

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN
DIRECCIÓN DE PROYECTOS



Informe Final

**Estrategias para la conservación de poblaciones
de mamíferos silvestres en rutas turísticas de
acceso al cantón de Sarapiquí**

Escuela de Ciencias y Letras, Sede San Carlos

Licda. Vanessa Carvajal Alfaro

Licda. Fátima Díaz Quesada

M.B.A. Roberto Gallardo Loria

2010

Tabla de Contenidos

CONTENIDO	PÁGINA
Índice de Cuadros.....	3
Índice de Figuras.....	4
Resumen Ejecutivo.....	6
Introducción.....	7
Objetivo General.....	13
Objetivo Específico.....	13
Metodología.....	14
Resultados.....	18
Discusión.....	46
Recomendaciones.....	63
Bibliografía.....	64
Apéndices.....	67

Índice de Cuadros

CUADRO	PÁGINA
Cuadro 1. Reporte de mamíferos muertos por atropello en tres lugares del mundo.	11
Cuadro 2. Plantilla utilizada para contabilizar número y tipo de vehículos en las localidades de San Miguel, la Virgen y Horquetas.	15
Cuadro 3. Lista de las especies atropelladas y su estimado de muerte por cada 100 kilómetros en las ruta de estudio.	20
Cuadro 4. Número y tipo de vehículos que circulan en una hora en las localidades de San Miguel, la Virgen y Horquetas.	29
Cuadro 5. Lista de las escuelas aleñadas a la ruta de estudio donde se ejecutó el plan de educación ambiental.	38

Índice de Figuras

FIGURA	PÁGINA
Figura 1. Ubicación de zona de estudio	17
Figura 2. Número de animales atropellados contabilizados en la ruta de estudio durante 2008 y 2009	18
Figura 3. Número y nombre común de mamíferos silvestres registrados atropellados en carretera en la ruta de estudio.	18
Figura 4. Número y nombre común de mamíferos silvestres registrados atropellados en carretera en la ruta de estudio y su distribución en los años 2008 y 2009.	19
Figura 5. Distribución mensual de las cuatro especies con mayor número de atropellos en la ruta de estudio.	21
Figura 6. Número y porcentaje de mamíferos atropellados según el tipo de hábitat aledaño a la ruta de estudio.	22
Figura 7. Porcentaje de atropellado de zorro pelón, según el tipo de hábitat aledaño ala ruta de estudio.	22
Figura 8. Porcentaje de armadillos atropellados, según el tipo de hábitat aledaño ala ruta de estudio.	23
Figura 9. Porcentaje de zorros hediondos atropellados, según el tipo de hábitat aledaño a la ruta de estudio.	23
Figura 10. Número de individuos atropellados por localidades para las cuatro especies con mayor incidencia de muerte en la ruta de estudio.	24
Figura 11. Uso de suelo y ubicación de muertes de animales silvestre por atropello, a lo largo de la ruta de estudio, durante el año 2009.	26
Figura 12. Abundancia de muertes de animales silvestre por atropello, a lo largo de la ruta de estudio, durante el año 2009.	27
Figura 13. Riqueza de muertes de animales silvestre por atropello, a lo largo de la ruta de estudio, durante el año 2009.	28
Figura 14. Segmento característico de la carretera donde se registra mayor número de atropellos.	25

Índice de Figuras

FIGURA	PÁGINA
Figura 15. Fuentes de contaminación de aire emitida por vehículos.	30
Figura 16. Diferentes tipos de pasa fauna recomendados para vida silvestre.	31
Figura 17. Paso subterráneo recomendado para mamíferos pequeños, anfibios y reptiles elaborado con tubos de concreto.	31
Figura 18. Pasa fauna subterráneo para mamíferos medianos y pequeños.	31
Figura 19. Tortuga tratando de cruzar la carretera en la ruta de estudio.	32
Figura 20. Construcción de pasa faunas subterráneos, para mamíferos pequeños.	33
Figura 21. Pasa fauna natural existente en algunos segmentos de la carretera en el área de estudio.	34
Figura 22. Diagrama ilustrativo de las variables que se deben considerar a la hora de propiciar la utilización de pasa faunas naturales.	35
Figura 23. Diferentes tipos de señales utilizadas para alertar sobre animales silvestres en la vía.	36
Figura 24. Diferentes tipos de señales con iluminación artificial utilizadas para alertar sobre animales silvestres en la vía.	36
Figura 25. Señales utilizadas para alertar a los conductores sobre animales silvestres en la vía en la localidad de Upala.	37
Figura 26. Niño de la Escuela Corazón de Jesús jugando “El Cajón del Descubrimiento”.	39
Figura 27. Niños de la Escuela Corazón de Jesús jugando “Cruzando la Carretera”.	40
Figura 28. Niños de la Escuela La Guaria jugando “Peligros de la Carretera”.	41
Figura 29. Actividad de divulgación del proyecto en la Estación Biológica La Selva.	45

Estrategias para la conservación de poblaciones de mamíferos silvestres en rutas turísticas de acceso al cantón de Sarapiquí

Licda. Vanessa Carvajal Alfaro, Investigadora Principal¹

Licda. Fátima Díaz Quesada, Investigadora²

M.B.A. Roberto Gallardo Loria, Investigador¹

¹Escuela de Ciencias y Letras, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Sede San Carlos, Ciudad Quesada 4400-223. Fax: (506) 24 75 53 95

² Colegio Científico Costarricense. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Sede San Carlos, Ciudad Quesada 4400-223. Fax: (506) 24 75 57 37

Resumen:

En los últimos años se ha incrementado la preocupación y el interés por determinar los efectos negativos y las acciones de mitigación ante el impacto de las redes viales en el medio ambiente. El objetivo del presente proyecto fue Implementar estrategias para la conservación de poblaciones de mamíferos silvestres que son vulnerables a ser atropellados en rutas turísticas de acceso al cantón de Sarapiquí.

El número de mamíferos silvestres atropellados se registró por método de conteos directos a lo largo de la ruta 126 desde San Miguel de Sarapiquí hasta la Virgen (red vial secundaria) siguiendo la ruta 4 desde Chilamate, Puerto Viejo, El Tigre, Horquetas, San Jorge hasta Santa Clara para un área de estudio de 63, 5 kilómetros.

Se realizaron dos monitoreos mensuales entre 6:00 a.m. y 9:00 a.m. Se identificaron y registraron mensualmente en una base de datos. Se determinaron los segmentos de la carretera con más decesos. Se georeferenciaron con un GPS Garmin 76Cx, durante el año 2009. Se elaboró un mapa de uso de suelo, se determinaron los segmentos de bosque menos y mayores a 10 hectáreas a ambos lados de la carretera, y se colocaron los puntos de muerte de las especies encontradas atropelladas durante el 2009. Se elaboró un plan de Educación Ambiental con las actividades que fueron implementadas a 146 niños, de escuelas cercanas a la ruta de muestreo.

Se realizaron un total de 39 muestreos de campo, para un área de muestreo de 2476,5 kilómetros, en este período se contabilizaron e identificaron un total de 231 animales atropellados en la carretera, de los cuales 91 corresponden a mamíferos silvestres, 55 atropellos se registraron durante el año 2008 y 36 en el año 2009.

Se encontraron 91 mamíferos silvestres, se identificaron un total de 86 individuos, estos se distribuyen en cinco órdenes, siete familias y ocho especies. Dos especies el zorro pelón (*Didelphis marsupiales*) y el armadillo (*Dasyus novemcinctus*) son las especies que más se encontraron muertas por atropello con un total de 62 individuos, existe una clara dominancia de la especie *Didelphis marsupiales* que registro más de la mitad de los atropellos. El segmento de la carretera comprendido entre el Cruce Santa Clara y Horquetas, sería la prioridad para establecer pasa faunas elevados.

Si bien es cierto la mortalidad de individuos es el efecto más notorio, las carreteras y el flujo vehicular, tiene numerosas consecuencias sobre la vida silvestre.

Palabras clave: Mamíferos, impactos del turismo, parches de bosque, fragmentación de fauna, atropellos.

INTRODUCCIÓN

Si bien es cierto las carreteras o redes viales han sido consideradas como símbolos o progreso para los pueblos, al favorecer el desplazamiento y las actividades económicas a través del intercambio comercial, éstas pueden en algunos casos, tener efectos negativos sobre el medio ambiente al interrumpir áreas boscosas, aislar remanentes de bosque, compactar suelos durante su construcción, causar contaminación fónica, y contaminación de aguas, entre otras.

En los últimos años se ha incrementado la preocupación y el interés por determinar los efectos negativos y las acciones de mitigación ante el impacto de las redes viales en el medio ambiente. Uno de los parámetros más obvios en investigaciones de la “ecología de la carretera” es el impacto negativo sobre las poblaciones de vertebrados silvestres, debido a las colisiones de éstos con automóviles. De hecho, en los últimos 35-40 años, los atropellos sobre mamíferos silvestres podrían superar la mortalidad producida por las actividades cinegéticas (Forman y Alexander 1998, Hodson 1962, citados por Peris et al 2005). Asimismo, para especies concretas de vertebrados, la carretera es el principal factor de mortalidad (Hernández 1988, Rodríguez 2002, citados por Peris et al 2005).

Costa Rica, principalmente por su posición geográfica cuenta con una gran diversidad de especies animales y vegetales. Los mamíferos no son la excepción, excluyendo las especies marinas, un total de 223 especies de mamíferos terrestres y voladores se encuentran presentes en Costa Rica de las cuales 116 (53%) pertenecen al orden Chiroptera (Rodríguez y Chinchilla 1996).

La importancia de este proyecto radicó en generar esfuerzos para proteger las poblaciones de mamíferos expuestas a constantes muertes por atropello, ya que éstas pueden deteriorar la dinámica poblacional de las especies. Sobre todo en una zona donde la principal actividad gira en torno al ecoturismo, o turismo verde, como es el cantón de Sarapiquí, donde una disminución de la fauna significaría un detrimento de la actividad turística. De manera que es importante tratar de minimizar los impactos que el flujo vehicular asociado al turismo pueda ocasionar.

