicion.

d) Con el objetivo de no realizar un doble conteo el animal atropellado es retirado de la vía. Si de originalidad se trata, las normas APA tienen un doctorado. Es por eso que se han mantenido vigentes con el pasar de los años y es un criterio casi obligatorio a la hora de redactar un informe, documento, artículo, etc. de carácter científico.

### **3.3. Fase de análisis**

#### ***3.3.1. Identificación de especies***

La identificación de los especímenes se llevó hasta especie, siempre y cuando se pudiera con los datos tomados en campo o se dejaban en familia, genero u orden, pero si no se podía identificar simplemente se dejaba con NN, se tomó registro fotográfico, se consultó bibliografía

como: guías de identificación de fauna silvestres en las que tenemos (Mora Fernandez & Peñuela Recio , 2013; Teddy, 2012; Usman Oviedo & Trujillo Gonzalos , 2011) y consulta a expertos.

Para el análisis de patrones espaciales, clasificamos el atropello en tres grupos funcionales basados en la velocidad de movimiento y el uso del hábitat (por ejemplo, fosoriales, terrestres o aéreos). El primer grupo (a) "lento", consistió en especies terrestres / fosoriales de movimiento lento (incluidas serpientes, anfisbena y cecilias), el segundo grupo (b) "intermedio", de especies terrestres de movimiento intermedio (incluidas ranas y sapos), y el último grupo (c) "rápido", de especies aéreas de rápido movimiento incluídas las aves (Filius & van der Hoek, 2020).

### **3.3.2. Cálculo del índice kilométrico de abundancia IKA**

Con este cálculo se busca comparar las vías Matepantano, Punto nuevo y Tacarimena, a través de una medida de frecuencia que relaciona la cantidad de animales atropellados con los kilómetros recorridos (Castillo & Urmendez, 2015). En este trabajo se realiza la aplicación del índice por tramo de carretera y se calcula todo el circuito con la ecuación mostrada a continuación. El número de recorridos en este trabajo fue de 33 donde 3 fueron para el reconocimiento de las vías y 30 recorridos efectivos donde se encontraron individuos sobre las vías, los cuales se realizaron entre febrero y mayo del 2021.

Durante el monitoreo y clasificación de especie registradas, se contó y separo cada una tomando en cuenta los animales encontrados sobre las vías; de esta manera se puede tener el valor de individuos atropellados por kilómetros al día.

#### **Ecuación 1**

*índice kilométrico de abundancia.*

$$IKA = \frac{\text{Numero de animales atropellados}}{\text{Km del recorrido} \times \text{Numero de recorridos}}$$

### **3.3.3. *Análisis temporal del atropellamiento***

El uso de este indicador permite explicar la relación existente entre hábitos estacionales, comportamientos periódicos de la fauna y su mortalidad por atropellamiento, esta última se ve influenciada por patrones de movilidad y desplazamiento entre hábitats (De La Ossa, 2015).

Para el análisis se relaciona la fauna atropellada con las condiciones de climáticas, en todo el circuito durante los meses de febrero a mayo que duro la fase de campo de esta investigación. Se procede a comparar la relación entre la variable entre la época seca y de lluvia con la mortalidad de fauna encontrada, con el uso de pruebas estadísticas, buscando patrones de mortalidad asociada a las variables climatológicas.

Para la relación que existe entre la variable del clima y la mortalidad de fauna silvestre, se realiza un análisis de normalidad para determinar si la variable dependiente, atropellamiento por mes, se distribuye normalmente (Ellison & Buckley, 2004). De no encontrarse la distribución normal, se procede al análisis por estadística descriptiva de las relaciones observadas en el transcurso del tiempo de muestreo.

### **3.3.4. *Análisis espacial del atropellamiento y las vías.***

Las características del tipo de paisaje en las zonas próximas a los atropellamientos naturales, mixtos y antrópicos permitiendo estimar por el tipo de paisaje la frecuencia de fauna atropellada, además de clasificarlos por el tipo de animal. También existen relaciones con las vías que influyen en el atropellamiento, como la intensidad vehicula, velocidad vehicular indicada, acompañada de características propias del diseño de la vía como el número de carriles, curvatura que presenta la misma, como indicadores de la distribución de los atropellamientos (Bedoya, 2019).

Es importante realizar comparativos entre las vías estudiadas con ayuda del índice kilométrico de abundancia, teniendo en cuenta la cantidad de atropellamientos, con el fin de describir el efecto de esta variable.

#### **3.3.4.1. Efecto de la cobertura vegetal**

Las coberturas trabajadas son Naturales, aguas continentales artificiales, aguas continentales naturales, arbustales, bosques naturales, bosques plantados, antrópicas y mixtas como, áreas agrícolas heterogéneas, áreas urbanas, cultivos anuales o transitorios, cultivos semipermanentes y permanentes, herbazales, pastos vegetación secundaria, zonas desnudas sin o con poca vegetación y las antrópicas como las construcciones rurales, vivienda rural dispersa, vivienda campesina, y centro poblado (De La Ossa, 2015).

Para calcular porcentaje de la cobertura del suelo (es decir, área urbana, bosques naturales, pastos, matorrales, tierras cultivadas y cuerpo de agua) dentro de zonas de amortiguamiento rectangulares alrededor de cada segmento. Como no sabíamos cuál era la mejor escala espacial para relacionar los atropellamientos con la cobertura terrestre, utilizamos tres tamaños de amortiguamiento diferentes que se extienden 100, 200 y 500 m ambos lados de un tramo de carretera. Posteriormente, determinamos el centroide de cada segmento de carretera y calculamos la distancia del centroide a los cuerpos de agua más cercanos ríos o lagos (Filius & van der Hoek, 2020).

#### **3.3.4.2. Velocidad indicada**

Se toma la velocidad del tramo en el que se encuentra los individuos atropellados como lo indica en su metodología Bedoya, (2019). Para determinar si la velocidad influye en el atropellamiento de fauna silvestre, se realiza un comparativo entre el índice kilométrico de abundancia por especie (tasa de mortalidad), con el fin de describir el efecto de esta variable.

### 3.3.4.3. Intensidad vehicular

Se lleva a cabo un procedimiento de conteo de vehículos y motocicletas; dicha labor se realiza en un periodo de 15 minutos en dos salidas, con la intención de estandarizar y tener un conteo de automotores más precisos, se diseña una plantilla llamada formato para el registro de la densidad vehicular (ver anexo 5). Los análisis de este conteo permiten la cantidad de vehículos por hora, los cuales serán comparados con el número de atropellamientos producidos en este mismo tramo de la vía y así determinar si esta variable es representativa.

#### Ecuación 2

*intensidad vehicular.*

$$I = \frac{n(x)}{t}$$

Donde,

I= intensidad vehicular.

n(x) = Numero de vehículos que atraviesan la sección fija x de la vía.

t: intervalo temporal estudiado.

### 3.3.5. *Determinación de puntos con mayor acumulación de incidentes*

Para identificar los puntos con mayor es decir el tramo donde mayor número de atropellamientos ocurrió dentro de un lugar, se utiliza el programa de ArcMap, para localizar los segmentos en las vías donde ocurrió mayor acumulación de colisiones en las carreteras, calculando la distancia en la que se encontraban cada uno de estos segmentos para indicar la distancia kilométrica a la que se encontraban. Se considero lo establecido por Teixeira, (2013) que para cada grupo taxonómico se determine el punto donde mayor número de eventos ocurre.

### **3.3.6. *Medidas de prevención recomendadas***

Algunas vías del país cuentan con diferentes intervenciones para mitigar y prevenir el atropellamiento. Por ejemplo, los departamentos de Antioquia, Cundinamarca y Cesar cuentan con medidas de prevención como vallas informativas y reductores de velocidad, así como pasos de fauna elevados y obras hidráulicas con modificaciones para el cruce de fauna (Torres, 2017).

## CAPITULO IV

### Resultados

#### 4.1. Caracterización de los grupos faunísticos

Se registro un total de 85 ejemplares atropellados en los 30 recorridos a las vías pertenecientes a 13 órdenes, 20 familias, 21 géneros y 23 especies durante los 30 días de recorrido en la vía. Para la clase Amphibia se encontró un total 1 orden, 3 familias, 3 géneros y 3 especies. La clase Reptilia con 2 órdenes, 6 familias, 7 géneros y 9 especies. La clase Aves 9 órdenes, 10 familias, 10 géneros y 10 especies. Para la clase Mammalia 1 orden, 1 familia, 1 género y 1 especie. Se encontraron 3 individuos en los cuales no fue posible realizar la identificación por las condiciones en las que se encontraba por lo tanto se identifican como N, N, los cuales fueron 2 aves y 1 reptil. En la clase anfibia se registraron un total de 30 individuos, fue la especie más afectada, seguida de los reptiles con 24 individuos, aves con 23 individuos y finalmente los mamíferos con 5 individuos que perteneces a la especie *Didelphis marsupialis*. Para la clase anfibia la especie más afectada fue *Rhinella marina* con 28 individuos. En reptiles, *Leptodeira annulata* con 10 individuos y para aves, *Athene cunicularia* con 10 individuos.

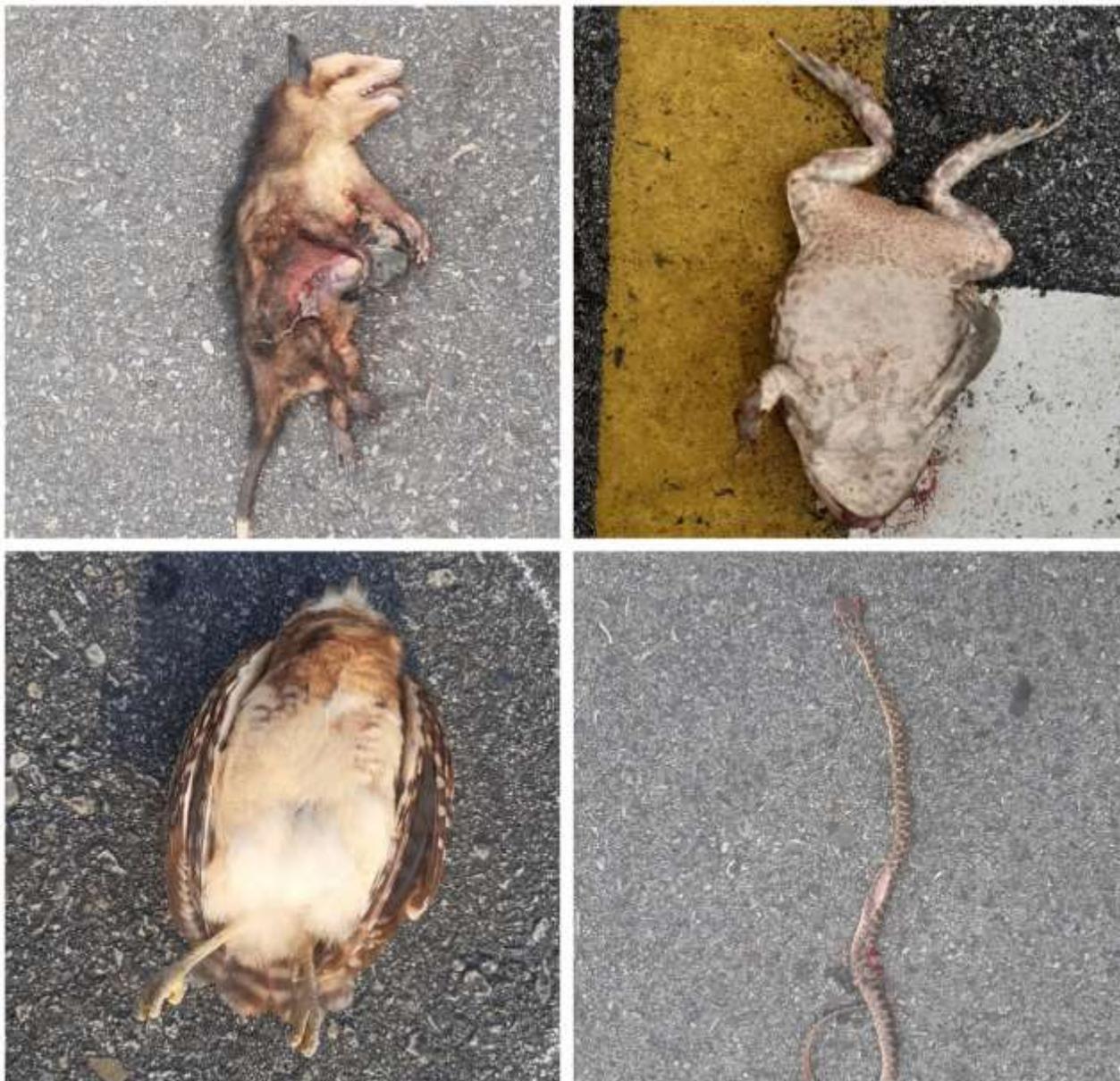
La mayoría de las especies perteneces al grupo funcional “lento” con (11 especies) seguido del “rápido” con (9 especies) y “intermedio” con (2 especies). Según la lista de especies amenazadas de la UICN, se encontró que 74 % de las especies identificadas en el atropellamiento vehicular son estables en los ecosistemas y el 22% se encuentran en estado creciente, mientras que el 4% están en estado decreciente el cual corresponde a la especie *Athene cunicularia*, la cual se encontraron 10 individuos en total.

De acuerdo a la resolución 1912 de 15 de septiembre del 2017, por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazas biológica colombiana continental y marino costero

que se encuentra en el territorio nacional, se identificó que las especies afectadas en este proyecto no se encuentran amenazadas a nivel Colombia.

**Ilustración 2.**

*Especies con mayor número de atropellamientos. Fara (Divehis marsupialis), Sapo común (Rhinella marina), Murruco (Athene cunicularia), Falsa mapanare (Leptodeira annulata).*



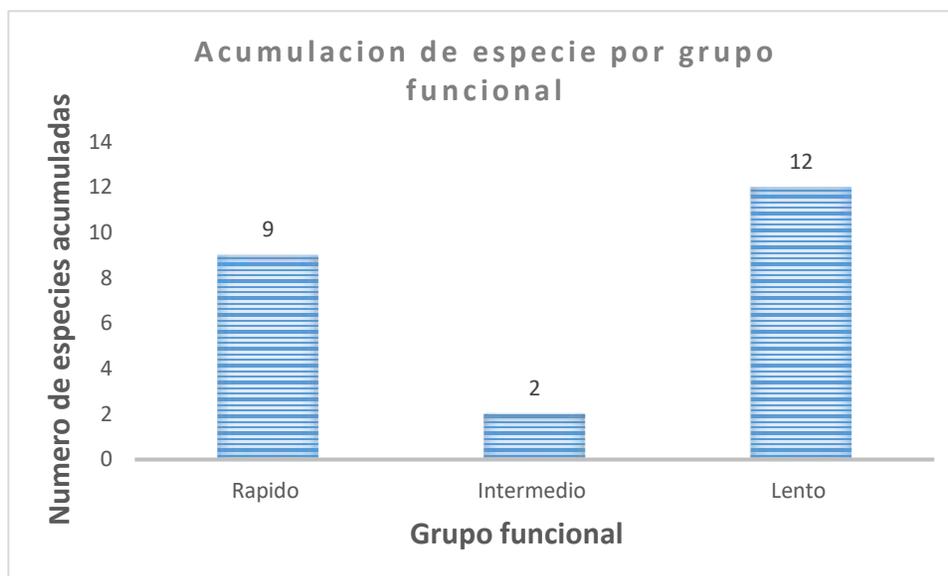
**Tabla 1**

*Clasificación taxonómica y número de individuos afectados en el anillo turístico de Yopal- Casanare.*

Clase	Orden	Familia	Genero	Especie	Referencia bibliográfica	Número de incidentes
<b>Mammalia</b>	<b>Didelphimorphia</b>	Didelphidae	Didelphis	Didelphis marsupialis	(Lozada , 2015)	5
<b>Aves</b>	<b>Strigiformes</b>	Tytonidae	Athene	Athene cucularia	(Silva, 2018)	10
		Strigidae	Megascop	Megascop choliba	(Silva, 2018)	2
	<b>Passeriformes</b>	Mimidae	Mimus	Mimus gilvus	(Zamudio, 2011)	2
	<b>Apodiformes</b>	Trochilidae	Indeterminado	Sp	(Zamudio, 2011)	1
	<b>Cathartiformes</b>	Cathartidae	Coragyps	Coragyps atratus	(Zamudio, 2011)	2
	<b>Passeriformes</b>	Emberizidae	Sicalis	Sicalis flaveola	(Zamudio, 2011)	1
	<b>Caprimulgiformes</b>	Caprimulgidae	Nyctidromus	Nyctidromus albicollis	(Mora Fernandez & Peñuela Recio , 2013 )	2
	<b>Columbiformes</b>	Columbidae	Columbina	Columbina talcopati	(Zamudio, 2011)	1
	<b>Passeriformes</b>	Tyrannidae	Pitangus	Pitangus sulphuratus	(Zamudio, 2011)	1
	<b>Passeriformes</b>	Troglodytidae	Troglodyte	Troglodytes aedon	(Zamudio, 2011)	1
	<b>N,N</b>	Indeterminado	indeterminado	Indeterminado	Indeterminado	1
<b>N,N</b>	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado	1	
<b>Reptilia</b>	<b>Squamata</b>	Viperidae	Bothrops	Bothrops atrox	(Hernandez, 2018)	1
				Bothrops asper	(Hernandez, 2018)	2
		Colubridae	Leptodeira	Leptodeira annulata	(Orinoquia, Universidad Nacional sede Orinoquia, 2012)	10
				Leptodeira septentrionalis	(Orinoquia, Universidad Nacional sede Orinoquia, 2012)	1
				Helicops	Helicops angulatus	(Hernandez, 2018)
		Boidae	Boa	Boa constrictor	(Orinoquia, Universidad Nacional sede Orinoquia, 2012)	1
		Elapidae	Micrurus	Micrurus spixii	(Orinoquia, Universidad Nacional sede Orinoquia, 2012)	1
		Iguanidae	iguana	iguana iguana	(Mora Fernandez & Peñuela Recio , 2013 )	3
	<b>N, N</b>	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado	1
	<b>Crocodylia</b>	Alligatoridae	Caiman	Caiman crocodilus	(Orinoquia, Universidad Nacional sede Orinoquia, 2012)	2
<b>Amphibia</b>	<b>Anura</b>	Bufonidae	Rhinella	Rhinella marina	(Orinoquia, Universidad Nacional sede Orinoquia, 2012)	28
		Leptodactylidae	Leptodactylus	Leptodactylus insularum	(Orinoquia, Universidad Nacional sede Orinoquia, 2012)	1
		Hylidae	Dendropsophus	Dendropsophus mathiassoni	(Orinoquia, Universidad Nacional sede Orinoquia, 2012)	1
<b>Total</b>						<b>85</b>