MARCO TEÓRICO

Los mamíferos son en su mayoría animales con alta movilidad y muchos de los cuales requieren grandes extensiones de terreno para sobrevivir, debido a que realizan actividades de caza, defensa de territorio, ubican sus dormitorios y búsqueda de pareja dentro de estos. Los mamíferos frugívoros y herbívoros necesitan desplazarse grandes extensiones diarias en de acuerdo con la disponibilidad de estos recursos, algunas de estas especies son completamente arbóreas y de torpes movimientos sobre el terreno, lo que los hace altamente demandantes de coberturas vegetales.

Sin embargo, la reducción y alteración dramáticas de todos los ambientes boscosos, especialmente de los bosques lluviosos en las tierras bajas y en las laderas de las montañas, sumados a la enorme presión que ejerce la cacería, han causado severas consecuencias sobre los mamíferos, sobre todo en las especies más grandes que dependen de ambientes primarios (Fundación Neotrópica 1992).

El rápido crecimiento demográfico y la demanda de un mejor nivel de vida ejercen mucha presión sobre los recursos naturales, haciendo difícil su conservación y manejo sustentable (Fundación Neotrópica). Fournier (1997), indica que a principios del presente siglo cerca del 85% del territorio de Costa Rica estaba cubierto por bosques, área que en el presente se ha visto reducida a poco más de un 30% y fragmentada en algunas regiones en forma extrema.

El establecimiento de áreas protegidas fue la contraparte a la masiva deforestación que modifica profundamente la composición local de los vertebrados, por lo que la fauna original puede ser eliminada por destrucción de la vegetación (Brosset et al. 1996). Sin embargo, científicos y técnicos muestran su preocupación por el tamaño de algunas áreas protegidas, pues algunas de estas pueden no ser lo suficientemente grandes como para mantener en el largo plazo, las plantas y animales que poseen, además de encontrarse muy aisladas una de otras, casi al punto de ser consideradas fragmentos dentro del territorio, lo que dificulta en gran medida el intercambio genético en el ámbito de meta poblaciones lo cual es una causa de extinción de las especies (Krone 1997).

La fragmentación de las áreas protegidas causa principalmente la variación en la escala espacial del hábitat disponible para las especies, y el bajo nivel de conectividad de los remanentes boscosos, donde hay una gran proporción de plantas y los animales son incapaces de cruzar sectores abiertos para llegar al próximo parche de bosque.

Los factores como el tamaño del fragmento, grado de aislamiento y el tiempo de separación del bosque continuo pueden influir directamente de manera compleja sobre la biodiversidad de la colección de fragmentos (Maldonado 1997), lo cual afecta el estado de conservación de las poblaciones de mamíferos, especialmente para aquellos grupos que manifiestan un bajo nivel de desplazamiento, situación que hace a estos más sensibles a los cambios ambientales (Bowers y Matter 1997).

La fragmentación ocurre cuando un hábitat grande y continuo se reduce y se subdivide en dos o más fragmentos. Este fenómeno está casi siempre asociado a la tala de bosques para su conversión en otros usos del suelo, pero también ocurre cuando el área es atravesada por una carretera, una línea de transmisión u otras obras de infraestructura que dividan el área (Primack 1998 citado por Arroyave et al 2006). Si bien al abrir una carretera el área afectada de modo directo puede ser relativamente pequeña, la fragmentación del hábitat tiene dos efectos principales que amenazan la persistencia de las especies, denominados el efecto barrera y el efecto de borde.

El efecto barrera 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 et al 2006).

Las vías rompen la continuidad del dosel (estrato superior de los bosques) e interrumpen las posibilidades de movilidad de los animales. Esto es especialmente válido para algunas especies de arborícolas que no acostumbran descender a los estratos inferiores. Las barreras también pueden restringir la habilidad de los organismos de encontrar sus parejas, lo que puede llevar a la pérdida de su potencial reproductivo. Se ha medido el efecto de los claros en las poblaciones de vertebrados en desiertos, pastizales, cultivos agrícolas y plantaciones forestales, y se ha encontrado que la carretera actúa como una barrera que inhibe a los animales para cruzar las vías, (Primack 1998 citado por Arroyave et al 2006).

De acuerdo con Goosem (1997) estos efectos se han demostrado en renos, osos de América del Norte y Europa. Se ha encontrado que en algunas localidades sólo un 3% de los individuos de dos poblaciones de pequeños mamíferos cruzan vías con un ancho de 30 metros o mayores.

El efecto barrera tiende a crear metapoblaciones, definidas como la población (o grupo) de poblaciones que resulta de la división de una población grande y continua en subpoblaciones pequeñas y parcialmente aisladas. Estas subpoblaciones fluctúan más ampliamente en el tiempo y tienen una mayor probabilidad de extinción que las poblaciones grandes (Primack, 1998 citado, por Arroyave et al 2006). Algunas de ellas tienen un tamaño tan pequeño que no alcanzan a ser viables, ya que no se dan los procesos reproductivos, lo que puede llevar a posibles extinciones locales. Adicionalmente, el proceso de recolonización se disminuye por las barreras impuestas por la vía; es posible que se afecten muchas especies cerca de la red de carreteras disminuyendo aún más la variabilidad genética entre las poblaciones (Forman y Alexander 1998 citado por Arroyave et al 2006).

El efecto de borde se presenta cuando un ecosistema es fragmentado y se cambian las condiciones bióticas y abióticas de los fragmentos y de la matriz circundante (Kattan, 2002). Estos cambios afectan ante todo las especies del interior del ecosistema que ha sido fragmentado, ya que pueden ser desplazadas por las especies de espacios abiertos,

que encuentran en el nuevo hábitat condiciones más favorables para su supervivencia y reproducción. El efecto que se produce es la introducción de especies de borde o generalistas en los hábitats de bosque; las especies que tienen capacidades buenas de dispersión, capaces de invadir y colonizar hábitat alterados son atraídas a los bordes y pueden penetrar al interior (Arroyave et al 2006).

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. Con el rápido desarrollo de las ciudades y el aumento de las poblaciones humanas se ha incrementado la red vial, con lo cual ha surgido una nueva fuente de mortandad de animales que se ha venido convirtiendo en una amenaza cada vez mayor para las poblaciones de animales involucrados; diversas investigaciones se han realizado en el mundo, sobre todo en los Estados Unidos, algunos países europeos y Australia, las cuales revelan cifras preocupantes del número de animales atropellados (cuadro 1) y la amenaza que esto representa para algunas especies en el futuro (Arroyave et al 2006).

Cuadro 1. Reporte de mamíferos muertos por atropello en tres lugares del mundo.

Grupo	Ubicación de carretera y fecha de estudio	Especies atropelladas	No. animales atropellados/año	Referencia
Mamíferos	Parque Nacional Yellowstone (Estados Unidos) 1989-1996	Alces, venados, bisontes, cabras, antilopes, osos grises, osos negros, lobos, coyotes, lince, castores, mapaches	117	Gunther et al. (2001)
	Autopista 441, Alachua County, Florida (Estados Unidos) en 3,2 km. 2001-2002	Ratas, zarigüeyas, coyotes, armadillos, venados, mapaches, zorros, nutrias, conejos, entre otros	83	Barichivich y Dodd (2002)
	Autopista del Pacífico entre Billinudgel y Ballina (Australia) en 48,6 km. 2000 (8 semanas)	Zarigüeyas, roedores, zorros, murciélagos, koalas, conejos	356 (8 semanas)	Taylor y Goldingay (2004)

Fuente: Arroyave 2006.

El principal impacto del atropellamiento de animales se ve reflejado en la afectación de las poblaciones de las especies involucradas, más que todo en aquellas especies que se encuentran amenazadas o son vulnerables y, en menor medida, las especies más comunes y abundantes. El grado de perjuicio depende del tamaño de la población y de la capacidad reproductiva de la especie (Taylor y Goldingay, 2004 citado por Arroyave et al 2006). Los atropellamientos afectan igualmente a las personas que se ven involucradas en accidentes de fauna de gran tamaño en la medida en que pueden morir en ellos y se generan grandes costos económicos (Smathers, 2001 citado por Arroyave et al 2006).

El índice de atropellamiento y su frecuencia están relacionados con diversos factores, tales como el flujo vehicular, la velocidad, la anchura de la vía, el comportamiento de las especies y la cobertura vegetal.

Desde una perspectiva social y ecológica la Comisión Nacional de Educación (2005) apunta que: “El desarrollo social actual exige más que nunca de las instituciones responsables de la formación de personas, una respuesta pronta, oportuna, asertiva y propositiva (...)”. Ante el explosivo crecimiento demográfico, la proliferación de asentamientos irregulares, la pérdida de áreas agrícolas y de vegetación original para construir viviendas y otras instalaciones de índole comercial, Costa Rica está presentando problemas en diverso grado de perturbación ecológica.

Según Casasola (1990) debido a que el turismo masivo de la era moderna a escala regional demanda una gran cantidad de servicios, a saber: construcción de carreteras, centros turísticos, entre otros, en ciertos casos sin la adecuada planificación, se hacen evidentes la pérdida y disminución de la flora y fauna en la zona. De lo anterior se concluye que la degradación del medio y la disminución de fauna silvestre se producen tanto por la dinámica propia del sector turismo, así como por de otras actividades del ser humano. De aquí radica la importancia de lograr el establecimiento de estrategias con entes interesados en lograr un equilibrio entre el turismo el ambiente, con el fin de mantener la fauna silvestre como atractivo en beneficio de los empresarios de la zona.

Objetivo General

- Implementar estrategias para la conservación de poblaciones de mamíferos silvestres que son vulnerables a ser atropelladas en rutas turísticas de acceso al cantón de Sarapiquí.

Objetivos Específicos

- Identificar las especies de mamíferos que más atropellos sufren en rutas turísticas de acceso al cantón de Sarapiquí.
- Cuantificar las especies de mamíferos silvestres que más atropellos sufren en rutas turísticas de acceso al cantón de Sarapiquí.
- Identificar los puntos vulnerables en las rutas turísticas de acceso al cantón de Sarapiquí.
- Identificar áreas de conectividad entre parches de vegetación en las rutas turísticas de acceso al cantón de Sarapiquí.
- Establecer una campaña de capacitación y sensibilización a empresarios turísticos locales, guías eco turísticos, choferes y niños de escuelas para que colaboren en el monitoreo de mamíferos atropellados y a la conservación del recurso biológico que identifica el auge turístico de la zona.
- Diseñar estructuras de paso en los puntos críticos (alta mortalidad).
- Proponer a la cámara de Turismo y a otras organizaciones la señalización de las rutas turísticas de acceso al cantón de Sarapiquí y la construcción de estructuras de paso.

METODOLOGÍA

El número de mamíferos silvestres atropellados se registró por método de conteos directos a lo largo de la ruta 126 desde San Miguel de Sarapiquí hasta la Virgen (red vial secundaria) siguiendo la ruta 4 desde Chilamate, Puerto Viejo, El Tigre, Horquetas, San Jorge hasta Santa Clara para un área de estudio de 63,5 kilómetros (Figura 1).

Se realizaron dos monitoreos mensuales a lo largo de las rutas establecidas, específicamente en horas tempranas de la mañana entre 6:00 a.m. y 9:00 a.m. Durante estas horas las especies de mamíferos presentan mayor actividad, además es factible que muchos animales mueran atropellados durante la noche debido a la disminución de la visibilidad.

Cuando se encontraron animales atropellados se identificaron y registraron mensualmente en una base de datos (Apéndice 1).

Se determinaron los segmentos de la carretera con más decesos. Se georeferenció con un GPS Garmin 76Cx, durante el año 2009. Se ubicaron en un mapa de la zona. Con apoyo de fotografías aéreas se analizó las condiciones del hábitat circundante a los puntos de mayor deceso. Además se registró el tipo de hábitat cercano al sitio de muerte por atropello. Para ello se clasificaron los hábitats circundantes a la carretera en tres tipos, que son los que prevalecen en la zona: caseríos, cercas arboladas o cercas vivas, parches o remanentes boscosos, para determinar si los atropellos se dan con mayor frecuencia en segmentos de la carretera con un tipo predominante de hábitat.

Se elaboró un mapa de uso de suelo, se determinaron los segmentos de bosque menos y mayores a 10 hectáreas a ambos lados de la carretera, y se colocaron los puntos de muerte de las especies encontradas atropelladas durante el 2009. El mapa se realizó con Arc View 3.3.

Se realizaron mapas tanto de riqueza de especies como de abundancia de atropellos a lo largo de ruta de estudio, se utilizaron los programa Arc View 3.3.Esri 2000, la riqueza y abundancia se obtuvo de la base de datos de animales atropellados, se editó el trayecto de la carretera entre los dos sitios y se le asignó un valor de ocho a la línea. Se hizo por transeptos y los puntos de referencia son los centros poblados. Se realizaron mapas tanto de riqueza de especies como de abundancia de atropellos a lo largo de ruta de estudio. Se utilizó la siguiente simbología, que corresponde a los centros de poblados que se utilizaron como puntos de referencia en la ruta: CH corresponde a Chilamate; H a Horquetas; LG a La Guaria; LV a La Virgen; PV a Puerto Viejo; T al Tigre; NZ a Nazaret.

A lo largo de tres puntos de la ruta de estudio se contabilizaron el número de vehículos que circulan durante una hora en ambos sentidos para ello se utilizó la siguiente plantilla (Cuadro 2).

Cuadro 2. Plantilla utilizada para contabilizar número y tipo de vehículos en las localidades de San Miguel, la Virgen y Horquetas.

Localidad	Motos	Automóvil	Carga Liviana (1 piña)	Camiones (4 piñas o más)	Total
San Miguel					
La Virgen					
Horquetas					

Posteriormente se sugieren algunos tipos de pasa faunas que la literatura considera como apropiados para las especies que mueren atropellados. Y finalmente se recomienda a la cámara de turismo la ubicación de las señales preventivas en los puntos de la carretera con mayor índice de animales atropellados.

Educación Ambiental

Se elaboró un Plan de Educación Ambiental con las actividades que fueron implementadas a 146 niños, de escuelas cercanas a la ruta de muestreo. Este programa cuenta con guías de uso para que el maestro pueda utilizarlas en el salón de clase con fines didácticos similares.

Dicho programa se ejecutó en la cada en las escuelas de las localidades de: Corazón de Jesús, La Virgen, La Guaria, Chilamate, y Horquetas, en esta última localidad se trabajó con un mayor número de estudiantes (58 niños) por ser una de las zonas donde se registró el mayor número de animales atropellados.

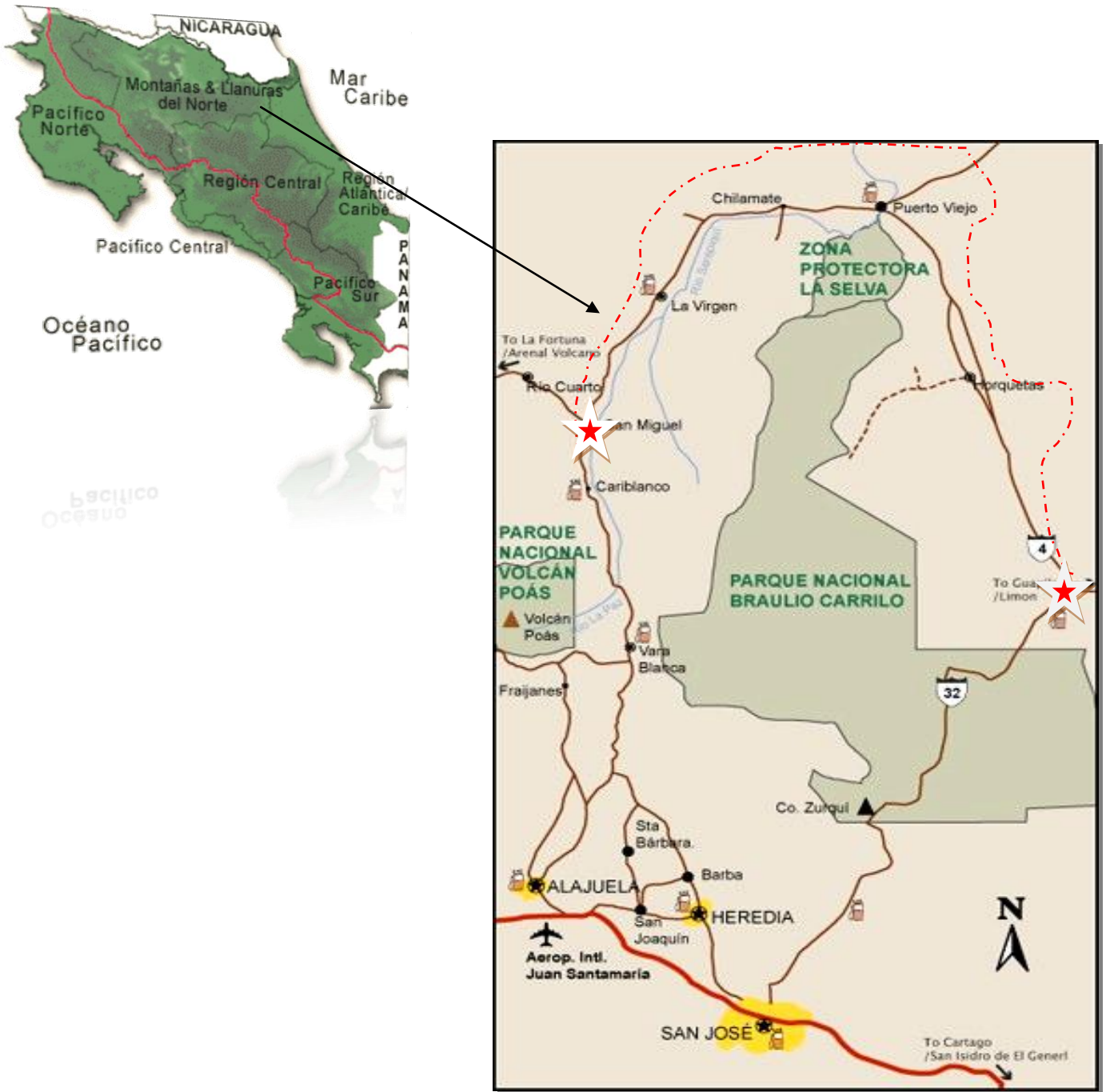
Durante la ejecución del plan de educación se capacitaron 146 niños de cuarto y quinto grado, para que se desempeñaran como monitores permanentes de las carreteras. Para recolectar la información se utilizó una hoja ilustrada e informativa de los mamíferos con mayor índice de atropellos.

Divulgación

Se realizaron actividades divulgativas en las que participaron empresarios turísticos y transportista privado, personal de MINAET y del corredor biológico San Juan, asociaciones ambientales de las comunidades cercanas a la ruta de estudio. En estas actividades se expuso la problemática que representa el atropello de animales en carretera y los principales resultados y logros del proyecto.

También como parte de las estrategias de divulgación se generó material didáctico, a saber: calcomanías, broches, publicaciones en revista, entre otros.

Además se realizó contacto directo con empresarios turísticos de la zona, durante el cual se les brindó información del proyecto, se entregó material divulgativo y un panfleto con los principales resultados del año 2008. Estos empresarios fueron seleccionados por su ubicación geográfica, ya que sus empresas están ubicadas dentro de la ruta de estudio.



Fuente: Costarican Trails.2007

Figura 1. Ubicación de zona de estudio

RESULTADOS

Se realizaron un total de 39 muestreos de campo, para un área de muestreo de 2476,5 kilómetros, en este período se contabilizaron e identificaron un total de 231 animales atropellados en la carretera, de los cuales 91 corresponden a mamíferos silvestres, 55 atropellos se registraron durante el año 2008 y 36 en el año 2009 (Figura 2). Se identificaron y contabilizaron un total de ocho especies de mamíferos silvestres (Figura 3).