### Ilustración 3

*Acumulación de especies por grupo funcional.*



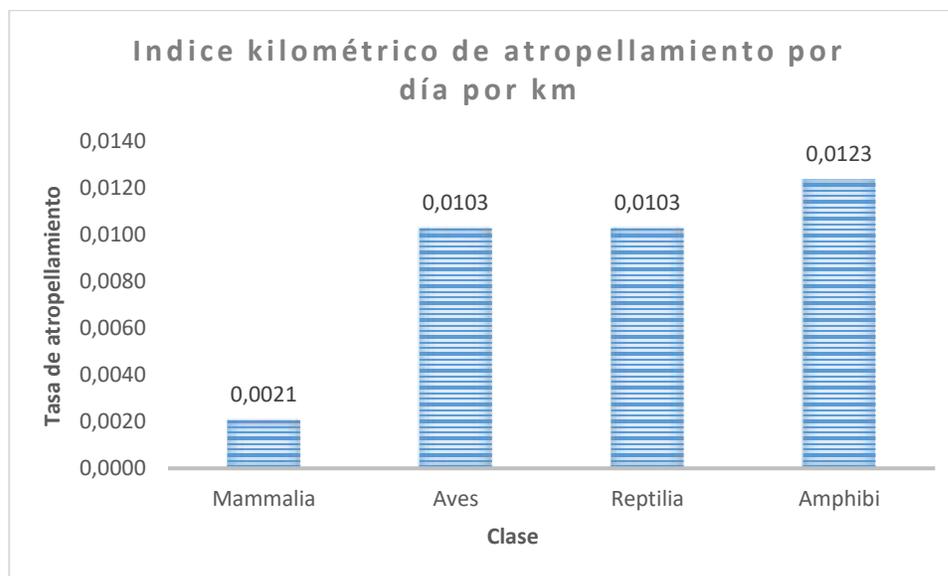
#### 4.2. Volumen por grupo faunístico atropellado en el anillo turístico.

Con el cálculo del IKA con los datos obtenidos en los meses de febrero a marzo con un total de 30 salidas efectivas donde se identificaron animales afectados por el tráfico vehicular y se obtuvo un banco de datos de 85 individuos en total, se analiza una tasa de atropellamiento general en el anillo turístico de 0,0350 individuos por km/día, se evidencia que la clase más afectada es la clase Amphibia con un índice de 0,0123 individuos por km/día (30 individuos), seguidas las clases Aves y Reptilia 0,0103 individuos por km/día (25 individuos cada una), y por último la clase Mammalia 0,0021 individuos por km/día (5 individuos).

Las especies que más accidentalidad presentan son *Rhinella marina* con una tasa de 0,011 individuos por km/día (28 individuos), seguido *Athene cunicularia* y *Leptodeira annulata* con tasa de 0,0041 individuos por km/día (10 individuos cada uno) y por último *Didelphis marsupialis* con tasa de mortalidad de 0,0021 individuos por km/día (5 individuos).

#### Ilustración 4

*Índice kilométrico de atropellamiento por día por km.*



#### 4.3. Análisis de la tasa de atropellamiento el anillo turístico teniendo velocidad indicada y cobertura vegetal

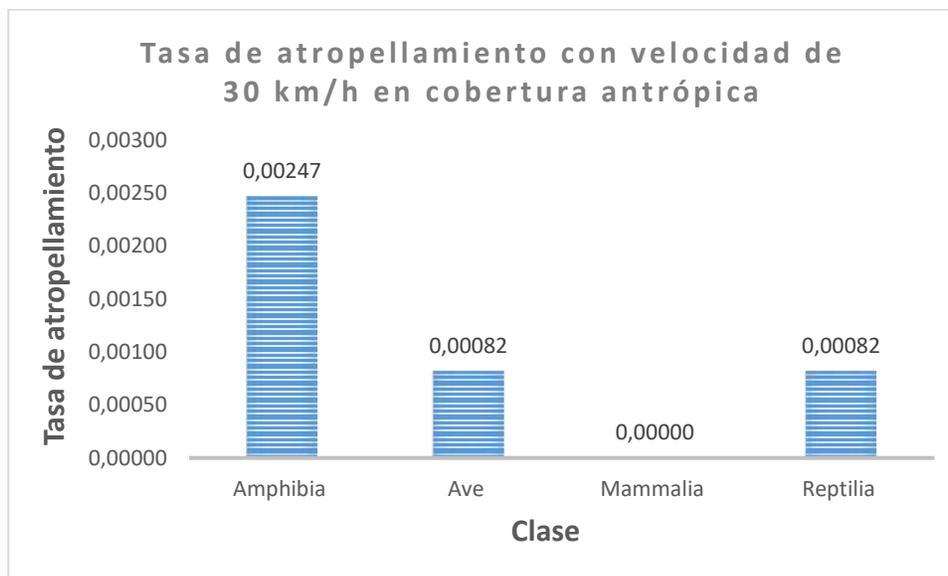
Para el análisis de la velocidad indicada se tuvo en cuenta la cobertura vegetal (Natural, Mixta, antrópica) y las distintas velocidades de 30km/h, 40 km/k, 50km/h y 60km/h, para determinar la tasa de atropellamiento del anillo turístico por clase. Se registró que la velocidad de 60 km/ h es la que mayor acumulación registra con 64% de 85 individuos encontrados, seguida de la velocidad 30 km/ h con 31% y por ultimo las velocidades de 40 km/ h y 50 km/h que representaron el 4% y 2% correspondiente.

Respecto al carril, el anillo turístico que está conformado por las vías Matepantano, Tacarimena y Punto Nuevo, son vías bidireccionales, se puede indicar que en el total de las salidas (30 salidas), se encontraron los cadáveres de los animales impactados distribuidos de la siguiente manera, del lado derecho con 56%, lado izquierdo 40% y por último el centro de la vía con 4%.

**4.3.1. Análisis de la tasa de atropellamiento con velocidad indicada de 30 km/h en cobertura antrópica**

**Ilustración 5**

*Tasa de atropellamiento con velocidad de 30 km/h en cobertura antrópica.*

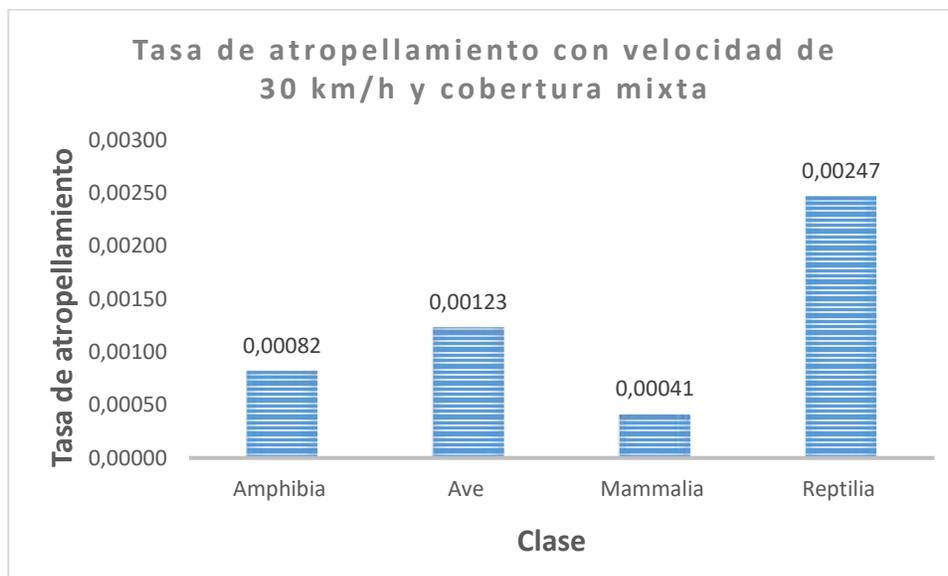


Para el análisis de la tasa de atropellamiento relacionado la velocidad de 30 km/ h y la cobertura antrópica, se encontró una tasa para cada clase buida de la siguiente manera; Amphibia 0,00247 individuos por km/día, Aves y Reptilia con una tasa de 0,00082 individuos por km/día cada una y por último la clase Mammalia que no presento eventos.

**4.3.2. Análisis de la tasa de atropellamiento con velocidad indicada de 30 km/h en cobertura mixta**

**Ilustración 6**

*Tasa de atropellamiento con velocidad de 30km/h y cobertura mixta*

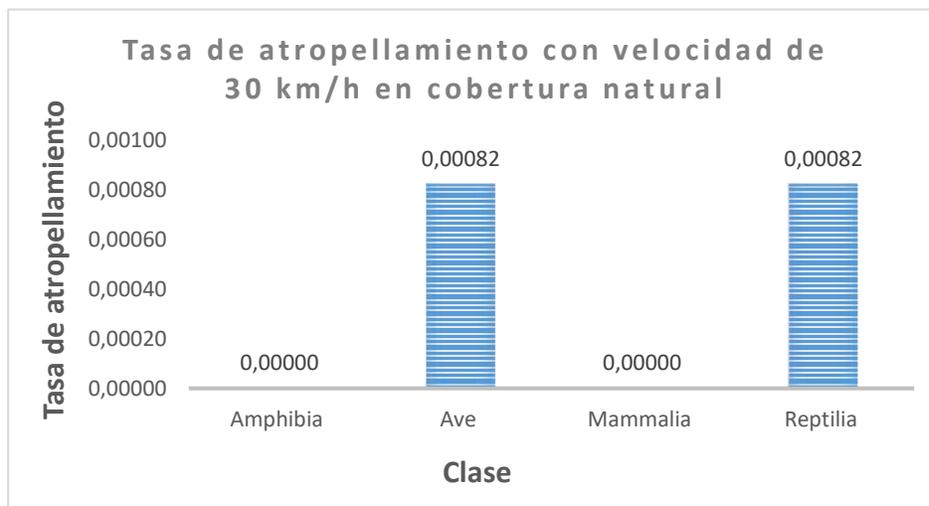


en el análisis de la tasa de atropellamiento relacionado la velocidad de 30 km/ h y la cobertura mixta, se encontró una tasa para cada clase distribuida de la siguiente manera; Amphibia 0,00082 individuos por km/día, Aves 0,00123 individuos por km/día y Mammalia con una tasa de 0,00041 individuos por km/día cada una y por último la clase Reptilita con 0,00247 individuos por km/día que presenta la mayor tasa de atropellamiento.

### 4.3.3. Análisis de la tasa de atropellamiento con velocidad indicada de 30 km/h en cobertura natural

#### Ilustración 7

Tasa de atropellamiento con velocidad de 30km/h en cobertura natural

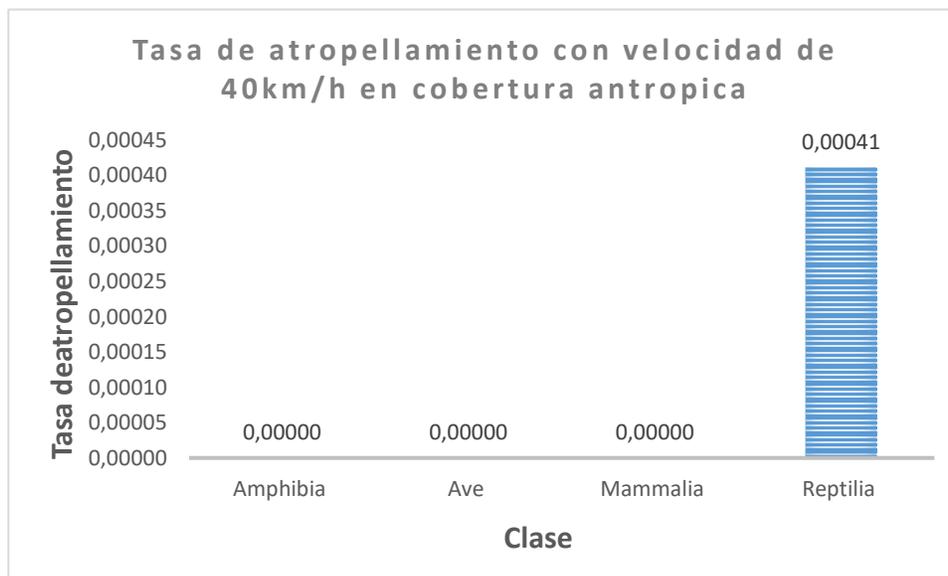


en el análisis de la tasa de atropellamiento relacionado la velocidad de 30 km/ h y la cobertura natural, se encontró una tasa para cada clase distribuida de la siguiente manera; Aves y Reptilita con 0,00082 individuos por km/día para cada una de las clases, mientras que las clases Amphibia y Reptilia no presentan eventos de atropellamiento.

**4.3.4. Análisis de la tasa de atropellamiento con velocidad indicada de 40 km/h en cobertura antrópica**

**Ilustración 8**

*Tasa de atropellamiento con velocidad de 40km en cobertura antrópica*

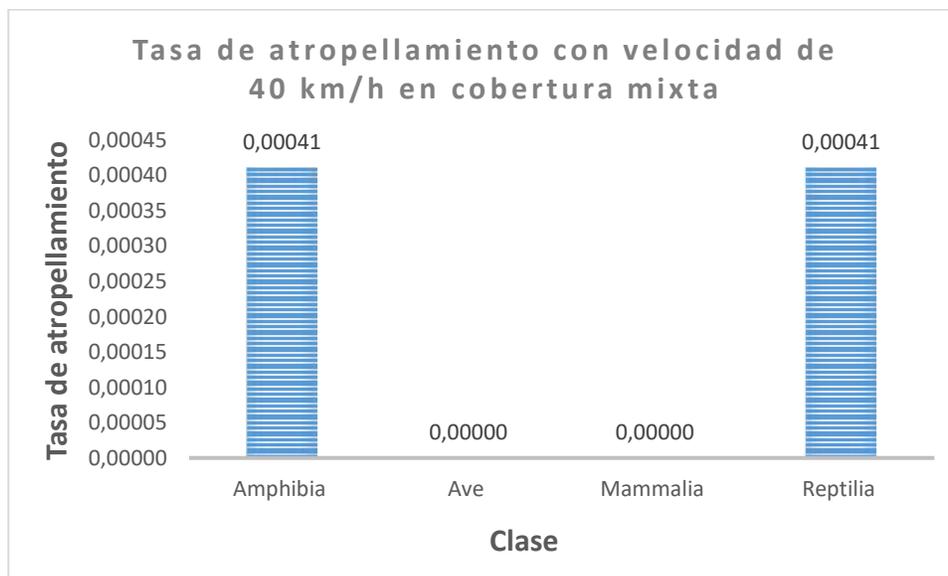


Para la determinación tasa de atropellamiento relacionado la velocidad de 40 km/ h y la cobertura; solo se encontró una tasa de mortalidad para la clase Reptilia de 0,00041 individuos por km/día.

**4.3.5. Análisis de la tasa de atropellamiento con velocidad indicada de 40 km/h en cobertura mixta**

**Ilustración 9**

*Tasa de atropellamiento con velocidad de 40 km/h en cobertura mixta.*



el análisis de la tasa de atropellamiento relacionado la velocidad de 40 km/ h y la cobertura mixta; se encontró una tasa de mortalidad para las clases Amphibia y Reptilia es de 0,00041 individuos por km/día para cada una.

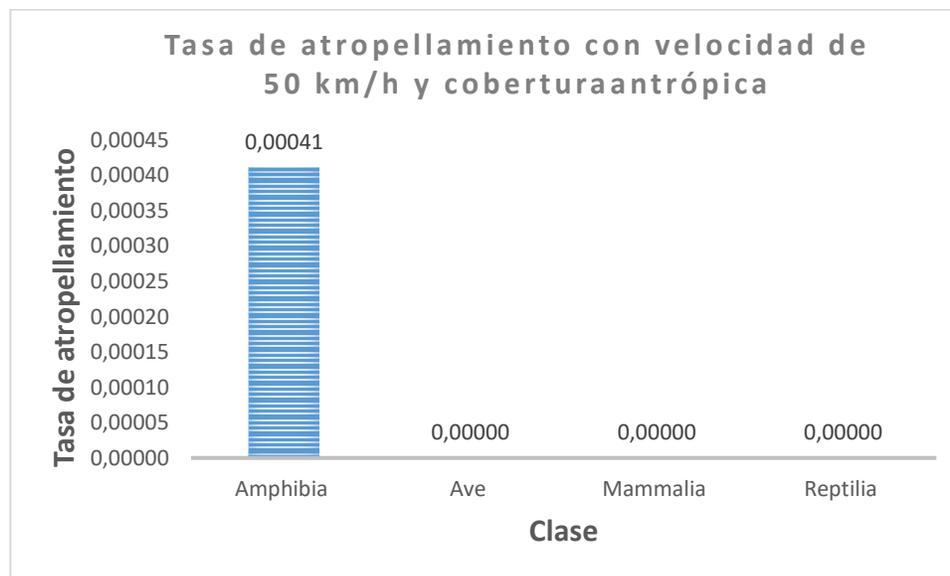
**4.3.6. Análisis de la tasa de atropellamiento con velocidad indicada de 40 km/h en cobertura natural**

No se obtuvieron tasas de atropellamiento porque no se encontraron eventos relacionados a la velocidad de 40 km/h en cobertura natural.