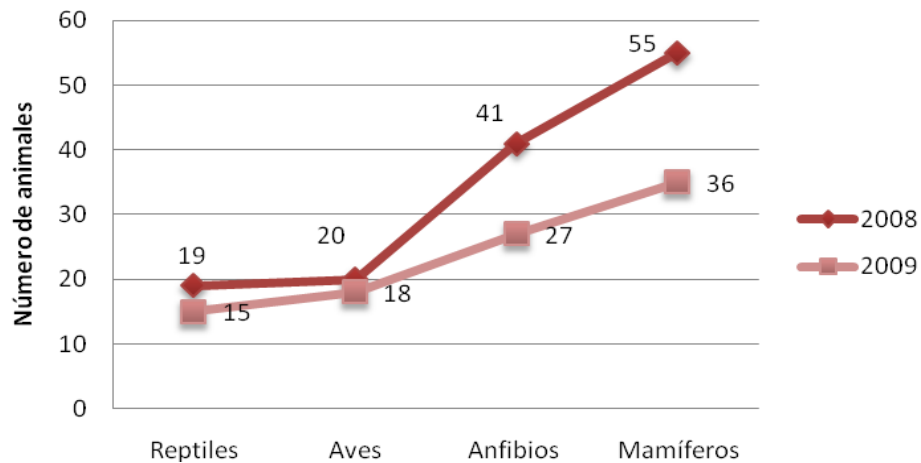


Figura 2. Número de animales atropellados contabilizados en la ruta de estudio durante 2008 y 2009.

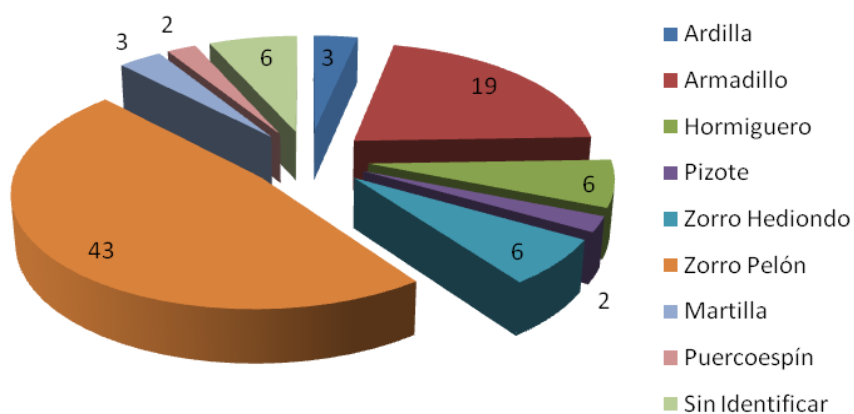


Figura 3. Número y nombre común de mamíferos silvestres registrados atropellados en carretera en la ruta de estudio.

De los 91 mamíferos silvestres encontrados atropellados en la ruta de estudio se lograron identificar un total de 86 individuos, estos se distribuyen en cinco órdenes, siete familias y ocho especies. Los miembros del Orden Carnívora son los más representados con dos especies de la familia Procyonidae, y una especie de la familia Mustelidae, mientras que del Orden Xenarthra presentó dos especies distribuidas y dos familias, en el Orden Rodentia se encontraron dos especies en dos familias, y una familia y una especie para el Orden Didelphimorphia (Cuadro 3).

Dos especies el zorro pelón (*Didelphis marsupiales*) y el armadillo (*Dasypus novemcinctus*) son las especies que más se encontraron muertas por atropello con un total de 62 individuos, existe una clara dominancia de la especie *Didelphis marsupiales* que registró más de la mitad de los atropellos. Si bien es cierto el número de individuos encontrados atropellados para ambas especies disminuyó para el año 2009, si se compara con el 2008 ambas especies presentan clara superioridad sobre el resto de la especies (Figura 4).

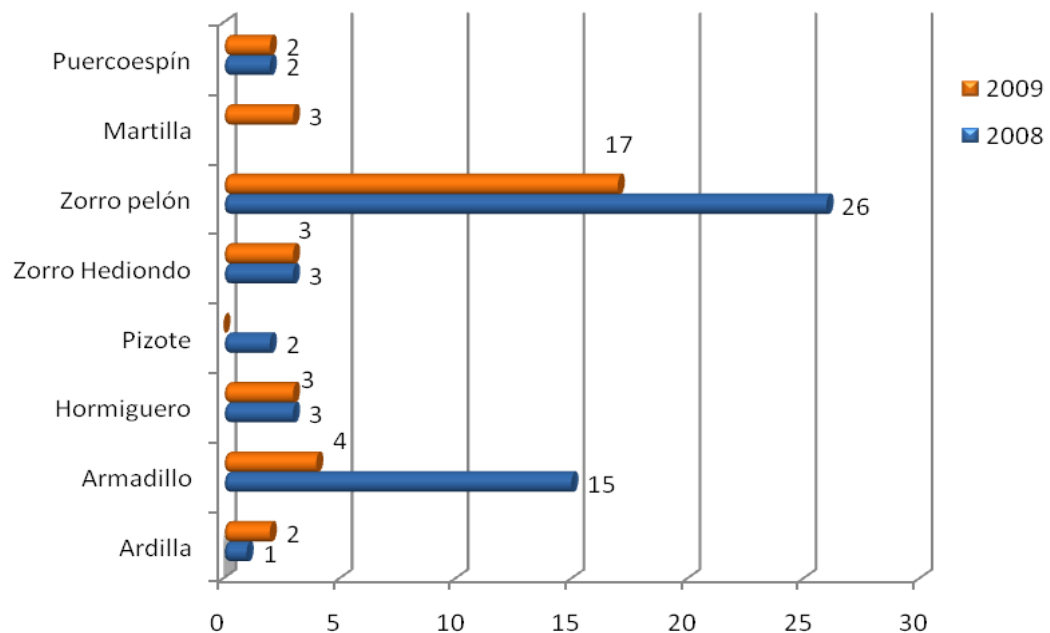


Figura 4. Número y nombre común de mamíferos silvestres registrados atropellados en carretera en la ruta de estudio y su distribución en los años 2008 y 2009.

El zorro pelón (*Didelphis marsupiales*) es la especie que registra mayor número de individuos atropellados con un total de 43, estimándose una muerte de 1,74 individuos por cada 100 kilómetros. Seguido del armadillo (*Dasyus novemcinctus*) con 19 individuos y un estimado de muerte de 0,77 individuos por cada 100 kilómetros.

La tercera especie con mayor número de individuos atropellados es zorro hediondo (*Conepatus semistriatus*), con total de seis individuos atropellados, al igual que el oso hormiguero (*Tamandua mexicana*) y un estimado de muerte para ambas especies de 0,24 individuos por cada 100 kilómetros, para el puercoespín (*Coendou mexicanus*) se estimó una muerte por cada 100 kilómetros de 0,16 y se registraron 4 individuos atropellados.

Cuadro 3. Lista de las especies atropelladas y su estimado de muerte por cada 100 kilómetros en las ruta de estudio.

Orden y Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Número de Individuos	Individuos (/100 km)	Monge 1996
Orden Xenarthra					
Dasipodidae	<i>Dasyus novemcinctus</i>	Armadillo	19	0.77	NR*
Mirmecophagidae	<i>Tamandua mexicana</i>	Hormiguero	6	0.24	0.107
Orden Didelphimorphia					
Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Zorro Pelón	43	1.74	0.176
Orden Carnívora					
Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Pizote	2	0.08	0.010
	<i>Potos flavus</i>	Martilla	3	0.121	0.020
Mustelidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	Zorro Hediondo	6	0.24	0.029
Orden Rodentia					
Erethizontidae	<i>Coendou mexicanus</i>	Puercoespín	4	0.16	0.049
Sciuridae	<i>Sciurus variegatoides</i>	Ardilla	3	0.121	0.049

NR* no reportado

Durante el año 2008 y el 2009, se muestrearon 11 de los 12 meses del año, se exceptuó el mes de enero. La muerte por atropello de la especie zorro pelón (*Didelphis marsupialis*) se registró en 10 de los 11 meses. Durante el mes de julio, no se registró muertes en ninguno de los dos años de muestreo. Además los picos de mortalidad se presentaron durante los meses de junio y noviembre (Figura 5).

El armadillo (*Dasypus novemcinctus*) es una especie que también se contabilizó con frecuencia a lo largo de los meses de muestro, en nueve de los once meses y presentó un pico de mortalidad durante los meses de marzo (Figura 5).

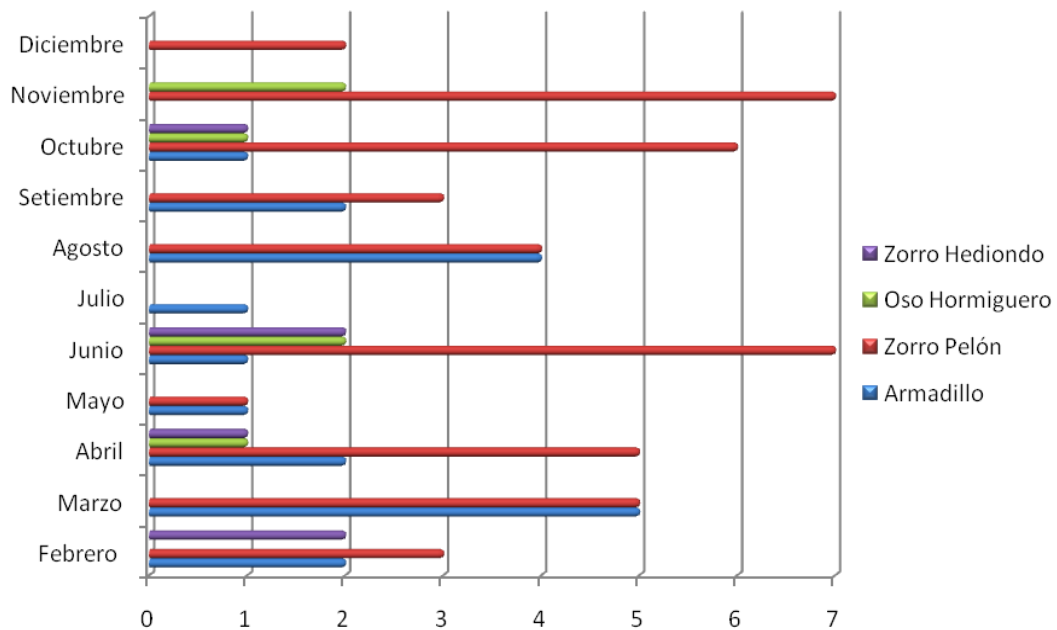


Figura 5. Distribución mensual de las cuatro especies con mayor número de atropellos en la ruta de estudio.

Los segmentos aledaños a la carretera que tienen caseríos son los más vulnerables al atropello de animales silvestres. Se determinó que un total de 53 individuos murieron en zonas cercanas a caseríos, para un 62% de muertes en estas condiciones, el 24 % que equivale a 21 individuos murió cerca de parches de bosque y finalmente 12 individuos, para un 14% murieron en sitios aledaños a cercas arboladas (Figura 6).

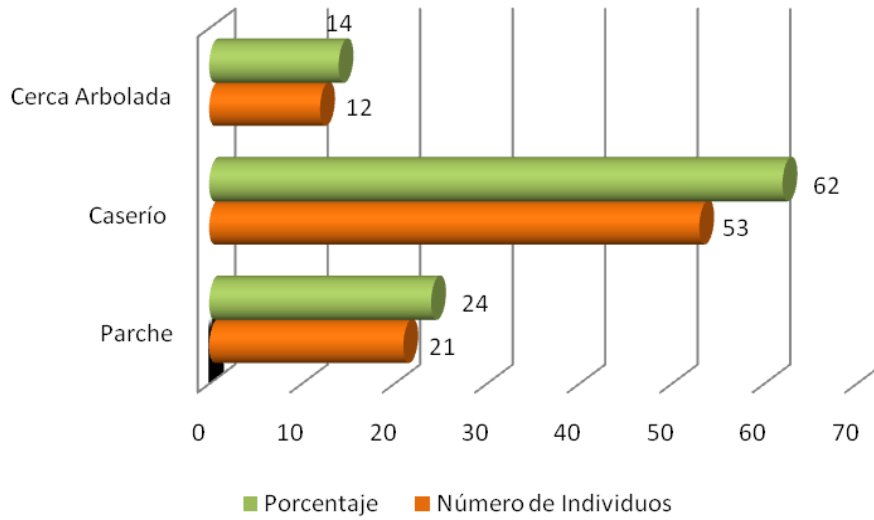


Figura 6. Número y porcentaje de mamíferos atropellados según el tipo de hábitat aledaño a la ruta de estudio.

De las especies con más atropello el zorro pelón (*Didelphis marsupialis*) sufre un total de 65% de atropellos en segmentos de la carretera cercanos a caseríos un total de 28 individuos murieron bajo esta condición (Figura 7).

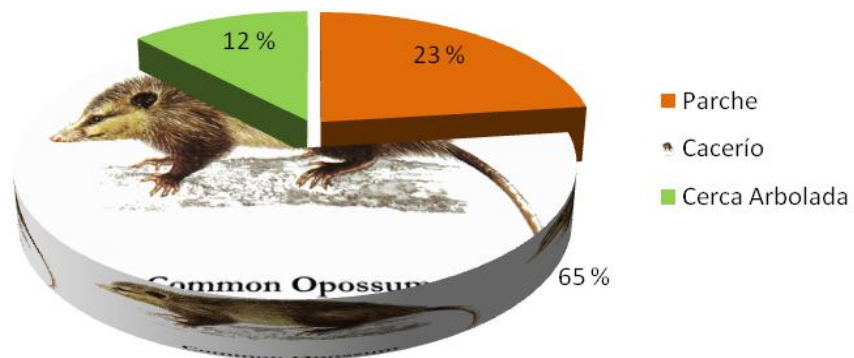


Figura 7. Porcentaje de atropellado de zorro pelón, según el tipo de hábitat aledaño a la ruta de estudio.

El armadillo (*Dasypos novemcinctus*) sufre el mayor porcentaje de atropellos en zonas de la carretera aledañas a caseríos, solo se reportaron un 5% de muertes en segmentos de la carretera cercanos a parches boscosos (Figura 8). En el caso del oso hormiguero (*Tamandua mexicana*) y el zorro hediondo (*Conepatus semistriatus*) presentan patrones similares y registran un mayor número de atropellos en segmentos de la carretera cercanos a caseríos (Figura 9).

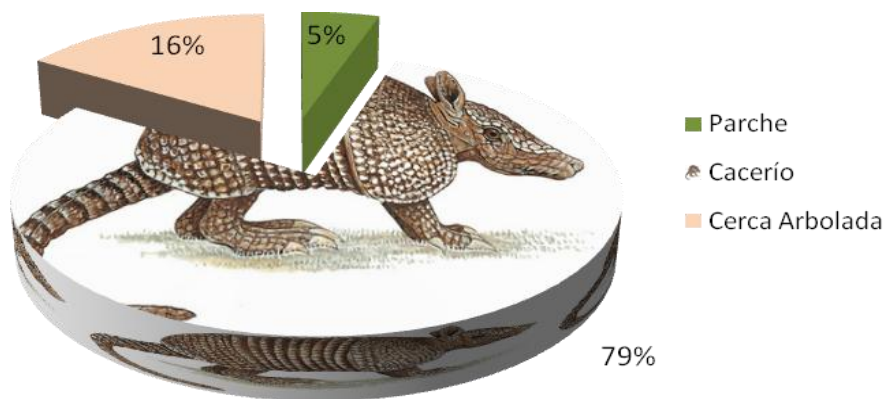


Figura 8. Porcentaje de armadillos atropellados, según el tipo de hábitat aledaño ala ruta de estudio.

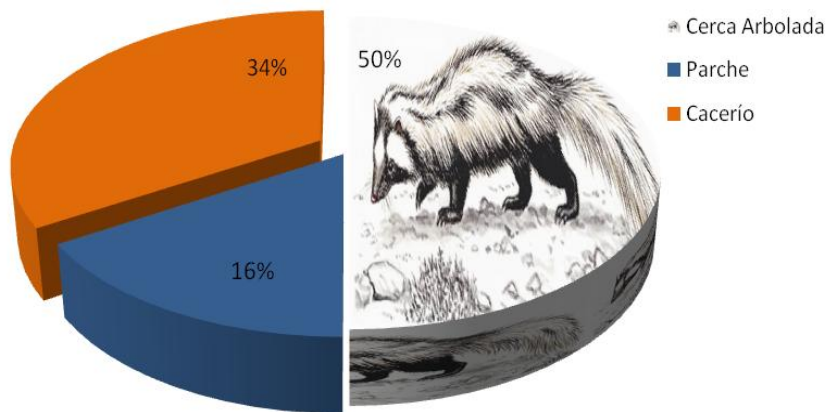


Figura 9. Porcentaje de zorros hediondos atropellados, según el tipo de hábitat aledaño a la ruta de estudio.

De las 86 especies identificadas, las cuatro especies con mayor número de atropellos en carretera contabilizan un total de 75 atropellos. La zona de estudio comprendida entre El Tigre y Horquetas, es la zona con el mayor número de atropellos registrados para estas especies con 46, con picos de mortalidad en las localidades de Horquetas, Colonia Bambú, Nazaret y el Cruce de Santa Clara (Figura 10). Los restantes 29 atropellos se dieron en las localidades comprendidas entre San Miguel y el Cruce a Puerto Viejo, con un pico de atropellos en la localidad de La Virgen, La Guaria y Chilamate.

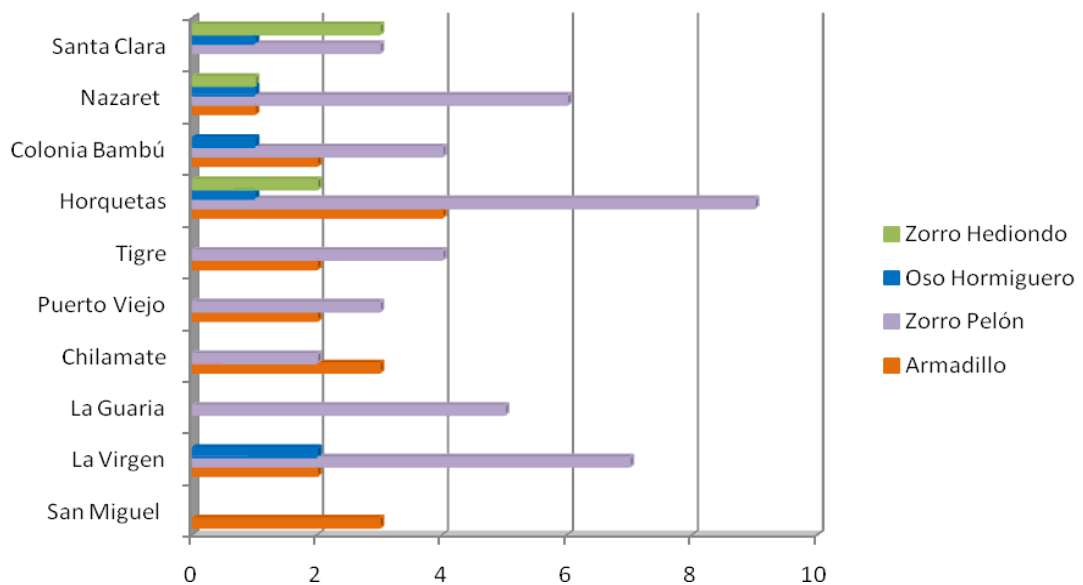


Figura 10. Número de individuos atropellados por localidades para las cuatro especies con mayor incidencia de muerte en la ruta de estudio.

Además se identificaron y registraron tres martillas (*Potos flavus*) en la localidad de Horquetas, también en esta zona es donde se registraron la muerte de tres de los cuatro puercoespines (*Coendou mexicanus*) atropellados.

Esta zona se caracteriza por una gran fragmentación de hábitat, con numerosos parches de bosque menores a 10 hectáreas, zonas de cultivo variado y pasto. Las porciones de bosque mayores a las diez hectáreas de extensión corresponden en su mayoría a zonas protegidas, al Parque Nacional Braulio Carrillo y El Corredor San Juan La Selva (Figura 11).

En cuanto a la abundancia de muertes por atropello, durante el 2009 se registró 9 muertes en el segmento de carretera comprendido entre las localidades de Tigre y Horquetas, zona con mayor abundancia, seguido del segmento entre las comunidades de La Virgen y Chilamate donde se contabilizaron 6 muertes, otra zona importante es el segmento del Cruce a Puerto Viejo a Tigre con cuatro (Figura 12).

La zona desde Tigre hasta Horquetas es también la zona con más riqueza de especies durante el 2009 con un total de cinco especies, se registraron en esta parte de la ruta (figura 13): Zorro Pelón, (*Didelphis marsupialis*), Zorro Hediendo (*Conepatus semistriatus*), Martilla (*Potos flavus*), Hormiguero *Tamandua mexicana* y Puerco espín (*Coendou mexicanus*). En esta zona también se registró durante el 2008 además de estas 5 especies, el armadillo (*Dasypus novemcinctus*). En este segmento sobresalen numerosos fragmentos de bosques menores a 10 hectáreas con zonas de cultivo a sus alrededores, por lo que las especies requieren moverse para satisfacer sus necesidades.