#### 4.3.7. *Análisis de la tasa de atropellamiento con velocidad indicada de 50 km/h en cobertura antrópica*

##### **Ilustración 10**

*Tasa de atropellamiento con velocidad de 50km/h y cobertura antrópica.*



Para la determinación tasa de atropellamiento relacionado la velocidad de 50 km/ h y la cobertura antrópica; solo se encontró una tasa de mortalidad para la clase Amphibia de 0,00041 individuos por km/día.

#### 4.3.8. *Análisis de la tasa de atropellamiento con velocidad indicada de 50 km/h en cobertura mixta*

No se obtuvieron tasas de atropellamiento porque no se encontraron eventos relacionados a la velocidad de 50 km/h en cobertura mixta.

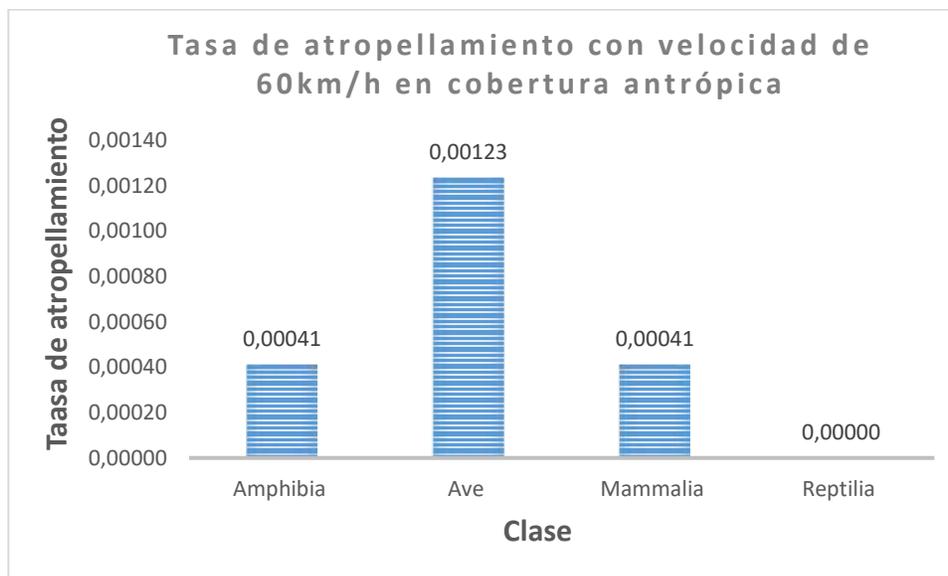
#### 4.3.9. *Análisis de la tasa de atropellamiento con velocidad indicada de 50 km/h en cobertura natural*

No se obtuvieron tasas de atropellamiento porque no se encontraron eventos relacionados a la velocidad de 50 km/h en cobertura natural.

**4.3.10. Análisis de la tasa de atropellamiento con velocidad indicada de 60 km/h en cobertura antrópica**

**Ilustración 11**

*Tasa de atropellamiento con la velocidad de 60 km/h en cobertura antrópica.*

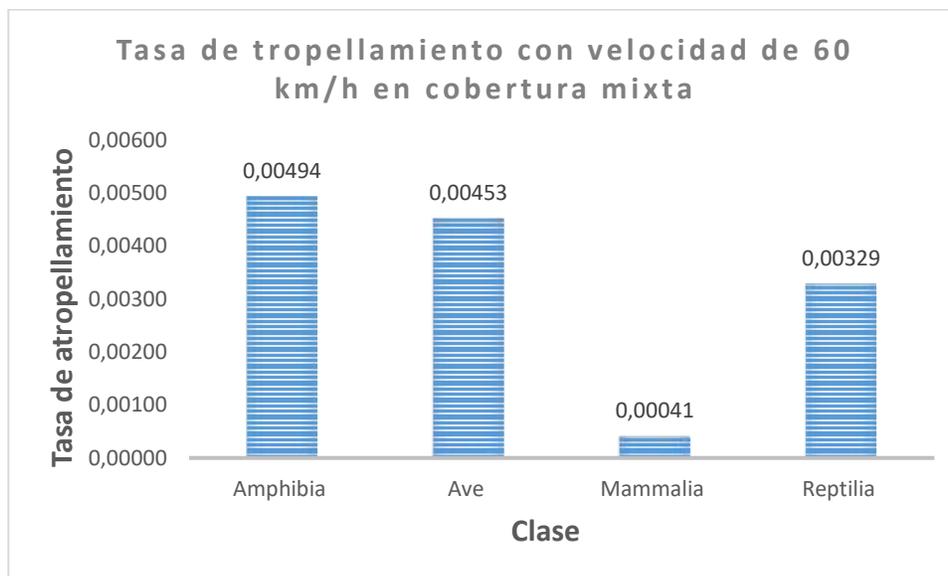


en el análisis de la tasa de atropellamiento relacionado la velocidad de 60 km/ h y la cobertura antrópica, se encontró una tasa para cada clase distribuida de la siguiente manera; Amphibia 0,00041 individuos por km/día, Aves 0,00123 individuos por km/día y Mammalia con una tasa de 0,00041 individuos por km/día cada una y la clase Reptilita que no presenta eventos.

**4.3.11. Análisis de la tasa de atropellamiento con velocidad indicada de 60 km/h en cobertura mixta**

**Ilustración 12**

*Tasa de atropellamiento con velocidad de 60 km/h en cobertura mixta.*

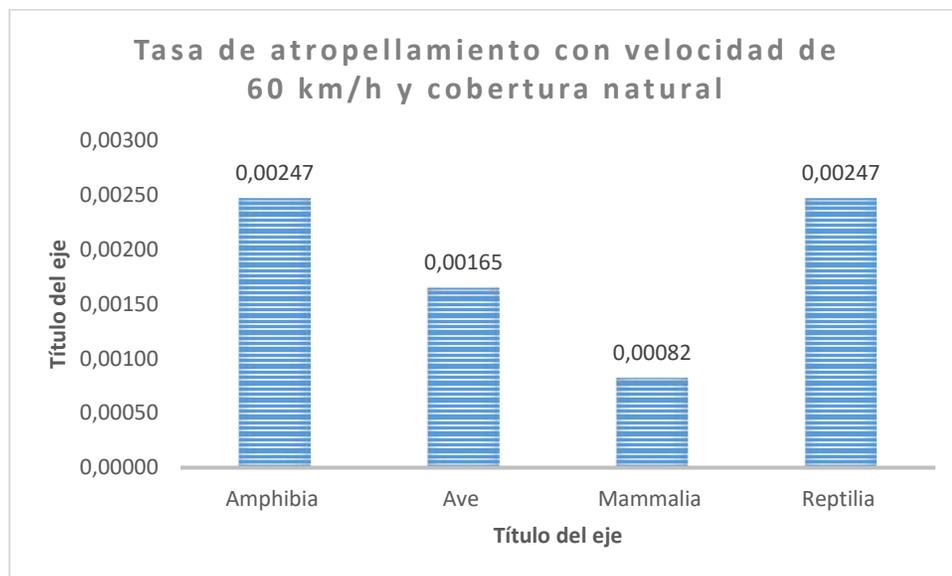


Para el análisis de la tasa de atropellamiento relacionado la velocidad de 60 km/ h y la cobertura mixta, se encontró una tasa para cada clase distribuida de la siguiente manera; Amphibia 0,000494 individuos por km/día, Aves 0,00453 individuos por km/día y Mammalia con una tasa de 0,00041 individuos por km/día cada una y por último la clase Reptilita con una tasa de 0,00329 individuos por km/día.

**4.3.12. Análisis de la tasa de atropellamiento con velocidad indicada de 60 km/h en cobertura natural**

**Ilustración 13**

*Tasa de atropellamiento con velocidad de 60 km/h y cobertura natural*



En la determinación de la tasa de atropellamiento relacionado la velocidad de 60 km/ h y la cobertura natural, se encontró una tasa para cada clase distribuida de la siguiente manera; Amphibia y Reptilia con una tasa 0,00247 individuos por km/día cada una, Aves 0,00165 individuos por km/día y Mammalia con una tasa de 0,00082 individuos por km/día.

#### **4.4. Identificación de las tasas de atropellamiento por época climática y cobertura vegetal**

##### ***4.4.1. Identificación de las tasas de atropellamiento en el anillo turístico por clima y cobertura vegetal***

En los meses de febrero a mayo se realizaron 33 salidas al anillo turístico, 3 de ellas en el mes de febrero para la identificación del área y 30 salidas de marzo a abril para la identificación de especies afectadas por el tráfico vehicular encontrándose 85 ejemplares en total, que fueron distribuidas por clase organizándose así para la clase A ve y Reptil 25 individuos para cada una, Mammalia 5 individuos y clase Amphibia 30 individuos

se realizaron 11 salidas en el mes de marzo (época seca) encontrándose el 44% de los individuos y 19 salidas de abril a mayo (época de lluvia) con 56% de los individuos, en cuanto a la cobertura en la que ocurrieron los incidentes de atropellamiento se tiene que la cobertura mixta presenta el mayor número de incidentes con 54%, seguida la cobertura natural con 26% y por último la cobertura antrópica con el 20%

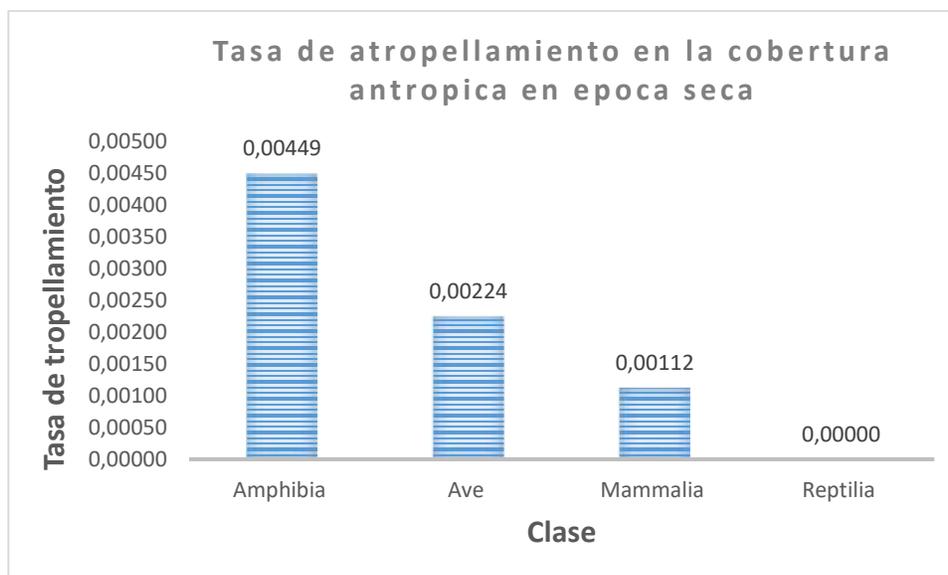
el anillo turístico es una vía secundario bidireccional de dos carriles con una longitud de 64 km, en las 33 salidas se recorrido una distancia total de 2,673 km. El anillo turístico está conformada por tres tramos, primer tramo vía Matepantano, segundo tramo vía punto nuevo y tercer tramo vía Tacarimena, se estima una intensidad vehicular de 656 vehículos por hora, distribuidos así; 440 motos por hora, 202 vehículos livianos por hora y 14 vehículos pesados por hora; la velocidad indicada varia de 30 km/h, 40km/h, 50km/h y 60 km/h , siendo 60 km/h la velocidad con mayor número de incidentes con el 64% de los incidentes, seguida 30 km/h con un porcentaje de 31% y las velocidades de 50km/h y 40km/h con porcentajes de 2% y 4% respectivamente.

Respecto al carril, se encontraron los cadáveres de los animales impactados distribuidos de la siguiente manera, del lado derecho con 56%, lado izquierdo 40% y por último el centro de la vía con 4%.

#### 4.4.1.1. Análisis de la tasa de atropellamiento en época seca y cobertura antrópica

##### Ilustración 14

*Tasa de atropellamiento en la cobertura antrópica en época seca.*

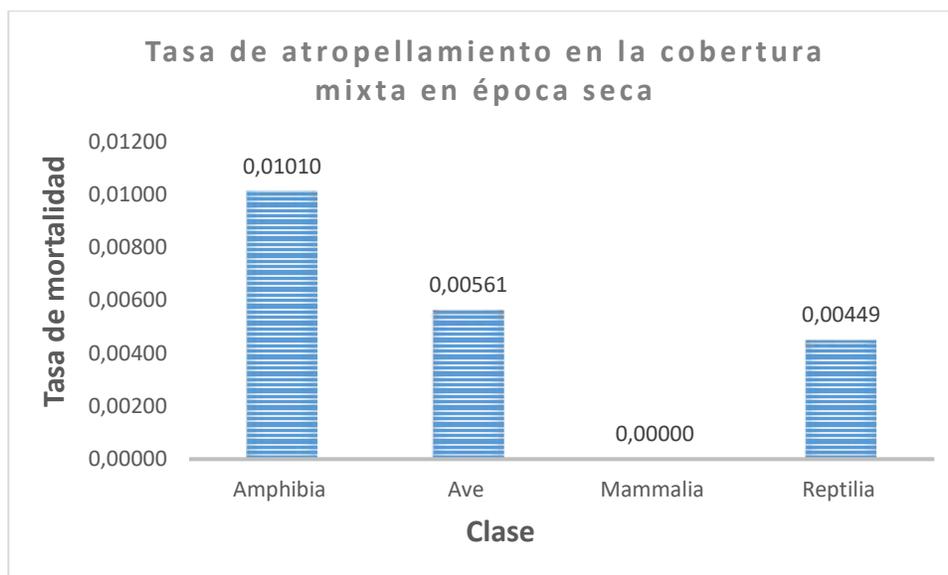


Se encontraron 7 individuos en total para la determinación de la tasa de mortalidad en el anillo turístico en tiempo seco asociado a la cobertura vegetal antrópica mostrando la siguiente distribución por clase ; la clase Amphibia una tasa de mortalidad de 0,00449 individuos por km/día con el 57% de eventos , la clase Ave con una tasa de 0,00224 individuos por km/día con el 29% , la clase Mammalia 0,00112 individuos por km/día con el 14% y por último la clase Reptilia que no presenta tasa de mortalidad debido a que no se encontraron individuos.

#### 4.4.1.2. Análisis de la tasa de atropellamiento en época seca y cobertura mixta.

##### Ilustración 15

*Tasa de atropellamiento en la cobertura mixta en época seca.*

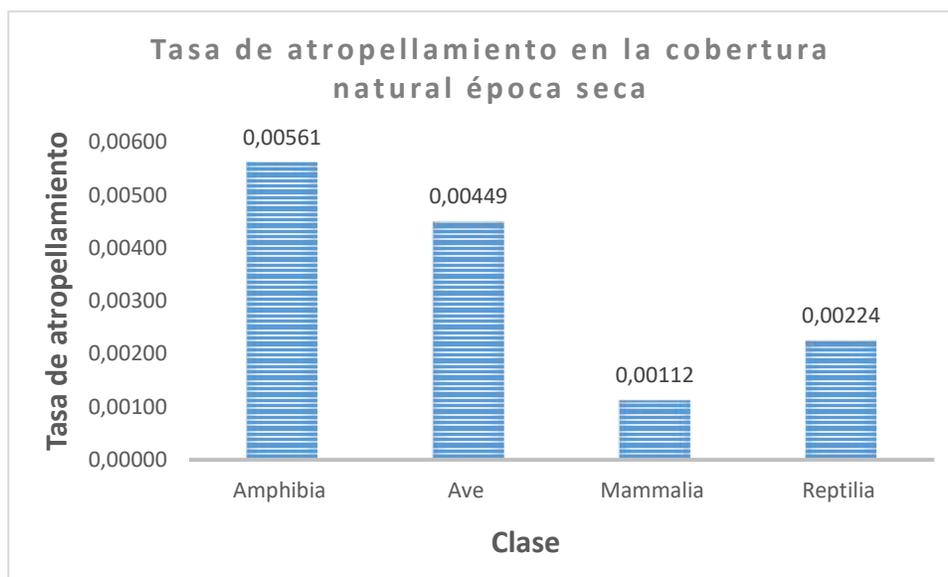


Para el análisis de la tasa de mortalidad en época seca y cobertura mixta se encontraron 18 individuos, mostrando una tasa de mortalidad por clase de la siguiente manera; clase Amphibia 0,01010 individuos por km/día con un porcentaje de eventos del 50%, clase ave 0,00561 individuos por km/día con el 28% de eventos, clase Reptilia 0,00449 individuos por km/día con el 22% de eventos y por último la clase Mammalia que no presento eventos.

#### 4.4.1.3. Análisis de la tasa de atropellamiento en época seca y cobertura natural

##### Ilustración 16

*Tasa de atropellamiento en la cobertura natural época seca.*

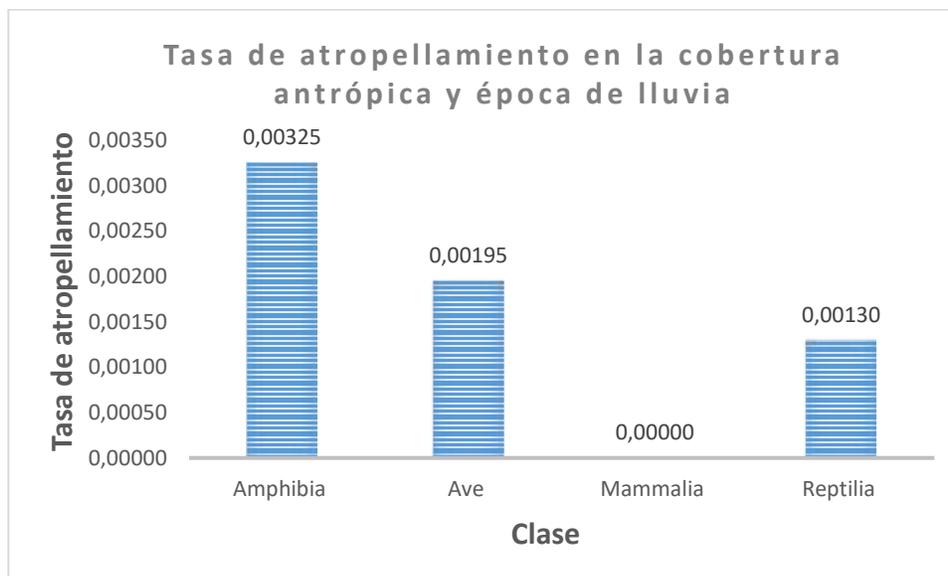


Se encontraron para el análisis de la tasa de atropellamiento 12 individuos en la época seca y cobertura natural, distribuidos por clase para determinar la tasa de mortalidad de la siguiente forma; clase Amphibia 0,00561 individuos por km/día con un porcentaje de eventos del 42%, clase Ave 0,00449 individuos por km/día con el 33% de los eventos, clase Mammalia con 0,00112 individuos por km/día y por último la clase Reptilia con 0,00224 individuos por km/día con el 17% de los eventos.

#### 4.4.1.4. Análisis de la tasa de atropellamiento en época de lluvia y cobertura antrópica

##### Ilustración 17

*Tasa de atropellamiento en la cobertura antrópica y época de lluvia.*

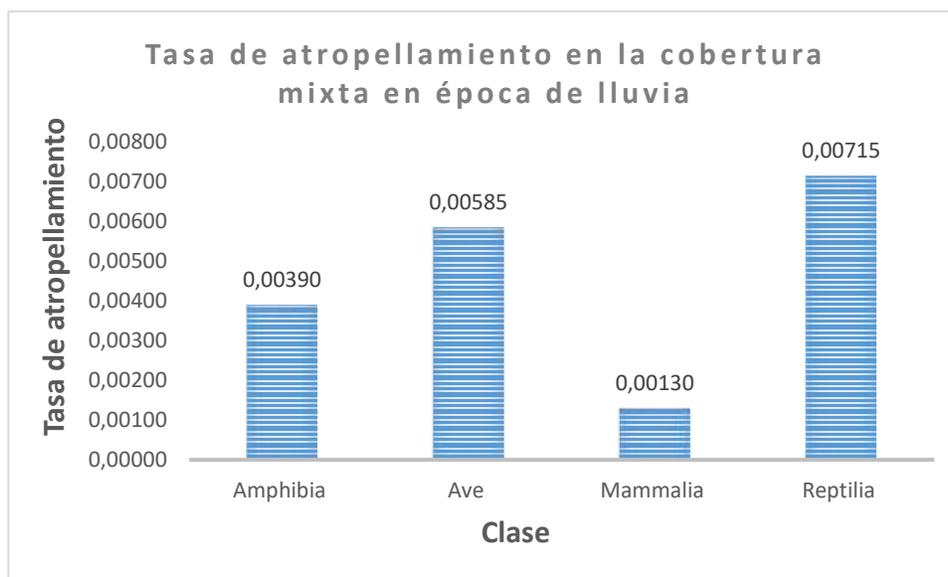


Para el análisis de la tasa de mortalidad en la cobertura natural en época de lluvia se encontraron 10 individuos que se distribuyeron por clase para determinar la tasa de atropellamiento, dando como resultado lo siguiente; clase Amphibia 0,00325 individuos por km/día con el 50% de los eventos, clase Ave 0,00195 individuos por km/día con el 30%, clase Reptilia con 0,00130 individuos por km/día con el 20% y por último la clase Mammalia que no presenta eventos.

#### 4.4.1.5. Análisis de la tasa de atropellamiento en época de lluvia y cobertura mixta

##### Ilustración 18

*Tasa de atropellamiento en la cobertura mixta en época de lluvia.*

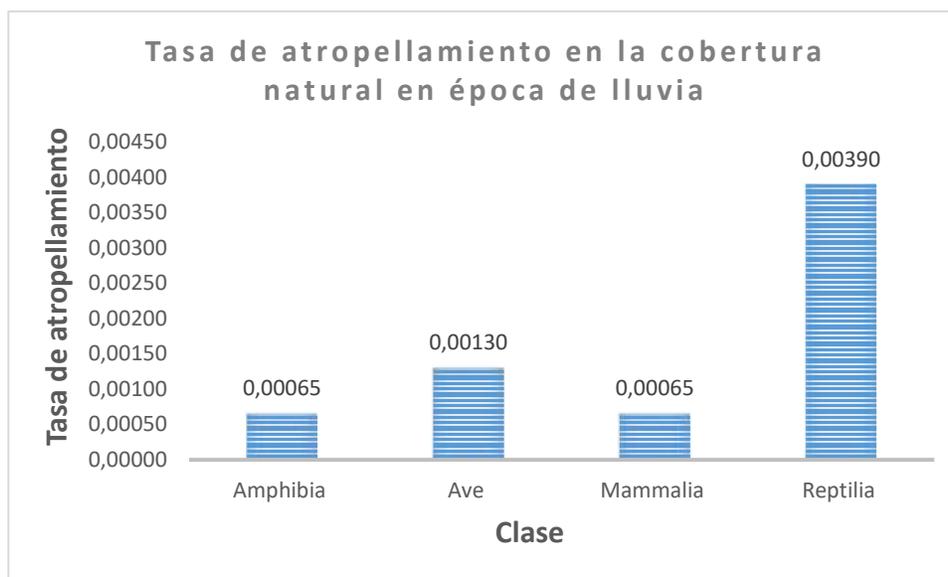


Se encontraron 28 individuos, que fueron distribuidos por especie para determinar la tasa de mortalidad en la época de lluvia y cobertura mixta, como resultado se obtuvo la siguiente tasa de mortalidad por clase; para la clase Amphibia 0,00390 individuos por km/día con un porcentaje de 21% de los eventos, clase Ave 0,00585 individuos por km/día con el 32% de los eventos, clase Mammalia 0,00130 individuos por km/día con el 7% de los eventos, clase Reptilia con 0,00715 individuos por km/día y por último la clase Mammalia con 0,00130 individuos por km/día con el 7% de los eventos.

#### 4.4.1.6. Análisis de la tasa de atropellamiento en época de lluvia y cobertura natural

##### Ilustración 19

*Tasa de atropellamiento en la cobertura natural en época de lluvia.*



Se encontraron un total de 10 individuos, que fueron distribuidos por clase para determinar la tasa de mortalidad de cada clase, dando como resultados; para la clase Amphibia 0,00065 individuos por km/día con un porcentaje de eventos del 10%, la clase Ave 0,00130 individuos por km/día con un porcentaje de eventos de 20%, clase Mammalia 10% y la clase con mayor tasa de atropellamiento es Reptilia con una tasa de 0,00390 individuos por km/día y el porcentaje de eventos del 60% siendo el que más eventos presento para este análisis.

#### 4.4.2. *Identificación de la tasa de atropellamiento vía Matepantano por clima y cobertura vegetal*

La vía Matepantano cuenta con una longitud de 24,5 kilómetros. los 30 días de recorridos realizados en los meses de marzo (época seca) se identificó un porcentaje de 48% de los individuos y en el mes abril (época de lluvia) se identificó el 52% de los 61 ejemplares

encontrados en esta vía, distribuidos por clase la siguiente forma; clase Mammalia 3 individuos, clase Ave 18 individuo, clase Reptilia 17 individuos y clase Amphibia 23 individuos.

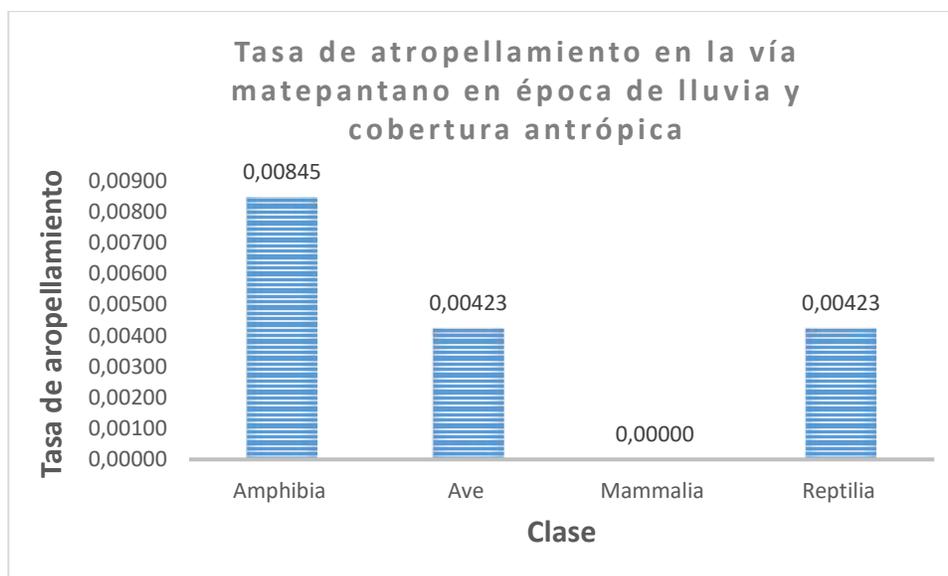
Los eventos identificados por cobertura se distribuyen de la siguiente manera; cobertura antrópica 15% de los eventos, cobertura mixta 57% eventos y cobertura natural 28% eventos identificados.

Se tiene que la vía que presenta mayor intensidad vehicular es la vía Matepantano con una intensidad de 540 vehículos por hora, divididos aproximadamente así; motos 368, carros livianos 164 y vehículos pesados 8.

#### 4.4.2.1. Análisis de la tasa de atropellamiento de la vía Matepantano en época de lluvia y cobertura antrópica

##### Ilustración 20

*Tasa de atropellamiento en la vía Matepantano en época de lluvia y cobertura antrópica.*



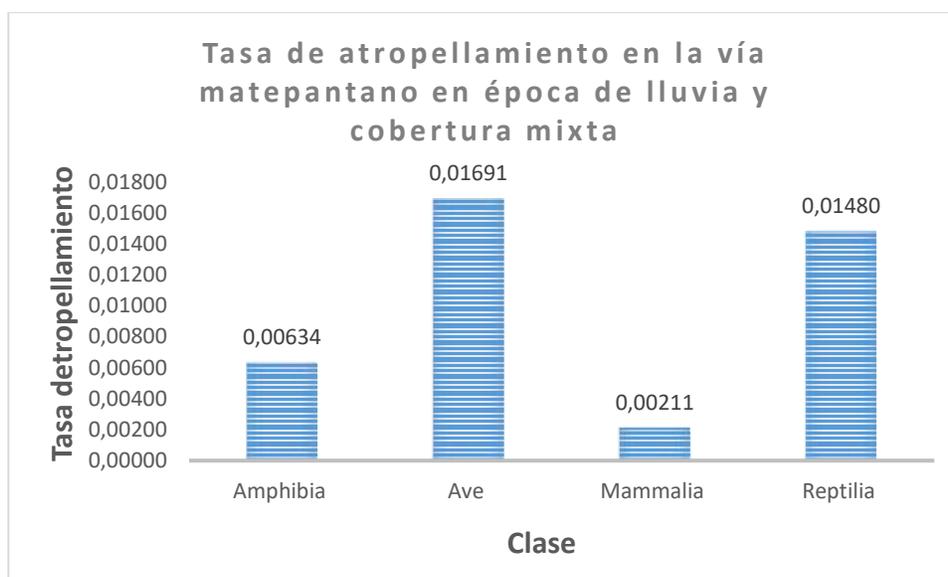
Para el análisis de la tasa de atropellamiento en la vía Matepantano en época de lluvia y cobertura antrópica se encontró un total de 8 individuos los cuales se dividieron en clase para la

determinación de la tasa, dando como resultado; clase Amphibia 0,00845 individuos por km/día con un porcentaje de atropellamiento 50%, la clase Ave y Reptilia presentan una tasa de 0,00423 individuos por km/día con un porcentaje de 25% cada una, y por último la clase Mammalia que no presenta eventos.

#### 4.4.2.2. Análisis de la tasa de atropellamiento de la vía Matepantano en época de lluvia y cobertura mixta

##### Ilustración 21

*Tasa de atropellamiento en la vía Matepantano en época de lluvia y cobertura mixta.*

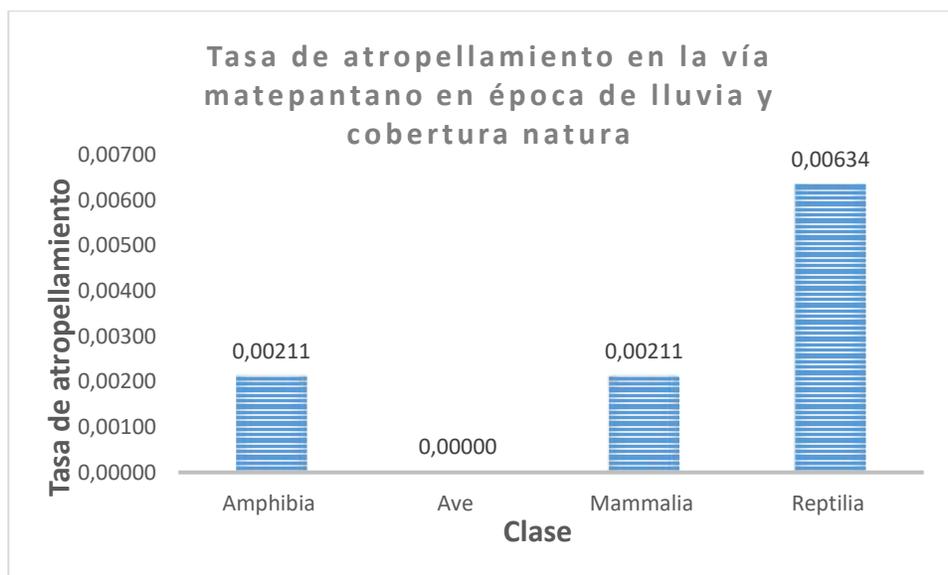


Para el análisis de la tasa de atropellamiento en la vía Matepantano en época de lluvia y cobertura mixta se encontró un total de 19 individuos los cuales se dividieron en clase para la determinación de la tasa, dando como resultado; clase Amphibia 0,00634 individuos por km/día con un porcentaje de eventos 16%, la clase Ave 0,01691 individuos por km/día con un porcentaje de eventos 42%, Reptilia presentan una tasa de 0,01480 individuos por km/día con un porcentaje de 37%, y por último la clase Mammalia con una tasa 0,00211 individuos por km/día y un porcentaje 5%.

#### 4.4.2.3. Análisis de la tasa de atropellamiento de la vía Matepantano en época de lluvia y cobertura natural

##### Ilustración 22

*Tasa de atropellamiento en la vía Matepantano en época de lluvia y cobertura natural.*

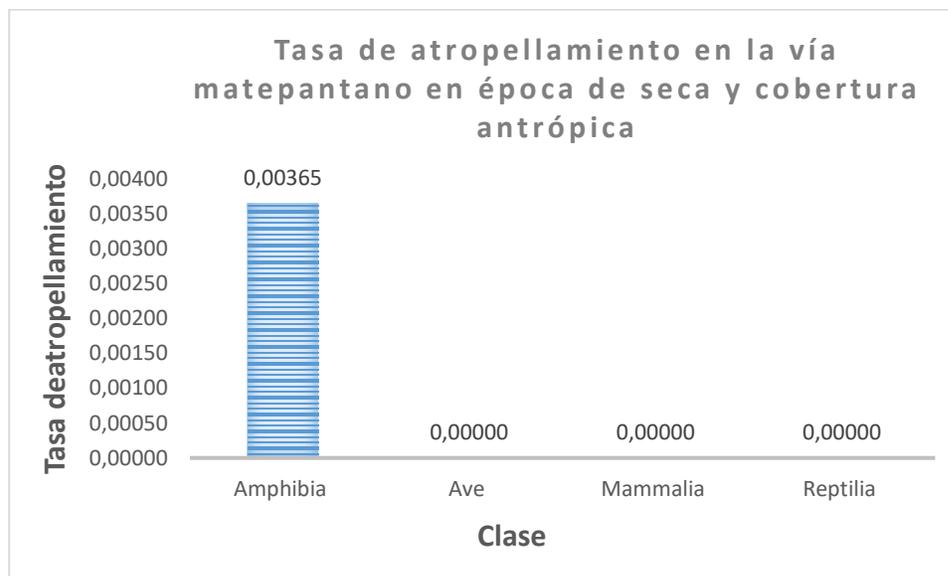


Para el análisis de la tasa de atropellamiento en la vía Matepantano en época de lluvia y cobertura natural se encontró un total de 5 individuos los cuales se dividieron en clase para la determinación de la tasa, dando como resultado; clase Amphibia 0,00211 individuos por km/día con un porcentaje de eventos 20%, Reptilia presentan una tasa de 0,00634 individuos por km/día con un porcentaje de 60%, clase Mammalia con una tasa 0,00211 individuos por km/día y un porcentaje 20% y por último la clase Ave no presento eventos.