El segmento de carretera que registra mayor número de atropellos y mayor riqueza de especies se caracteriza por el buen estado, poca variabilidad topográfica, poca iluminación, numerosas cercas vivas y remanentes de vegetación entre caseríos (Figura 14).

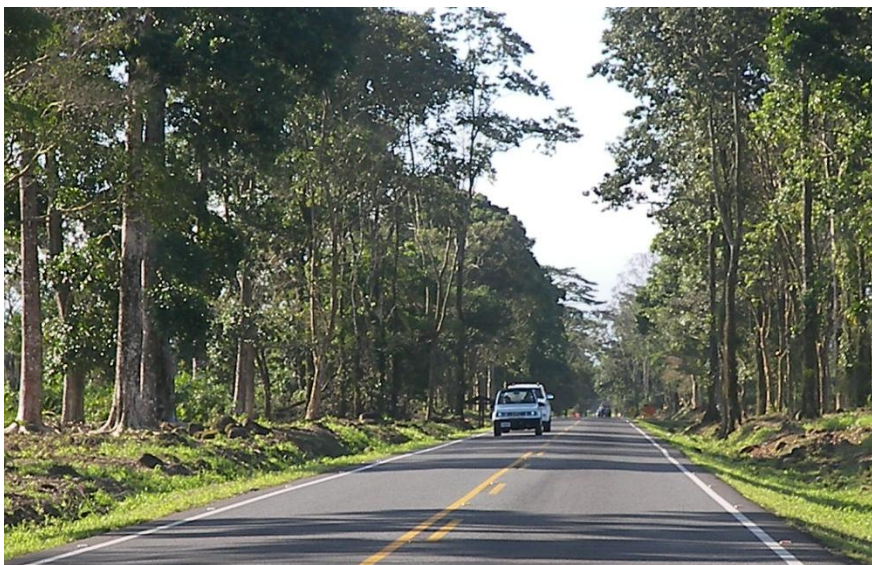


Figura 14. Segmento característico de la carretera donde se registra mayor número de atropellos.

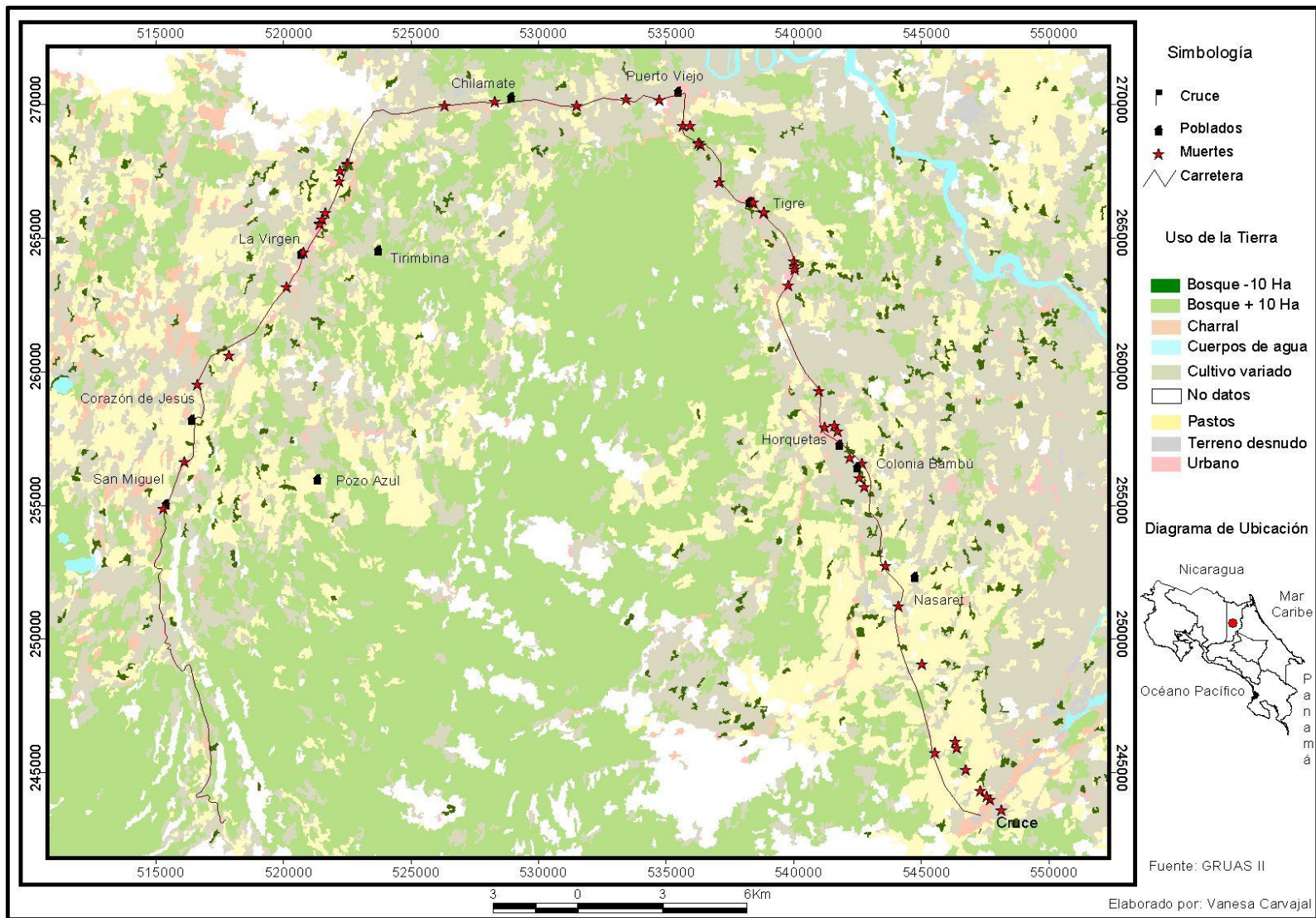


Figura 11. Uso de suelo y ubicación de muertes de animales silvestre por atropello, a lo largo de la ruta de estudio, durante el año 2009.

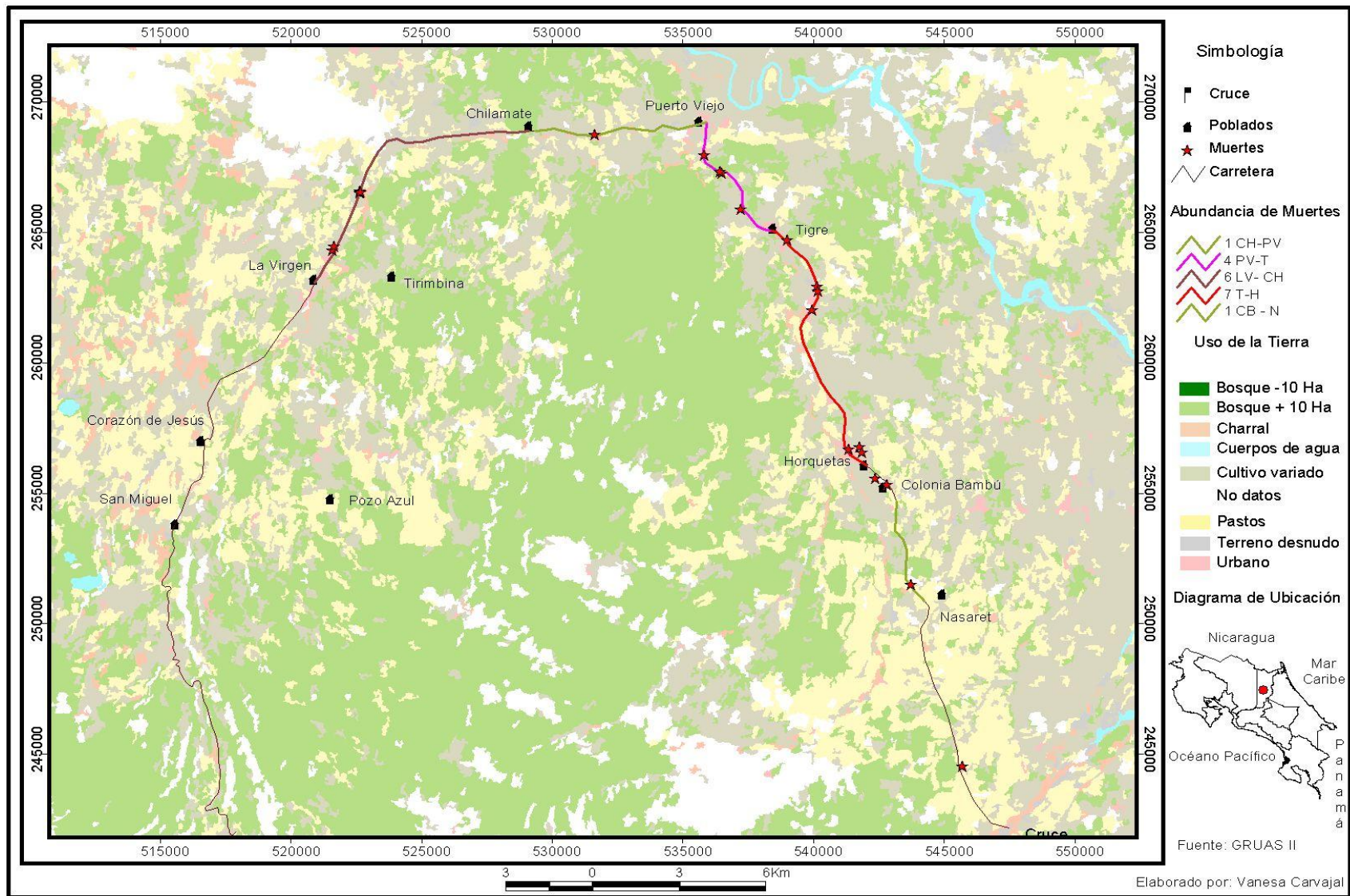


Figura 12. Abundancia de muertes de animales silvestre por atropello, a lo largo de la ruta de estudio, durante el año 2009.

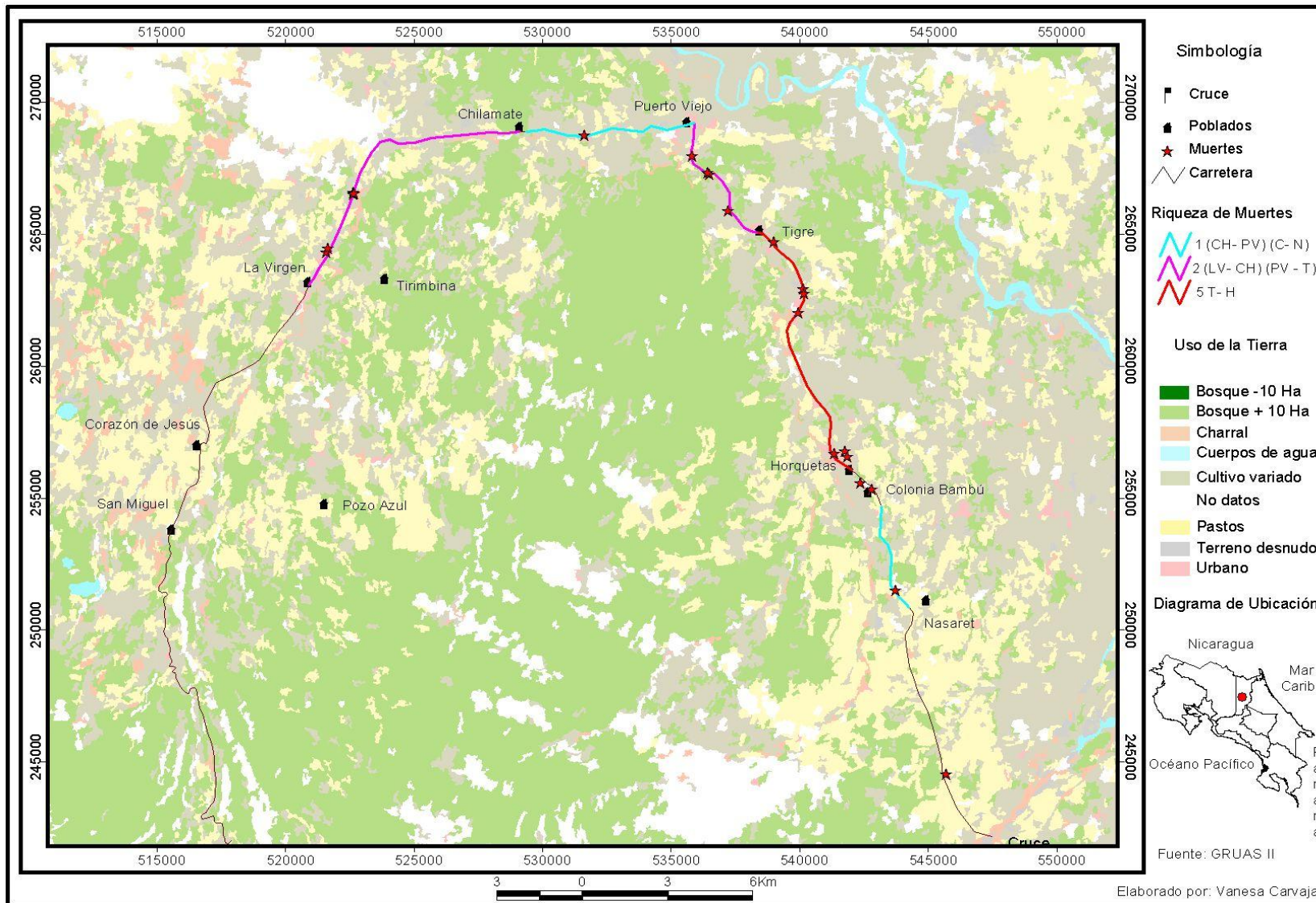


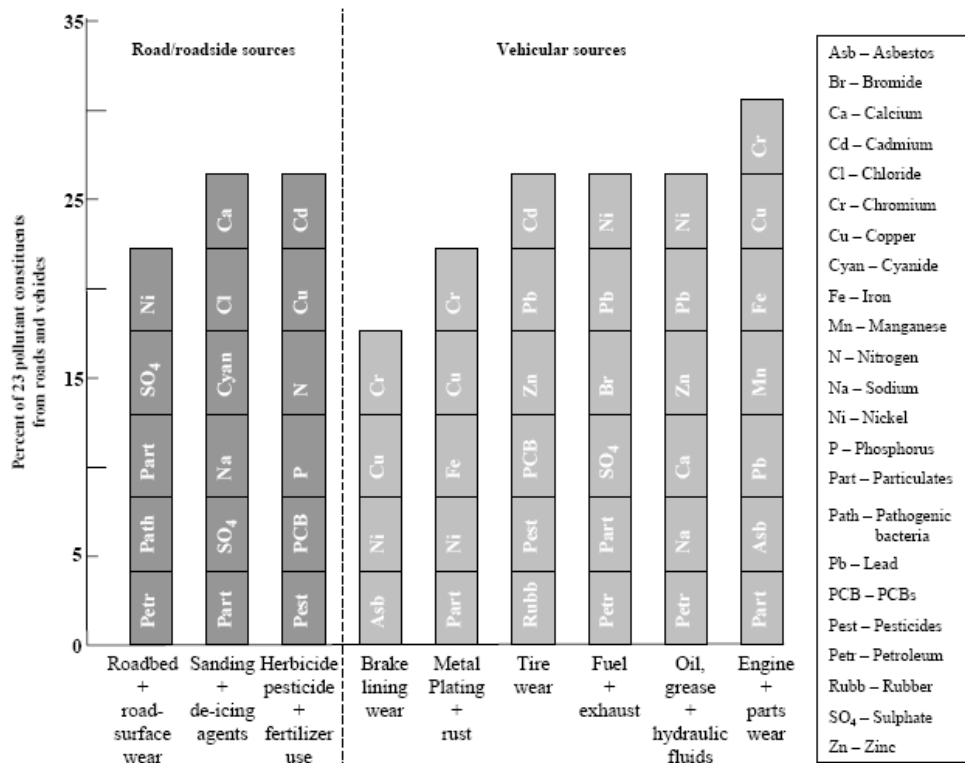
Figura 13. Riqueza de muertes de animales silvestre por atropello, a lo largo de la ruta de estudio, durante el año 2009.

Se determinó que el número de vehículos que circula por hora es mayor en la localidad de Horquetas (Cuadro 4), lo que aumenta la probabilidad de atropellos para la vida silvestres. Circulan en una hora 288 automóviles, si se estima que el flujo sea continuo durante al menos 12 horas del día, el total de vehículos que circulan sería de 3456. Para ello se requiere un estudio de flujo vehicular completo, que comprenda diferentes días de la semana y diferentes horas del día y la noche.

El alto flujo vehicular aumenta las posibilidades de muerte por atropello de vida silvestre y tiene una influencia directa sobre múltiples efectos secundarios como contaminación de aire, ruido, luces, contaminación de aguas por escorrentía con contaminantes como hidrocarburos, lubricantes, entre otros (Figura 15).

Cuadro 4. Número y tipo de vehículos que circulan en una hora en las localidades de San Miguel, la Virgen y Horquetas.

Localidad	Motos	Automóvil	Carga Liviana	Camiones	Total
			(1 piña)	(4 piñas o más)	
San Miguel	9	126	20	26	181
La Virgen	30	146	21	16	223
Horquetas	48	183	34	23	288

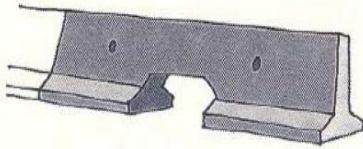


Fuente:

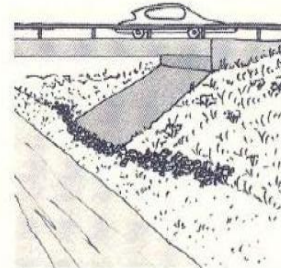
Figura 15. Componentes contaminantes en el escurrimiento de aguas pluviales.

Este segmento de la carretera comprendido entre el Cruce Santa Clara y Horquetas, sería la prioridad para establecer pasa faunas. Dependiendo de las características de las especies que mueren atropelladas en la zona, la mayoría arborícolas, algunas prácticamente al 100%, como el caso de los osos hormigueros, los zorros pelones, las martilla y puerco espines, el diseño de los pasa faunas debería favorecer el paso arbóreo por medio de puentes, de manera que serían pasa faunas de dosel (Figura 16d). Además, los árboles ubicados al lado de la carretera favorecen este tipo de pasos, debido a que no son especies de gran tamaño las que habitan en la zona. Un cuidado que se debe tener, es colocar los pasa faunas lo más cubiertos de vegetación como sea posible y diseñarlos a una altura que los camiones que circulan en la zona no los alcancen.

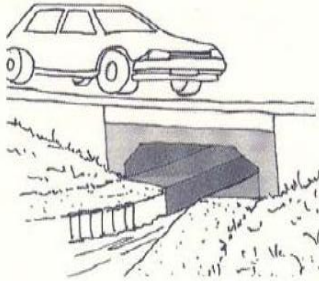
(a) Jersey barrier with "wildlife scupper"



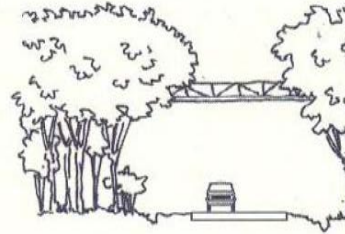
(b) Stump line for small and midsized animal n



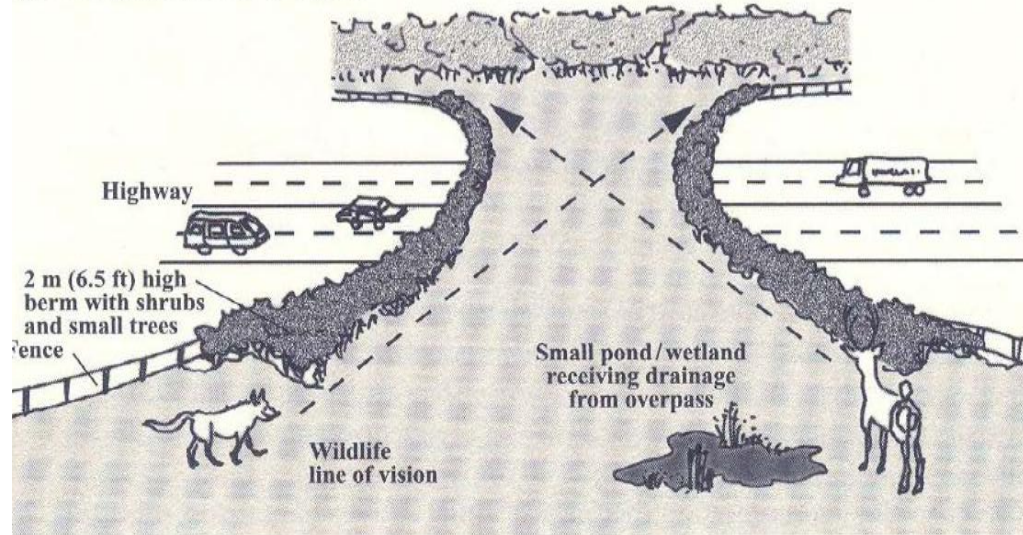
(c) Wildlife culvert



(d) Canopy connection for arboreal animals



(e) Hourglass wildlife overpass



Fuente: FHWA (2002).