#### 4.4.2.4. Análisis de la tasa de atropellamiento de la vía Matepantano en época de seca y cobertura antrópica

##### Ilustración 23

*Tasa de atropellamiento en la vía Matepantano en época de seca y cobertura antrópica.*

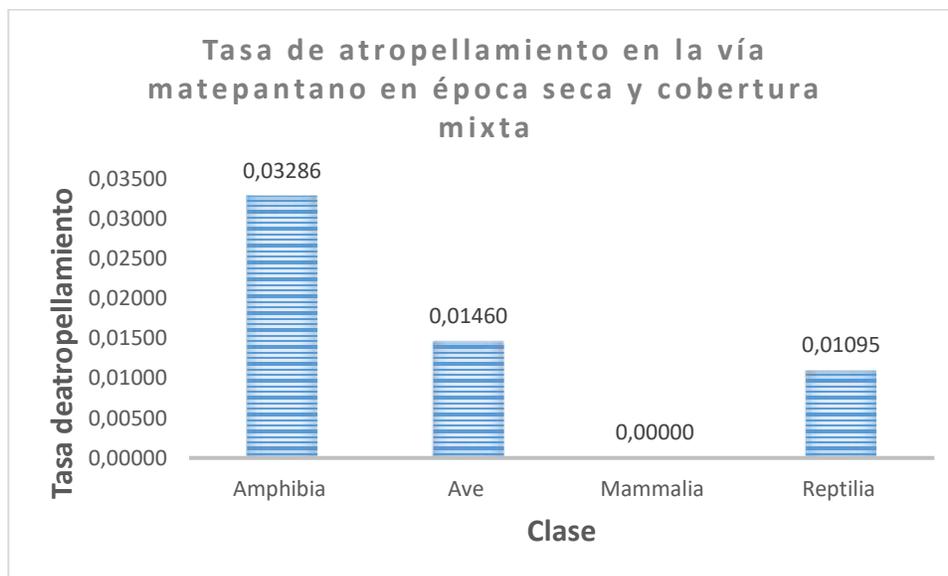


Para el análisis de la tasa de atropellamiento en la vía Matepantano en época de seca y cobertura antrópica se encontró un total de 1 individuos correspondiente a la clase Amphibia con una tasa de mortalidad de 0,00365 individuos por km/día.

#### 4.4.2.5. Análisis de la tasa de atropellamiento de la vía Matepantano en época de seca y cobertura mixta

##### Ilustración 24

*Tasa de atropellamiento en la vía Matepantano en época seca y cobertura Mixta.*

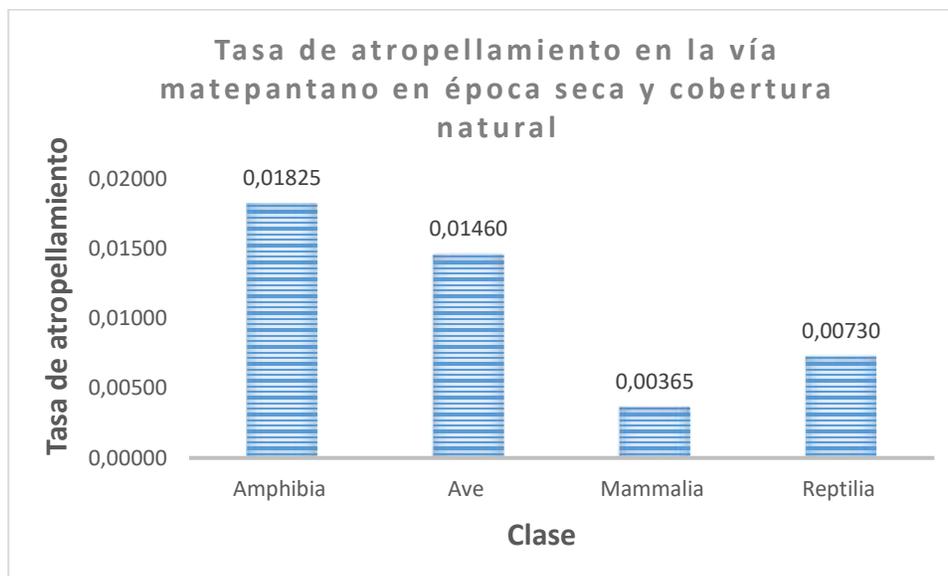


Para el análisis de la tasa de atropellamiento en la vía Matepantano en época de seca y cobertura mixta se encontró un total de 16 individuos los cuales se dividieron en clase para la determinación de la tasa, dando como resultado; clase Amphibia 0,03286 individuos por km/día con un porcentaje de eventos 56%, Ave presentan una tasa de 0,01460 individuos por km/día con un porcentaje de 25%, clase Reptilia con una tasa 0,01095 individuos por km/día y un porcentaje 19% y por último la clase Mammalia no presento eventos.

#### 4.4.2.6. Análisis de la tasa de atropellamiento de la vía Matepantano en época de seca y cobertura natural

##### Ilustración 25

*Tasa de mortalidad en la vía Matepantano en época seca y cobertura natural.*



Para el análisis de la tasa de atropellamiento en la vía Matepantano en época de seca y cobertura mixta se encontró un total de 16 individuos los cuales se dividieron en clase para la determinación de la tasa, dando como resultado; clase Amphibia 0,01825 individuos por km/día con un porcentaje de eventos 42%, Ave presentan una tasa de 0,01460 individuos por km/día con un porcentaje de 33%, clase Reptilia con una tasa 0,00730 individuos por km/día y un porcentaje 17% y por último la clase Mammalia con una tasa de mortalidad de 0,00365 individuos por km/día y un porcentaje de incidencia 8%.

#### ***4.4.3. Identificación de la tasa de atropellamiento vía Punto Nuevo clima y cobertura vegetal***

La vía Punto Nuevo tiene una longitud de 17,5 kilómetros, esta vía no presenta retornos por lo tanto había que recorrer la vía en los dos sentidos para continuar el recorriendo en la vía Tacarimena, en esta vía solo se presentó un incidente en los 30 días de recorrido, correspondiente a la clase Ave, en poca lluviosa y en cobertura antrópica. Se calcula una intensidad 36 vehículos por hora, distribuida de la siguiente manera 30 motos, 4 carros y 2 vehículos pesados.

##### **4.4.3.1. Análisis de la tasa de atropellamiento de la vía Punto Nuevo en época de lluvia y cobertura antrópica**

En el análisis del tramo punto nuevo en los 30 días de recorridos solo se encontró un evento que se relaciona con la cobertura antrópica en tiempo seco, debido a que no se tienen más datos no se puede analizar una estadística.

#### ***4.4.4. Identificación de la tasa de atropellamiento vía Tacarimena clima y cobertura vegetal***

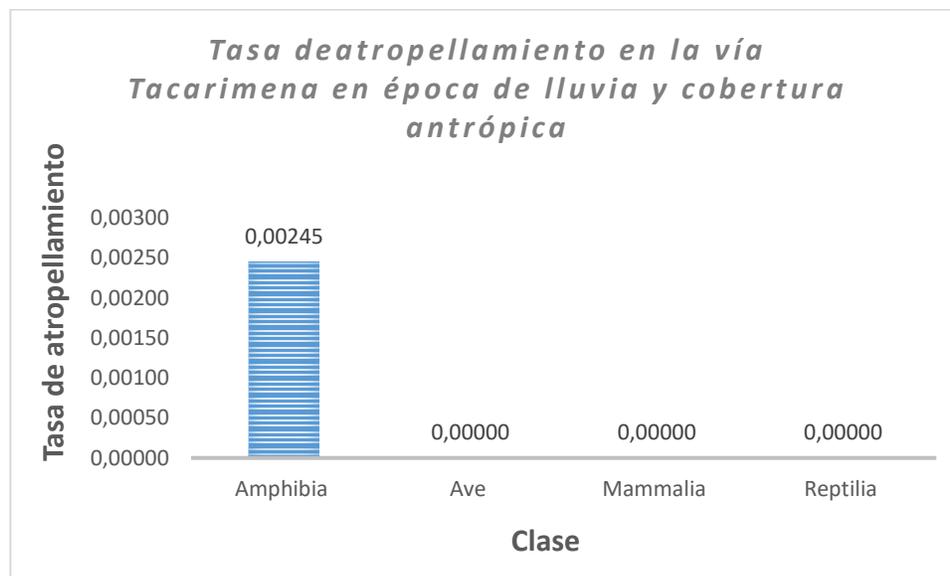
La vía Tacarimena cuanta con una longitud de 21, 5 kilómetros. los 30 días de recorridos realizados en los meses de marzo (época seca) se identificó un porcentaje de 35% de los individuos y en el mes abril (época de lluvia) se identificó el 65% de los 23 ejemplares encontrados en esta vía, distribuidos por clase la siguiente forma; clase Mammalia 2 individuos, clase Ave 6 individuo, clase Reptilia 8 individuos y clase Amphibia 7 individuos.

Los eventos identificados por cobertura se distribuyen de la siguiente manera; cobertura antrópica 30% de los eventos, cobertura mixta 48% eventos y cobertura natural 22% eventos identificados. Vía Tacarimena presenta una intensidad de 80 vehículos por hora, con una circulación vehicular destruida en motos 42, carros livianos 34 y vehículos pesados 4

#### 4.4.4.1. Análisis de la tasa de atropellamiento de la vía Tacarimena en época de lluvia y cobertura antrópica

##### Ilustración 26

*Tasa de atropellamiento en la vía Tacarimena en época de lluvia y cobertura antrópica*

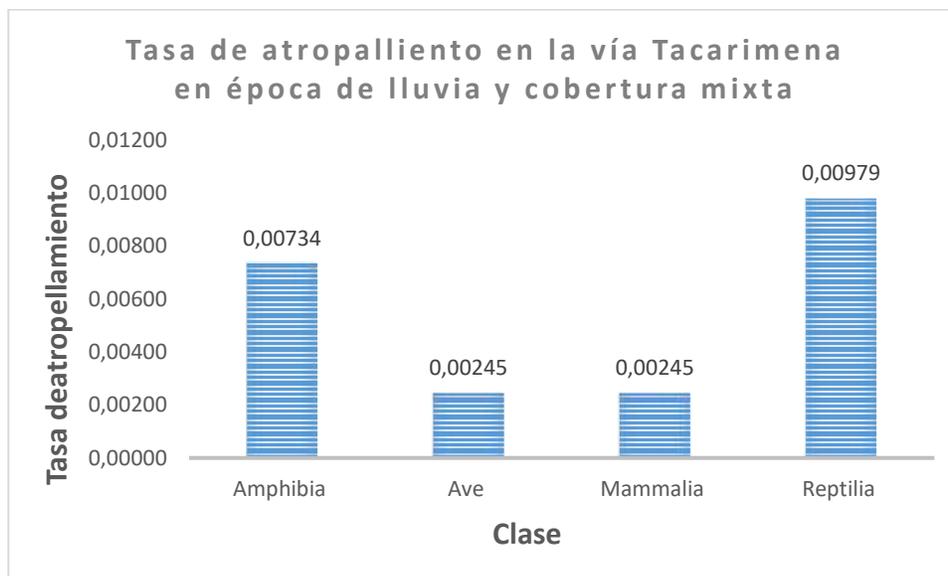


Para el análisis de la tasa de atropellamiento en la vía Tacarimena en época de lluvia y cobertura antrópica se encontró un total de 1 individuos correspondiente a la clase Amphibia con una tasa de mortalidad de 0,00245 individuos por km/día.

#### 4.4.4.2. Análisis de la tasa de atropellamiento de la vía Tacarimena en época de lluvia y cobertura mixta

##### Ilustración 27

*Tasa de atropellamiento en la vía Tacarimena en época de lluvia y cobertura mixta.*

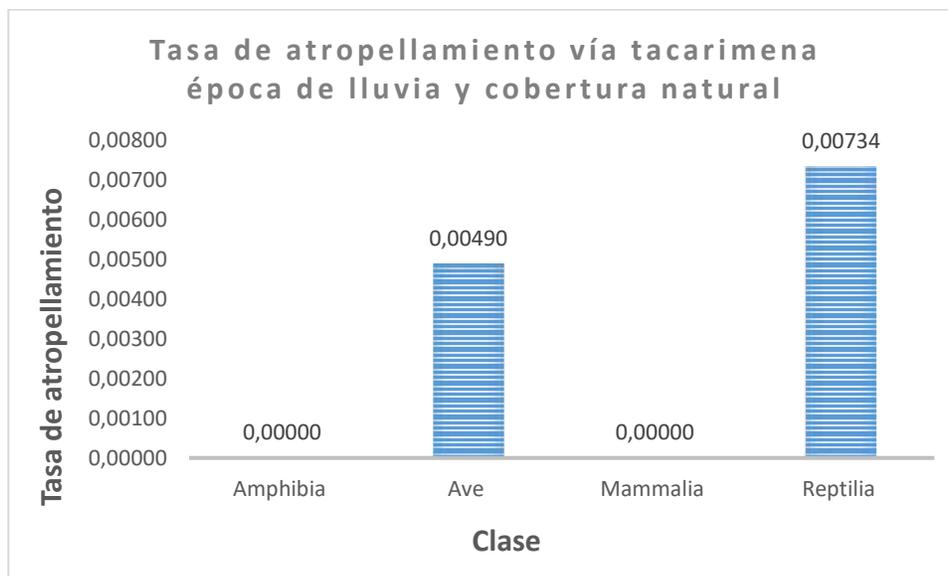


Para el análisis de la tasa de atropellamiento en la vía Tacarimena en época de lluvia y cobertura mixta se encontró un total de 9 individuos los cuales se dividieron en clase para la determinación de la tasa, dando como resultado; clase Amphibia 0,00734 individuos por km/día con un porcentaje de eventos 33%, Ave y Mammalia presentan una tasa de 0,00245 individuos por km/día con un porcentaje de 11%, y por último la clase Reptilia con una tasa de mortalidad de 0,00979 individuos por km/día y un porcentaje de incidencia 44%.

#### 4.4.4.3. Análisis de la tasa de atropellamiento de la vía Tacarimena en época de lluvia y cobertura natural

##### Ilustración 28

*Tasa de atropellamiento vía Tacarimena época de lluvia y cobertura natural.*

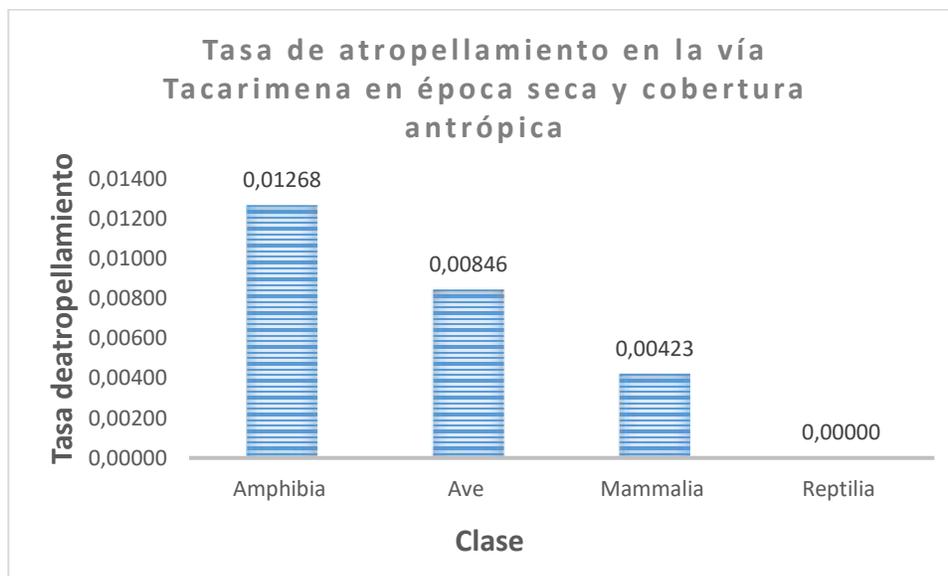


Para el análisis de la tasa de atropellamiento en la vía Tacarimena en época de lluvia y cobertura mixta se encontró un total de 5 individuos los cuales se dividieron en clase para la determinación de la tasa, dando como resultado; Ave presenta una tasa de 0,00490 individuos por km/día con un porcentaje de 40%, Reptilia con una tasa de mortalidad de 0,00734 individuos por km/día y un porcentaje de incidencia 60%, cabe resaltar que la clase Amphibia y Mammalia no presentan eventos.

#### 4.4.4.4. Análisis de la tasa de atropellamiento de la vía Tacarimena en época seca y cobertura antrópica

##### Ilustración 29

*Tasa de atropellamiento en la vía Tacarimena en época seca y cobertura antrópica.*

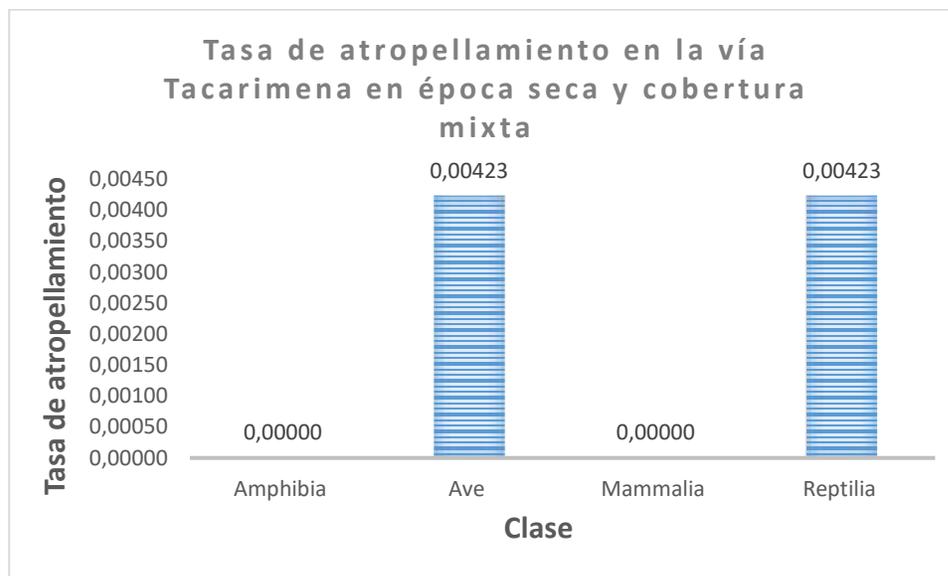


Para el análisis de la tasa de atropellamiento en la vía Tacarimena en época seca y cobertura antrópica se encontró un total de 6 individuos los cuales se dividieron en clase para la determinación de la tasa, dando como resultado; clase Amphibia 0,01268 individuos por km/día con un porcentaje de eventos 50%, Ave presenta una tasa de 0,000846 individuos por km/día con un porcentaje de 33%, Mammalia con una tasa de mortalidad de 0,00423 individuos por km/día y un porcentaje de incidencia 17%, cabe resaltar que la clase Reptilia no presentan eventos.

#### 4.4.4.5. Análisis de la tasa de atropellamiento de la vía Tacarimena en época seca y cobertura mixta

##### Ilustración 30

*Tasa de atropellamiento en la vía Tacarimena en época seca y cobertura mixta.*



Para el análisis de la tasa de atropellamiento en la vía Tacarimena en época seca y cobertura mixta se encontró un total de 2 individuos los cuales se dividieron en clase para la determinación de la tasa, dando como resultado; la clase Ave y Reptilia presentan una tasa de 0,00423 individuos por km/día con un porcentaje de 50% cada una, mientras que la clase Mammalia y Reptilia no presentan eventos.

#### 4.4.4.6. Análisis de la tasa de atropellamiento de la vía Tacarimena en época seca y cobertura natural

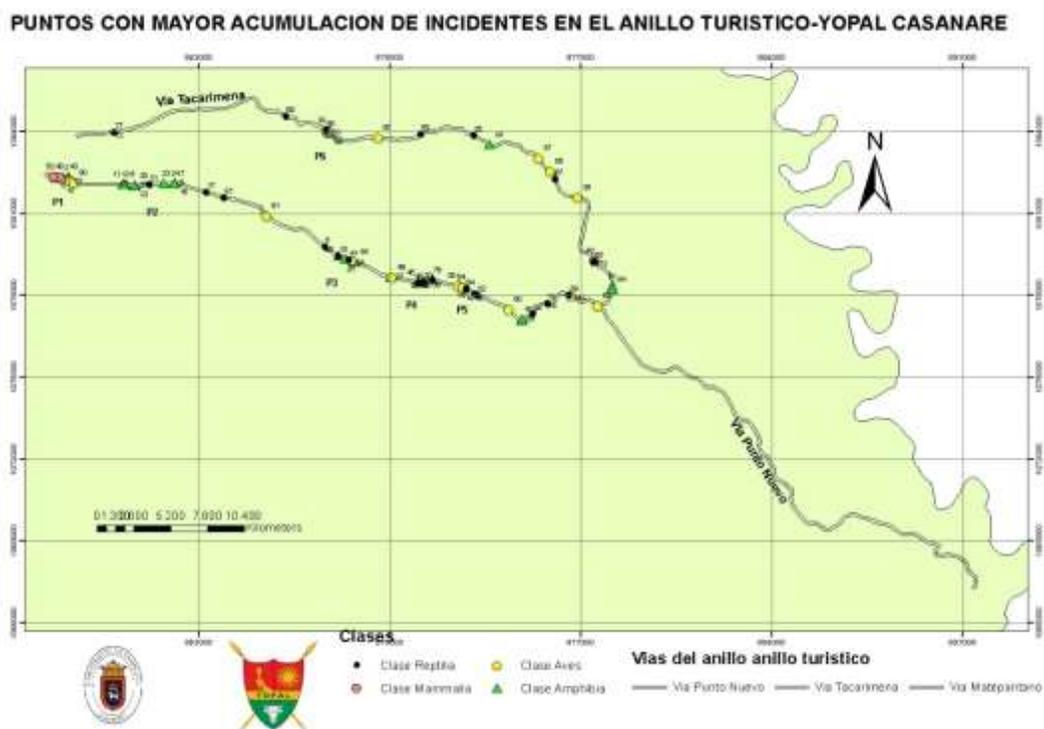
En la vía Tacarimena en época seca y cobertura natural no se encontraron eventos para ninguna clase, por lo que la tasa de mortalidad es 0 al no haber individuos encontrados sobre la vía.

#### **4.5. Identificación de puntos con mayor acumulación de incidentes**

En la identificación de los puntos con mayor número de incidentes a nivel general, se encontraron 6 puntos (Ilustración 32), distribuidos así: 5 en la vía Matepantano y 1 en la vía Tacarimena, el primero punto se encuentra en el kilómetro 1, según punto en el kilómetro 3-4, el tercer punto en el kilómetro 11, el cuarto punto crítico en el kilómetro 14, y el quinto punto en el kilómetro 16; ubicados en la vía Matepantano y la vía Tacarimena se observó un punto de acumulación de especie. Se obtuvo que en los kilómetros en los que se presentó mayor acumulación de especies afectadas son, el kilómetro 1 y el kilómetro 3-4 en la vía Matepantano con 10 individuos respectivamente; ambos puntos críticos se encuentran rodeados de cobertura mixta, cuerpos de agua, pasto limpio y cultivos transitorios.

### Ilustración 31

*Mapa para la identificación de los puntos donde se identificó la mayor acumulación de las especies afectadas.*



La tabla 1 Presenta las coordenadas geográficas de cada uno de los puntos donde mayor acumulación de individuos de observa por vía y por clase afectada.

Tabla 2

*Coordenadas geográficas de los incidentes por punto de acumulación.*

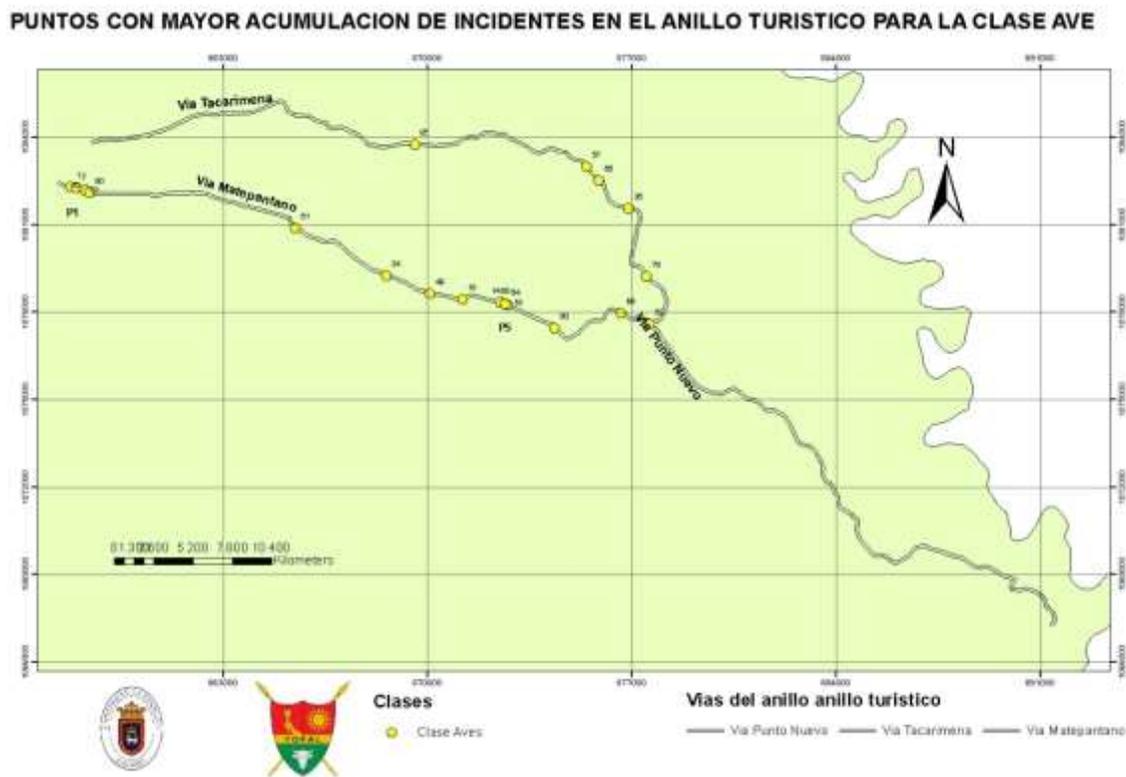
Punto donde ocurre mayor acumulación de indicentes					
Vía	Punto	Kilometro	Latitud	Longitud	Clase
Matepantano	Punto 1	kilometro 1	5° 20' 22"N	72° 21' 39"W	Mammalia
			5° 20' 22"N	72° 21' 39"W	Amphibia
			5° 20' 21"N	72° 21' 38"W	Ave
			5° 20' 21"N	72° 21' 38"W	Ave
			5° 20' 21"N	72° 21' 34"W	Mammalia
			5° 20' 20"N	72° 21' 32"W	Ave
			5° 20' 17"N	72° 21' 21"W	Amphibia
			5° 20' 22"N	72° 21' 42"W	Ave
			5° 20' 17"N	72° 21' 22"W	Ave
			5° 20' 15"N	72° 21' 17"W	Ave
	Punto 2	kilometro 3-4	5° 20' 14"N	72° 19' 17"W	Amphibia
			5° 20' 14"N	72° 19' 17"W	Amphibia
			5° 20' 13"N	72° 20' 18"W	Amphibia
			5° 20' 13"N	72° 20' 17"W	Amphibia
			5° 20' 14"N	72° 19' 17"W	Amphibia
			5° 20' 11"N	72° 20' 4"W	Amphibia
			5° 20' 11"N	72° 20' 3"W	Amphibia
			5° 20' 14"N	72° 19' 30"W	Amphibia
			5° 20' 14"N	72° 19' 17"W	Amphibia
			5° 20' 13"N	72° 19' 47"W	Reptilia
	Punto 3	kilometro 11	5° 20' 11"N	72° 20' 4"W	Amphibia
			5° 20' 11"N	72° 20' 4"W	Amphibia
			5° 20' 45"N	72° 12' 4"W	Ave
			5° 18' 48"N	72° 16' 2"W	Reptilia
			5° 18' 48"N	72° 16' 1"W	Amphibia
			5° 18' 45"N	72° 15' 53"W	Amphibia
	Punto 4	Kilometro 14	5° 18' 44"N	72° 15' 49"W	Reptilia
			5° 18' 43"N	72° 15' 47"W	Ave
			5° 18' 41"N	72° 15' 42"W	Amphibia
			5° 18' 16"N	72° 14' 27"W	Amphibia
			5° 20' 22"N	72° 21' 42"W	Mammalia
			5° 18' 16"N	72° 14' 23"W	Reptilia
			5° 18' 16"N	72° 14' 22"W	Ave
			5° 18' 17"N	72° 14' 20"W	Reptilia
			5° 18' 17"N	72° 14' 20"W	Mammalia
			5° 18' 19"N	72° 14' 14"W	Amphibia
	Punto 5	Kilometro 16	5° 18' 20"N	72° 14' 10"W	Reptilia
			5° 18' 20"N	72° 14' 9"W	Amphibia
			5° 18' 13"N	72° 13' 40"W	Ave
			5° 18' 13"N	72° 13' 38"W	Ave
			5° 18' 11"N	72° 13' 34"W	Ave
			5° 18' 10"N	72° 13' 31"W	Ave
5° 18' 9"N			72° 13' 30"W	Reptilia	
Punto 6	Kilometro 11	5° 18' 4"N	72° 13' 20"W	Reptilia	
		5° 18' 2"N	72° 13' 16"W	Reptilia	
		5° 21' 17"N	72° 16' 15"W	Mammalia	
		5° 21' 18"N	72° 16' 17"W	Reptilia	
		5° 21' 17"N	72° 16' 15"W	Mammalia	
Tacarimena	Punto 6	Kilometro 11	5° 21' 14"N	72° 16' 12"W	Amphibia

#### 4.5.1.1. Determinación de Punto de mayor acumulación por taxón

Para la clase Aves se encontró un total de 2 puntos de acumulación que se encuentran registrados en la vía Matepantano en los kilómetros 1, y el kilómetro 14. Estos puntos se encuentran asociados a cobertura mixta, cuerpos de agua, cultivos transitorios y pastos bajos donde existe la presencia de bovinos (Ilustración 33).

#### Ilustración 32

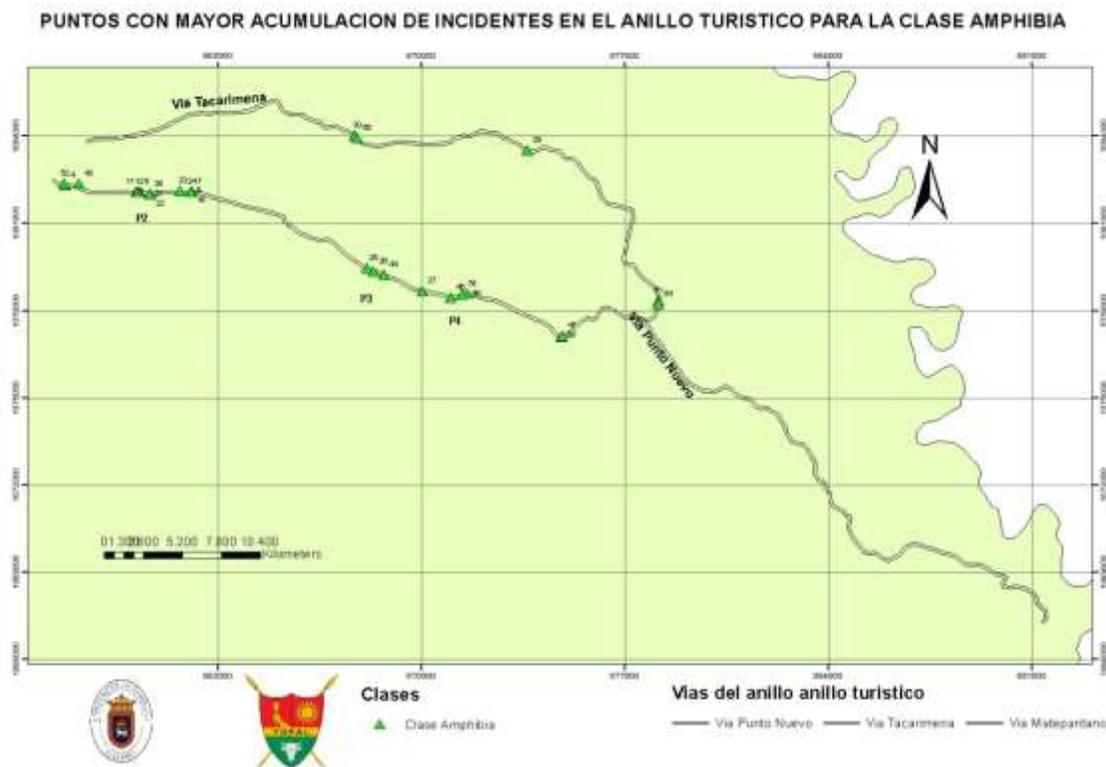
*Mapa atropellamientos para la clase aves.*



En cuento a la clase Amphibia se encontraron un total de 3 puntos de acumulación ubicados en la vía Matepantano, en los kilómetros 3-4, el kilómetro 11, y el kilómetro 14. La cobertura vegetal en esta zona se caracteriza por tener cobertura mixta, con presencia de agua, cultivos transitorios y asentamientos humanos (Ilustración 34).

### Ilustración 33

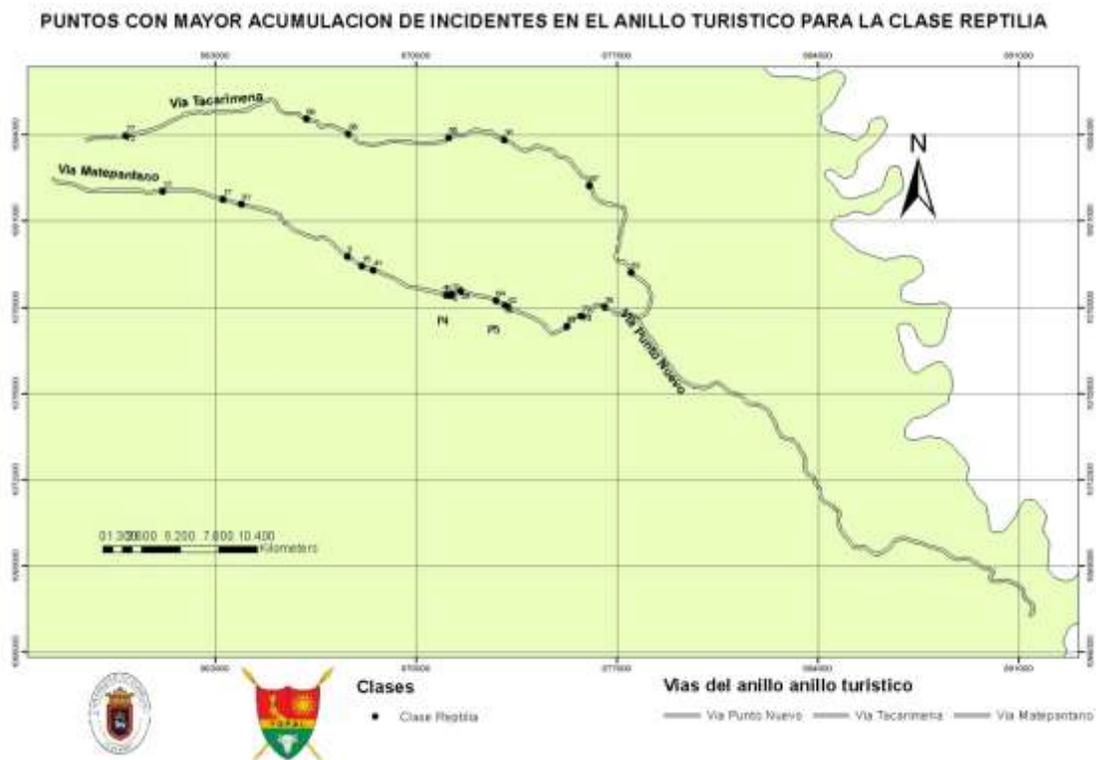
*Mapa de atropellamiento para la clase Amphibia.*



Para Reptilia se encontraron un total de 2 puntos acumulación (Ilustración 35), ubicados en la vía Matepantano en los kilómetros 14 y el kilómetro 16. se caracterizan con tener cobertura vegetan mixta- antrópica con presencia de cuerpos de agua, cultivos permanentes y transitorios, y asentamientos humanos.

### Ilustración 34

*Mapa de atropellamiento para la clase Reptilia.*



Por último, la clase Mammalia presentan un punto de acumulación en la vía Matepantano ubicado en el kilómetro 1 (ilustración 35), presenta cobertura vegetal mixta, con cuerpo de agua y presencia de pasto bajo.

### Ilustración 35

*Mapa de atropellamientos para la clase Mammalia.*



#### 4.6. Relación de las variables que influyen en la mortalidad de la fauna silvestre

Para el análisis estadístico se relacionan las variables de distancias a cuerpo de agua, velocidad indicada y tasa de atropellamiento en el anillo turístico, se utiliza el programa de SPSS que determina la normalidad de los datos y la correlación que existe entre ellos; para el análisis de la normalidad de los datos se tiene en cuenta una tasa de 85 datos, utilizando la prueba de normalidad de Kolmogórov-Smirnov que da como resultado datos no paramétricos.

**Tabla 3***Prueba de normalidad Kolmogórov-Smirnov.*

	Kolmogórov-Smirnov		
	Estadístico	gl	Sig.
Distancia a cuerpos de agua (m)	0,169	85	0,000
Velocidad indicada	0,411	85	0,000
índice kilométrico de abundancia grupo funcional	0,474	85	0,000

En la correlación de las variables se utilizó la prueba Rho de Spearman, se obtuvo como resultado que las variables de distancia a cuerpo de agua e índice kilométrico presentan una correlación negativa débil y con significancia de  $p=0,043$ .

**Tabla 4***Correlación de varianza prueba Rho de Spearman.*

			Distancia a cuerpos de agua (m)	Velocidad indicada	Índice kilométrico de abundancia
Rho de Spearman	Distancia a cuerpos de agua (m)	Coefficiente de correlación	1,000	-,101	-,220*
		Sig. (bilateral)		,356	,043
		N	85	85	85
	Velocidad indicada	Coefficiente de correlación	-,101	1,000	,100
		Sig. (bilateral)	,356		,364
		N	85	85	85
	Índice kilométrico de abundancia	Coefficiente de correlación	-,220*	,100	1,000
		Sig. (bilateral)	,043	,364	
		N	85	85	85

**4.6.1. Relación de la cobertura vegetal con el número de incidentes**

para el análisis de la relación que existe entre la cobertura vegetal y el número de atropellamientos a nivel general, se organizaron los datos por tipo de cobertura y número de atropellamiento que se presentaba en cada una en los días de recorrido, se determina primeramente que los datos son no paramétricos con una tasa de 43 datos, utilizando la prueba de normalidad de Kolmogórov-Smirnov.

**Tabla 5**

*Prueba de normalidad Kolmogórov-Smirnov para cobertura vegetal.*

	Kolmogórov-Smirnov		
	Estadístico	gl	Sig.
Cobertura vegetal	0,394	53	0,000
Número de incidentes	0,227	53	0,000

Se utiliza el análisis de varianza de Kruskal-Wallis para probar si el grupo de datos proviene de la misma población formulando la siguiente hipótesis.

Ho: los eventos presentados no tienen diferencia asociados al tipo de cobertura vegetal.

H1: los eventos presentados tienen diferencia asociados al tipo de cobertura vegetal.

**Tabla 6**

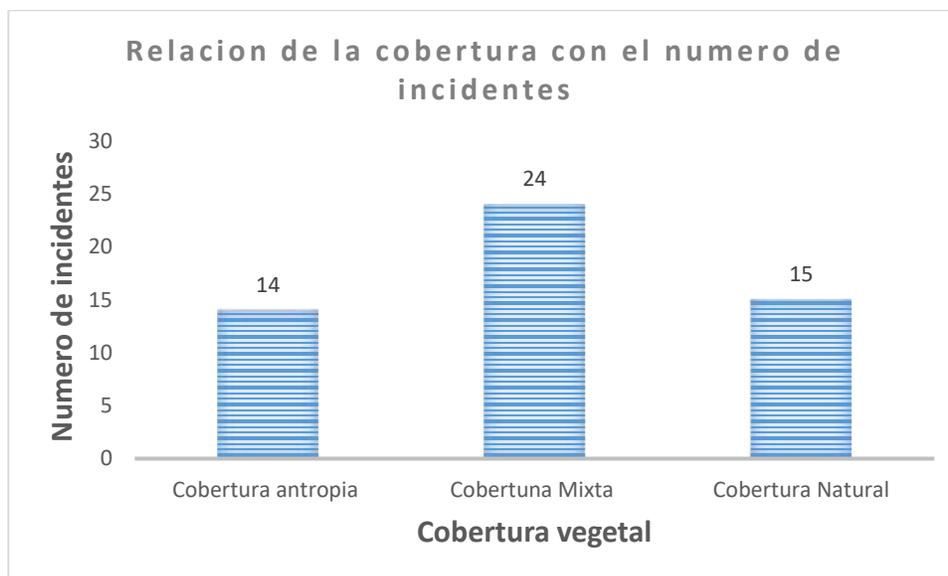
*Prueba de varianza de Kruskal-Wallis para cobertura vegetal.*

	Numero de eventos
Chi-cuadrado	7,010
gl	2
Sig. asintótica	0,030

Se obtuvo que con una probabilidad de error del 3% los eventos presentados tienen diferencia asociados al tipo de cobertura vegetal. El número de eventos por cobertura se distribuyó de la siguiente manera; cobertura mixta 24 eventos, cobertura natural 15 eventos y cobertura antrópica 14 eventos.

### Ilustración 36

*Relación de la cobertura vegetal con el número de incidentes.*



#### 4.6.2. *Relación de los grupos funcionales con el número de incidentes*

para el análisis de la relación que existe entre los grupos funcionales y el número de atropellamientos a nivel general, se organizaron los datos por tipo funcionalidad y número de atropellamiento que se presentaba en cada una en los días de recorrido, se determina primeramente que los datos son no paramétricos con una tasa de 42 datos, utilizando la prueba de normalidad de Kolmogórov-Smirnov.

**Tabla 7**

*Prueba de normalidad Kolmogórov-Smirnov por grupo funcional.*

	Kolmogórov-Smirnov		
	Estadístico	gl	Sig.
Grupo funcional	0,419	42	0,000
Número de incidentes	0,288	42	0,000

Se utiliza el análisis de varianza de Kruskal-Wallis para probar si el grupo de datos proviene de la misma población formulando la siguiente hipótesis.

Ho: los eventos presentados no asociados al grupo funcional.

H1: los eventos presentados tienen asociación al grupo funcional.

### Tabla 8

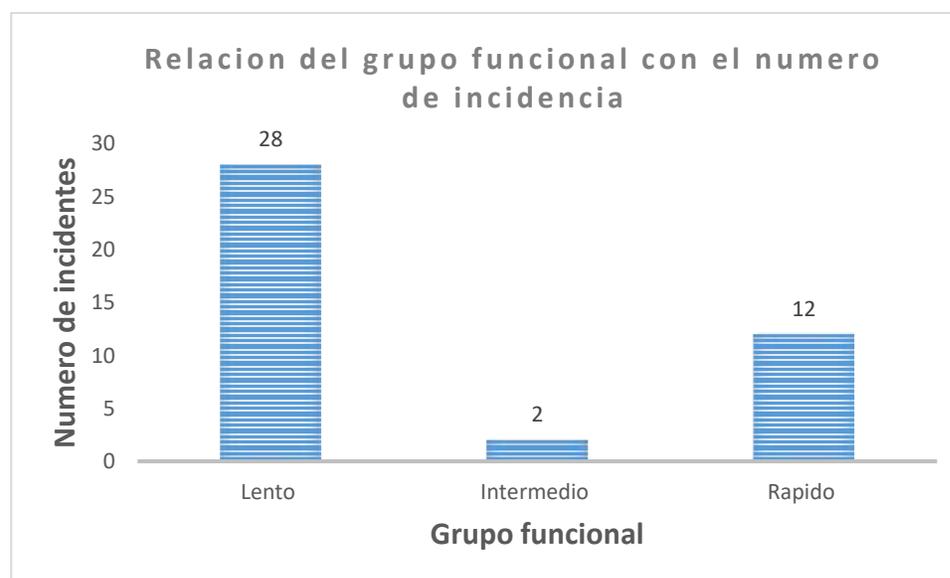
*Prueba de varianza de Kruskal-Wallis para grupo funcional.*

	Número de eventos
Chi-cuadrado	4,154
gl	2
Sig. asintótica	0,125

Se obtuvo que con una probabilidad de error del 12,5% que el número de eventos presentados están asociados al grupo funcional. El número de eventos por grupo funcional se distribuyó de la siguiente manera; lento 28 eventos, intermedio 2 eventos y rápido 12 eventos.

### Ilustración 37

*Relación del grupo funcional con el número de incidencia.*



#### **4.7. Estrategias para la prevención y control del atropellamiento de fauna silvestre**

en los tres primeros recorridos que se realizaron al área de estudio (Anillo turístico), se identificó que solo se cuenta con la presencia de dos avisos de avistamiento de fauna silvestre ubicados en la vía Matepantano en los kilómetros 15 y 16, mientras que las vías Tacarimena y Punto Nuevo no hay presencia de avisos que indiquen el cruce de fauna silvestre, con el objetivo de minimizar la problemática. Se plantea a la alcaldía de Yopal Casanare, Reforzar el número de señalización de advertencia y reductores de velocidad en puntos donde se acumuló el mayor número de individuos afectados por el tránsito vehicular, reduciendo el tema de la seguridad vial involucrada en la mayoría de los atropellamientos de animales en la vía, cuyo objetivo es alertar a los usuarios sobre el cruce y presencia de fauna silvestre en la calzada y que reduzca la velocidad del tránsito.

Para tener mayor efectividad en la instalación de los avisos como lo indica Rincon & Parra (2016), se deben aplicar paneles especiales para reforzar el mensaje de advertencia, así como modificar las imágenes en ellos de tal manera que generen mayor impacto al visualizarlos en la vía. Todas las señales deberán ajustarse a la normativa de señalización.

En los tramos en los que se detecte un alto grado de atropellamientos de fauna se puede reforzar la señalización mediante reductores de velocidad, las señales deben ir de fondo de color llamativo, incorporar señales luminosas preferiblemente destellantes.

la vía donde se presentó mayor accidentalidad fue la vía Matepantano ( 61 individuos), donde se determinaron cinco puntos cruciales que presentan el mayor número de individuos afectados; primer punto en el kilómetro 1, punto dos en el kilómetros 3-4 y el punto tres en el kilómetro 11, punto cuatro en el kilómetro 14 y punto cinco en el kilómetro 16, seguida la vía

Tacarimena con (23 individuos) con un punto ubicado en el kilómetro 11 y por último la vía Punto Nuevo ( 1 individuos) la cual no presenta acumulación de especies; de acuerdo a los análisis espaciales y temporales, la vía a priorizar en la vía Matepantano, donde el índice vehicular es de 540 vehículos / Hora y la velocidad establecida que oscila entre 60 km/ h y 30 km/ h, pero esta puede llegar a aumentar de acuerdo a las características de la vía que es su mayoría es recta. Se recomienda realizar estudios más específicos que determinen cuáles son los puntos críticos donde se deben instalar las medidas de mitigación para mitigar el atropellamiento de fauna silvestre en el anillo turístico y el grado de fragmentación de estos en sus hábitats para ello se tiene en cuenta si el uso del suelo es compatible con el desplazamiento de la fauna, presencias de formas de relieve que canalicen su desplazamiento, presencia de cursos de agua, información sobre rutas de desplazamiento habitual, información que puede proporcionar un experto (Rincon & Parra , 2016).

De acuerdo a las especies identificadas que se están viendo afectadas por el tráfico vehicular y sus características funcionales se proponen estrategias comúnmente implementadas que faciliten el paso seguro de la fauna silvestre; en el desarrollo de estas medidas se aplican diseños ingenieriles encaminados al manejo y conservación de la fauna.

#### ***4.7.1. Pasos para anfibios***

Los anfibios tienen requerimientos especiales, ya que no poseen con la capacidad de orientar sus movimientos buscando el acceso a los pasos de fauna, por lo tanto, las infraestructuras deben diseñarse para interceptar sus desplazamientos y conducirlos hacia los pasos seguros. La principal preocupación con los anfibios es que la infraestructura intercepta las rutas de migración periódica a sus zonas de reproducción, los pasos de anfibios deben instalarse principalmente en los pasos en que se intercepten las rutas en las que año tras año se presente

movimiento de la actividad natural de los anfibios. Por lo contrario, los anfibios accederán a la calzada y se generara un tramo con una muy alta concentración de atropellos. Puede elaborarse estructuras circulares pro son más convenientes los cuadradas o estilo cajón ya que sus paredes verticales facilitan el avance de los anfibios. Para la adecuación del paso la estructura no debe presentar ningún tipo de desnivel ni en las entradas ni en el interior del paso, deben contar con un buen sistema de drenaje para evitar su inundación (Patricia Rincon & Parra , 2016).

### **Ilustración 38**

*Paso de fauna para anfibios.*



**Fuente: Noticia de la junta de Andalucía.**

#### **4.7.2. Pasos para mamíferos**

Los pasos inferiores consiguen una alta efectividad para el paso de fauna y presentan más dificultades para conectar ecosistemas ya que permite un crecimiento limitado de la vegetación. La ubicación de estos debe coincidir con las rutas de desplazamiento de la fauna, estas estructuras deben tener un buen drenaje con el objetivo de evitar la inundación, preferiblemente la base del paso debe contener sustrato natural. Los pasos inferiores también

pueden ser esféricos, dependerá de las condiciones topográficas del lugar (Rincon & Parra , 2016).

### **Ilustración 39**

*Estructura de paso seguro para mamíferos.*



*Fuente: Guía Técnica de construcción paso de fauna de España.*

## CAPITULO V

### Conclusiones y recomendaciones

#### 5.1. Conclusiones

Mediante la revisión literaria a nivel nacional e internacional se adaptó una metodología que permitiera captar los principales elementos de información en atropellamiento de fauna silvestre, fueron tomados en cuenta lo propuesto por (Arroyave, 2006; Bareiro, 2019; De La Ossa, 2015; Hernández J., 2000). La metodología permitió la caracterización de área de estudio, así como la recolección de información espacial, temporal y las características de la fauna afectada por la colisión vehicular, para establecer las zonas que concentran mayor número de atropellamientos.

Se registro un total de 85 ejemplares atropellados sobre la calzada pertenecientes a 23 especies, para Amphibia, Aves, Reptilia y Mammalia, para un muestreo de 30 días en los meses de febrero a mayo, las especies más afecta fueron *Rhinella marina* con 28 individuos, *Leptodeira annulata* con 10 individuos y *Athene cunicularia* con 10 individuos, el orden que mayor biodiversidad presenta es el de ave encontrando Passeriformes, Strigiformes, Apodiformes, Cathartiformes, Passeriformes, Caprimulgiformes, Columbiformes, Passeriformes y dos individuos que no se pudieron identificar debido a las condiciones en las que se encontraban, el orden que presento menor número de colisiones fue el Mammalia debido a que solo se encontró una familia, un género y una especie correspondiente *Didelphis marsupialis* con 5 individuos.

Se puede decir que en época de lluvia la clase más afectada es Reptilia en la cobertura mixta presenta una tasa de mortalidad de 0,00715 individuos/ km\* día, esta clase se caracteriza por la búsqueda de capas al falticas para calentarse y esto provoca el aumento de accidentalidad

en las épocas de lluvia, ya que este se calienta durante el día mucho más que la vegetación o la tierra, la especie más abundante fue *Leptodeira annulata* con 11 individuos identificados, y en la época seca muestra que la clase amphibia se ve mayormente afectada en cobertura mixta con una tasa de 0,01010 individuos/ km<sup>2</sup> día, la especie que más colisión vehicular presenta en la *Rhinella marina* con 9 individuos identificados, se puede determinar que el aumento de la tasa se debe a que en esta estación hay menos cuerpos de agua disponibles, obligando a que la especie se traslade para la reproducción. Ya que esta especie puede reproducirse en charcos temporales o en cuerpos de agua permanentes (Salcedo, 2020).

En la identificación de los puntos donde mayor acumulación de especies se están viendo afectas se determinaron 6 puntos, cinco en la vía Matepantano ubicados de la siguiente forma punto uno en el kilómetro 1, punto dos en el kilómetro 3-4, punto tres en el kilómetro 11, punto cuatro kilómetros 14 y punto cinco kilómetro 16; en la vía Tacarimena en el kilómetro 11. La vía Matepantano presenta la mayor acumulación de la especie con 61 individuos y la vía Tacarimena con 23 individuos, los puntos de acumulación en general se encuentran asociados a cobertura mixta es decir fuentes hídricas, pasto limpio y de uso agrícola junto con sectores antrópicos. Al no contar con un comparativo, y una base de datos mas extensa que nos permita identificar que los puntos de acumulación son puntos críticos donde se deban implementar las medidas de mitigación ingenieriles, se le recomienda a la entidad gubernamental ampliar la investigación.

Con el análisis estadístico de los datos obtenidos se puede afirmar que se obtuvieron datos no paramétricos, la variable de la cercanía de los cuerpos de agua y el índice kilométrico presentaron una relación significativa débil negativa, lo que indica que a medida que aumenta la distancia, el índice kilométrico es menor. Cabe resaltar que las variables que se tuvieron en cuenta pueden variar de acuerdo a el tiempo de estudio y los datos obtenidos en cada muestreo.

Los análisis de varianza para la cobertura vegetal y los grupos funcionales, muestran que la cobertura que mayor acumulación de incidentes registra es la cobertura mixta con 24 incidentes, la diferencia es de un orden de 9 a comparación de la cobertura natura que presenta 15 incidentes y la cobertura antrópica 14 incidentes, que se diferencian de un orden de 1. El grupo funcional con mayores incidentes son los lentos con 28 incidentes.

## **5.2. Recomendaciones**

1. Aumentar las investigaciones sobre el atropellamiento de fauna silvestre para obtener mejores resultados y propuestas de mitigación eficientes que ayuden a mitigar la problemática, Se debe recordar que el estudio del atropellamiento de fauna no solo tiene importancia en la conservación de los animales, también es un tema de accidentalidad vehicular, donde los seres humanos se ven afectados física, como económicamente; por tanto, se debe avanzar en la investigación de las amplias consecuencias que trae el atropellamiento de fauna a nivel general.

2. Pedagogía vial: campañas de concientización que informen a los conductores y usuarios de la vía sobre la importancia de la conservación de la fauna silvestre, y la problemática asociada por el atropellamiento de especies, con la ayuda de panfletos o con las instituciones encargadas de la enseñanza de manejo.

3. Aumentar la adecuación y señalización del paso de la fauna, con señales de tránsito fáciles de identificar y de disminución de velocidad en los puntos donde se presente mayor acumulación de especies. Tener luces sensibles e indicador a lo largo de la carretera que podría servir tanto para la fauna como para la seguridad de los usuarios de la vía.

4. Se debe tener en cuenta las características de los animales afectadas y de las vías para implementar las medidas de forma eficiente que ayuden a disminuir el impacto de los atropellamientos.

## CAPITULO VI

### 6.1. Referencias

- Acebo, J. A. (2020). Mortalidad de fauna silvestre en la carretera 483 tramo . *Universidad estatal del sur de Manibi* .
- Arango. (Sabado de Mayo de 2016). *Wiki Aves de Colombia*. Obtenido de [https://www.icesi.edu.co/wiki\\_aves\\_colombia/tiki-index.php?page=Mochuelo+Terrero+-+Athene+cunicularia](https://www.icesi.edu.co/wiki_aves_colombia/tiki-index.php?page=Mochuelo+Terrero+-+Athene+cunicularia)
- Arroyave, M. d. (2006). Impactos de las carreteras sobre las faunas silvestre y sus principales medidas de manejo. *Revista EIA*, 6.
- Bareiro, C. G. (2019 ). *Atropellamiento de fauna en un tramo de la ruta Villeta- Alberdi, Central Paraguay* . Paraguay : Universidad Nacional de Asuncion .
- Bauni , V. (2017). Mortalidad de fauna silvestre por atropellamiento en el bosque Atlantico del alto Parana, Argentina . *Revista Cientifica De Ecologia y Medio ambiente* , 54-66.
- Bedoya, H. A. (2019 ). Aplicación y evaluación de una propuesta metodológica para la determinacion del impacto de la infraestructura vial sobre la mirtalidad de fauna silvestre en el Valle de Aburra y el Oriente Antioqueño. *Institucion Universitaria* , 1-127.
- Bustamante , A., & Jarramillo , J. (2021). Acercamiento a la mortalidad vial de insectos. *Revista sostenibilidad* , 49.
- Canovas, A. C. (2011). *El transporte internacional por carreteras* . Barcelona : Marge Books.
- Castillo , C., & Urmendez , D. (2015). Mortalidad de fauna por atropellamiento vehicular en un sector de la via Panamericana entre Popayan y Patia. *Boletil Cientifico* , 207-219.
- Contrera, O. (2018). La gestion ambiental y su impacto en el desarrollo de la actividad productiva . *universidad de paula santander* .

- Corporinoquia. (23 de Febrero de 2016). *Corporinoquia* . Obtenido de Corporinoquia :  
<https://www.corporinoquia.gov.co/index.php/normas-sobre-fauna-silvestre.html>
- De La Ossa, V. J.-N.-B. (2015). atropellamiento de fauna silvestre. *Revista colombiana de ciencia animal*.
- Dirven , B. B., Pérez, R., Cáceres, R. J., Tito, A. T., Gómez , R. K., & Ticona, A. (2018). *El desarrollo rural establecido en las áreas Vulnerables*. Lima: Colección Racso.
- Dudley, N. (2008). Directrices para la aplicacion de las categorias de gestion de areas protegidas . *UICN, Gland, suiza*, 10.
- Ellison , A., & Buckley, H. (2004). Variación morfológica en *Sarracenia purpurea* (Sarraceniaceae): correlatos geográficos, ambientales y taxonómicos. *American Journal of Botany*, 1930-1935.
- Filius , J., & van der Hoek, Y. (2020). Wildlife roadkill patterns in a fragmented landscape of the Western Amazon. *Original Research*, 1-12.
- Guerrero, J. B. (2014). *sucesos de transito*. Obtenido de  
[https://www.mpfm.gob.pe/escuela/contenido/actividades/docs/4176\\_accidentes\\_tran\\_origi nal.pdf](https://www.mpfm.gob.pe/escuela/contenido/actividades/docs/4176_accidentes_tran_origi nal.pdf)
- Huijser, A. P. (2011). *Manual, diseño y evaluación de estructuras de cruce de vida silvestre en América del Norte*. Estados unidos .
- Kindel, A., Zimmermann Teixeira, F., & Oliveira Gonçalves, L. (2017). Following the “why? what? and how?” schema to improve road-kill evaluation in environmental impact assessments of southern Brazil. *Oecologia Australis*, 257-264.
- Margarita Baena, S. J. (2003). *Conservación In Situ de la diversidad vegetal en areas protegidas y en fincas* . Cali Colombia : Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos.

- Mena , C., Ormazába, Y., & Morales, Y. (2011). Indices de area verde y cobertura vegetal para la ciudad de Parral ( Chile ), mediante fotointerpretacion y SIG. *Ciencia forestal* , 521-531.
- Patricia Rincon , D., & Parra , V. (2016). *Guia general para el manejo de fauna atropellada en vias en concesion ( Tramo 2 autopista Bogota- Villeta*. Bogota: Universidad Distrital Francisco Jose De Caldas.
- Rincon , D., & Parra , V. (2016). *Guia general para el manejo de fauna atropellada en vias en concesion ( tramo 2 autopista Bogota- Villeta)[Monografia de pregrado ,Universidad distrital Francisco Jose De Caldas]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/22927/FAUNA%20viviana.pdf;jsessionid=8B8BE3BB06C284CD6825FE09CC59DB5C?sequence=6>
- Rincon, D. p. (2016). *Guia general para el manejo de fauna atropellada en vias en coneseccion( Tramo 2 autopista Bogota-Villeta)*. BOGOTA.
- Sabbatella, I. (2009). Crisis ecológica y subsunción real de la naturaleza al capital . *Revista de Ciencias Sociales* , 68-90 .
- Salcedo, P. N. (2020). Anfibios y reptiles de Colombia *Rhinella marina* 8 ( Linnaeus, 1958) Fotografia. *ResearchGate*, 63-72. Obtenido de <file:///C:/Users/Laura/Downloads/2020RhinellamarinaCatlogoACH.pdf>
- Sanz, L., & Serrano , M. (2001 ). Los efectos de las carreteras sobre los vertebrados terrestres . *Revista de Zoologia y Ecologia, Unversidad de Navarra* , 51-57.
- Sean, M. (2015). Recomendaciones para el diseño de cruces de camino para jaguares presentacion para jaguares . *ResearchGate*.

- Smith Guerra, P., & Romero Aravena , H. (2009). Efectos del crecimiento urbano del Área Metropolitana de Concepción sobre los humedales de Rocuant-Andalién, Los Batros y Lenga. *Revista de Geografía Norte Grande*, 81-93.
- Tovar, G. L. (1986). *El asentamiento y la segregación de los Blancos y Mestizos*. Bogotá: Cengage.
- Vélez, C. A. (2014). Adiciones al atropellamiento vehicular de mamíferos en la vía de escobarero Envigado(Antioquia -Colombia). *EIA.Esc.Ing.Antioquia* .
- Zaballo Zurilla , M. (2020). Ruido y medio natural, especial referencia a los espacios naturales protegidos . *Revista de la Escuela Jacobea de Posgrado*, 79-92.

## ANEXOS

### Anexo 1

#### *Registro fotográfico de la fauna atropellada*



Toma de fotografías para la identificación.



Identificación de clase

**Anexo 2***Tomas de medidas y determinación de características*

Demarcación de área donde fue encontrada en animales impactado.



Toma de longitud e identificación de características

Anexo 3

Registro de fauna muerta.

REGISTRO DE FAUNA MUERTA											
FECHA	HORA	ESPECIE	NOMBRE COMUN	COORDENADA	TRAMO	KILOMETROS	LADO DE LA VIA	TIPO DE COBERTURA	VELOCIDAD MAX PERMITIDA	TIEMPO DE INCIDENCIA	SEXO
13/01/2011	7:22 AM	Añejo	Muneco	17° 16' 11" N 101° 11' 30" W	Via Molayucan	15.83 Km	Derecho	Ena de cultivo y pasto muy bajo	60 Km	1 día	
15/02/2011	6:08 AM	Chachalaca	Chapante	17° 15' 16" N 101° 11' 25" W	Via Molayucan	11.26 Km	Izquierda	Paso bajo y zona de vivienda	60 Km	1 a 2 días	
18/02/2011	6:30 AM	Plumbeo	Sapo	17° 18' 19" N 101° 11' 15" W	Via Molayucan	4.83 Km	Izquierda	Campo de agua cruda	60 Km		
18/02/2011	6:50 AM	C. Cocotillo	Babilillo	17° 18' 19" N 101° 11' 15" W	Via Molayucan	6 Km	Izquierda	Cultivo y campo de agua	60 Km	2 a 3 días	23 cm
18/02/2011	7:10 AM	Añejo	Muneco	17° 16' 11" N 101° 11' 30" W	Via Molayucan	14.48 Km	Derecho	Seguimiento de cultivo			28 cm
18/02/2011	7:20 AM	Añejo	Muneco	17° 16' 11" N 101° 11' 30" W	Via Molayucan	6.02 Km	Izquierda	Cerca del cultivo	60 Km		23 cm
18/02/2011	7:45 AM	Añejo	Fufo	17° 16' 11" N 101° 11' 30" W	Via Molayucan	6.98 Km	Izquierda	Cerca del cultivo, cerca de casa de campo	30 Km		
21/02/2011	7:46 AM	Chachalaca	Sapo	17° 20' 11" N 101° 20' 11" W	Via Molayucan	3.4 Km	Izquierda	Campo de agua, zona de vivienda	60 Km	2 a 3 días	15 cm
22/02/2011	7:42 AM	Plumbeo	Sapo	17° 20' 11" N 101° 20' 11" W	Via Molayucan	3.4 Km	Izquierda	Campo de agua, zona ganadera	60 Km	2 a 3 días	20 cm
24/02/2011	7:50 AM	Plumbeo	Sapo	17° 20' 11" N 101° 20' 11" W	Via Molayucan	4.15 Km	Izquierda	Campo de agua cerca de casa	60 Km	1 día	23 cm
24/02/2011	8:02 AM	Chachalaca	Sapo	17° 20' 11" N 101° 20' 11" W	Via Molayucan	4.83 Km	Izquierda	Cerca de agua	60 Km	1 día	23 cm
24/02/2011	8:05 AM	Plumbeo	Sapo	17° 18' 19" N 101° 11' 15" W	Via Molayucan	11.26 Km	Izquierda	V. zona, cultivo pasto, casa	60 Km	1 día	23 cm
24/02/2011	8:20 AM		Kana	17° 16' 11" N 101° 11' 30" W	Via Molayucan	11.50 Km	Izquierda	Cerca de cultivo	60 Km	1 día	12 cm
26/02/2011	6:02 AM	Plumbeo	Sapo	17° 18' 19" N 101° 11' 15" W	Via Molayucan	15.32 Km	Izquierda	Cerca de cultivo campo de agua	60 Km		22 cm

## Anexo 4.

### Base de datos de la ruta del anillo turístico.

REGISTRO DE FAUNA																	
REGISTRO FOTOGRAFICO	FECHA	HORA	NOMBRE COMUN	ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE	LONGITUD	COORDENADA	TRAMO	KILOMETRO	LADO DE LA VIA	TIPO DE COBERTURA	COBERTURA	DISTANCIA CUERPO DE AGUA	VELOCIDAD DEL TRAMO	TIEMPO DE INCIDENCIA
Serpiente	29/03/2021	6:56 a. m.	Serpiente	Squamata	Colubridae	Leptodeira	L. annulata	40 cm	5° 20',13" N 72° 19',47" W	Via matepantano	3,9 km	Derecha	Izquierda Derecha	mixtas	359 m	60 km	1 día
Serpiente	29/03/2021	7:37 a. m.	Serpiente	Squamata	Colubridae	Leptodeira	L. annulata	50 cm	5° 18',4" N 72° 13',20" W	Via matepantano	16,4 km	Derecha	Izquierda Derecha	mixtas	383 m	60 km	1 día
Murruco	29/03/2021	8:42 a. m.	Murruco	Strigiformes	Tytonidae	Athene	A. cunicularia	28 cm	5° 21',10" N 72° 20',17" W	Via Taxarimena	18,6 km	Derecha	Izquierda Derecha	antropica	853 m	30 km	1 día
Colobri	31/03/2021	6:46 a. m.	Colobri	Apodiformes	Trochilidae	Colibri		7 cm	5° 18',43" N 72° 15',47" W	Via matepantano	11,7 km	Izquierda	Izquierda Derecha	Mixtas	620 m	60 km	1-2 días
Iguana	31/03/2021	7:40 a. m.	Iguana	Squamata	Iguanidae	Iguana	I. iguana	80 cm	5° 21',12" N 72° 13',21" W	Via Taxarimena	7,6 km	Izquierda	Izquierda Derecha	mixtas	285 m	30 km	1 día
Chulo	31/03/2021	8:06 a. m.	Chulo	Cathartiformes	Cathartidae	Coragyps	C. atratus	60 cm	5° 19' 58." N 11' 17" W	72° Via Taxarimena	18,3 km	Izquierda	Izquierda Derecha	mixtas	613 m	30 km	1-2 días
Sapo	31/03/2021	8:26 a. m.	Sapo	Anura	Bufoidea	Rhinella	R. marina	20 cm	5° 20',11" N 72° 20',4" W	Via Taxarimena		Izquierda	Izquierda Derecha	antropica	247 m	30 km	1 día
Sapo	2/04/2021	7:41 a. m.	Sapo	Anura	Bufoidea	Rhinella	R. marina	20 cm	5° 20',11" N 72° 20',4" W	Via Taxarimena	13,64 km	Derecha	Izquierda Derecha	mixtas	247 m	30 km	1 día
Serpiente	2/04/2021	8:07 a. m.	Serpiente	Squamata	Colubridae	Leptodeira	L. annulata	43 cm	5° 18' 2" N 11' 27" W	72° Via matepantano	19,7 km	Izquierda	Izquierda Derecha	mixtas	146 m	60 km	1 día
Canario	2/04/2021	8:19 a. m.	Canario	Passeriformes	Emberizidae	Sicalis	S. flaveola	11 cm	5° 18' 58" N 18' 58" W	72° Via matepantano		Derecha	Izquierda Derecha	antropica	889 m	30 km	1-2 días
Iguana	2/04/2021	8:33 a. m.	Iguana	Squamata	Iguanidae	Iguana	I. iguana	50 cm	5° 18',44" N 72° 15',49" W	Via matepantano	11,7 km	Derecha	Izquierda Derecha	mixtas	1,90 km	60 km	2-3 días

## Anexo 5

### Registro de la densidad vehicular.

REGISTRO DE LA DENSIDAD VEHICULAR						
Registros por vía (t= 15 minutos)						
Salida	Vía	Hora	Carros Livianos	Motos	Carros pesados	Registro
<b>Salida 1 12 de Mayo del 2021</b>	Vía Matepantano	6:45 am - 7 : 00 am	28	119	5	152
	Vía Tacarimena	7:50 am- 8:05 am	11	13	1	25
	Vía Punto Nuevo	7:50 am- 8:05 am	0	6	1	7
<b>Salida 2 14 de mayo del 2021</b>	Vía Matepantano	6:30 am- 6:45 am	53	64	1	118
	Vía Tacarimena	8:17 am-8:32 am	6	8	1	15
	Vía Punto Nuevo	8:17 am-8:32 am	2	9	1	11