Figura 16. Diferentes tipos de pasa fauna recomendados para vida silvestre.

Los pasos subterráneos (Figura 16c) son una alternativa para el paso de especies terrestres pequeñas, son recomendados por la FHWA (2002) y NCHRP (2002) para mamíferos pequeños, anfibios y reptiles. Este tipo de paso favorece la conectividad para especies terrestres como el armadillo que aparece como la segunda especie con más atropellos en la zona (Figura 17 y 18).



Fuente: NCHRP 2002

Figura 17. Paso subterráneo recomendado para mamíferos pequeños, anfibios y reptiles elaborado con tubos de concreto.



Fuente: Ruediger and DiGiorgio 2007

Figura 18. Pasa fauna subterráneo para mamíferos medianos y pequeños.

Aparte estos pasos permitirían que especies con tortugas puedan atravesar la vía por medio de ellos, ya que a pesar de no ser este el grupo de interés para este estudio es frecuente observar tortugas atropelladas o intentando cruzar la vía (Figura 19).



Figura 19. Tortuga Lagarto tratando de cruzar la carretera en la ruta de estudio.

Lo recomendable es que la construcción se dé antes o durante la elaboración de la vía, (Figura 20) Ruediger and DiGiorgio (2007), así como White (2007) sugieren una serie de medidas para el paso subterráneo, de acuerdo con el tamaño del animal, así como los materiales de construcción.



Fuente: NCHRP 2002

Figura 20. Construcción de pasa faunas subterráneos para mamíferos pequeños.

Sin embargo, la conectividad de la vegetación continúa siendo una alternativa viable, barata y natural para proteger a los animales silvestres. La ruta tiene algunos segmentos donde la vegetación hace contacto de lado a lado de la carretera (Figura 21). En algunas zonas, el mayor de los inconvenientes consiste en que la cobertura vegetal no es lo suficientemente alta para el paso de camiones de transporte, de manera que los vehículos rozan o golpean la vegetación, situación que podría provocar la caída del animal en la vía.

Como todas las alternativas de manejo se requieren esfuerzos, a saber: las cercas vivas deben podarse de manera que no se interrumpa la conectividad, no deben obstaculizar la visibilidad del conductor y tienen que establecerse un acceso a vegetación más allá de carretera, para que el animal pueda alejarse de ella de forma segura (Figura 22).



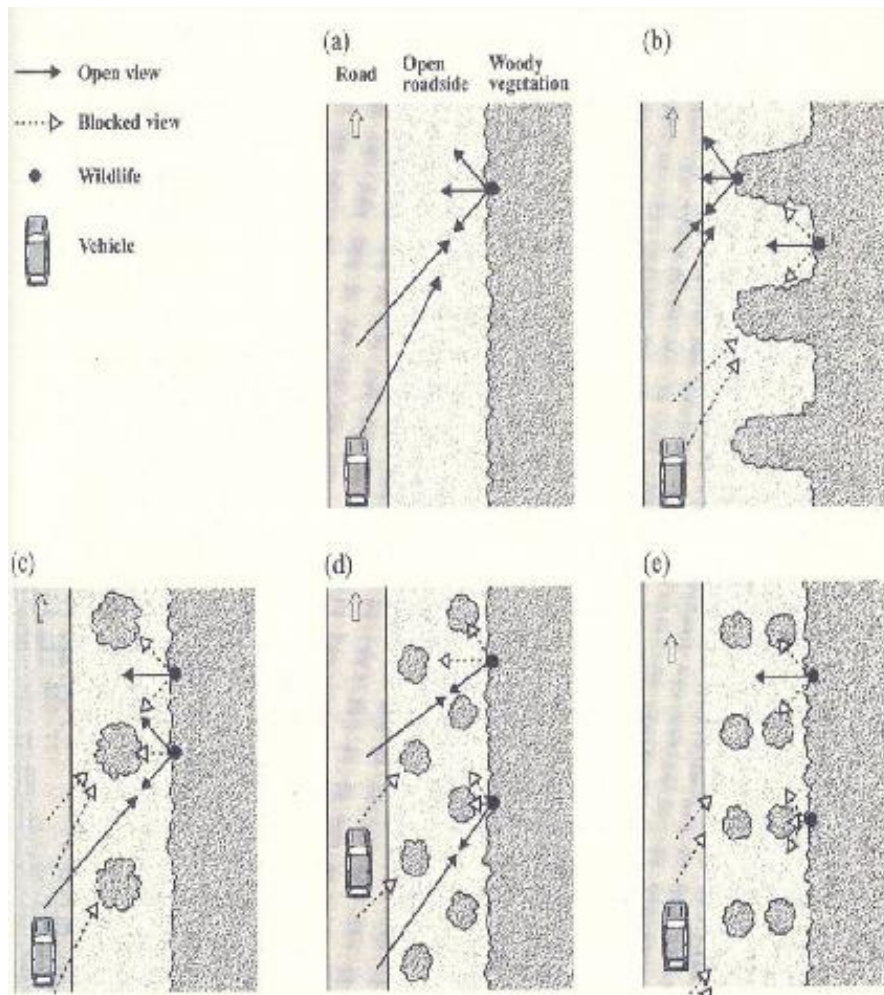
Figura 21. Pasa fauna natural existente en algunos segmentos de la carretera en el área estudio.

La señalización constituye otra opción barata de concientización que tiene como finalidad disminuir las muertes por atropello en carretera, además de que procura modificar la conducta de los choferes, sin alterar la de los animales silvestres. La zona de

La Virgen de Sarapiquí sería la primera zona por señalizar y posteriormente el segmento entre las localidades de El Tigre hasta el cruce Santa Clara.

En cuanto a las señales existen numerosas opciones desde las elaboradas específicamente para una especie (Figura 23a) algunas de las cuales especifican las velocidades de circulación (Figura 23b).

Existen también los letreros con luces que parpadean y alertan al conductor acerca de la permanencia de animales en la vía (Figura 24).



Fuente: FHWA (2002)

Figura 22. Diagrama ilustrativo de las variables que se deben considerar a la hora de propiciar la utilización de pasas faunas naturales.

Ya existen en Costa Rica esfuerzos de conservación de animales en la vía, por ejemplo la localidad de Upala tiene señalizado un segmento de la carretera con señales elaboradas por la propia comunidad (Figura 25). Las señales utilizadas son definidas para especies propias de la zona. Este es un ejemplo de organización comunal en pro de la conservación de la vida silvestre.



Figura 25. Señales utilizadas para alertar a los conductores sobre animales silvestres en la vía en la localidad de Upala.

Se desarrolló un Programa de Educación Ambiental en las escuelas aledañas a la ruta de estudio (Cuadro 5). Se impartió a niños de cuarto y quinto grado, cuya edad oscila entre 9 y 10 años.

Primeramente se preparó el Programa de Educación Ambiental, el cual consta de 14 actividades que tienen como propósito que los estudiantes conozcan las características generales de los mamíferos silvestres, los hábitos que caracterizan los principales grupos distribuidos en el país, así como las principales amenazas que enfrentan.

El programa consta de una serie de actividades de fácil aplicación que contienen los siguientes componentes: objetivos, materiales y guías de uso para el facilitador. Debido

a la practicidad y a la factibilidad del plan, cada actividad puede reproducirse y adaptarse a programas de educación ambiental con objetivos similares.

Cuadro 5. Lista de las escuelas aleñadas a la ruta de estudio donde se ejecutó el Programa de Educación Ambiental.

Escuela	Localidad	Teléfono	Grado	Número de Estudiantes
Chilamate	Chilamate	27665202	4º	21
Claudio Lara	La Virgen	27611092	4º	26
Corazón de Jesús	Corazón de Jesús	-	4º	13
Buenos Aires	Horquetas	27641139	4º	58
La Guaria Morada	La Guaria	27666148	5º	22
El Tigre	Tigre	-	5º	14

A continuación se presenta una descripción de las actividades elaboradas para el Programa de Educación Ambiental.

1. EL MUNDO DE LOS MAMÍFEROS

Esta actividad consiste en introducir al niño en el mundo de la historia natural de los mamíferos silvestres. Por medio de un vídeo que muestra características propias de los mamíferos silvestres, a saber: anatómicas y fisiológicas, los niños aprenden información básica sobre la vida y rasgos distintivos que poseen los mamíferos silvestres.

2. EL CAJÓN DEL DESCUBRIMIENTO

El Cajón del Descubrimiento es un depósito de pieles de diferentes animales: mamíferos silvestres, aves y reptiles para que el niño identifique a qué animal corresponde cada piel (Figura 26).



Figura 26. Niño de la Escuela Corazón de Jesús jugando “El Cajón del Descubrimiento”.

3. LA CÁMARA DE LOS SENTIDOS

La Cámara de los Sentidos es un pequeño túnel oscuro con imágenes y sonidos de diferentes mamíferos, donde el niño va a descubrir, recolectar e identificar las imágenes y los sonidos de cada animal.

4. MURCIÉLAGOS DE CACERÍA

Murciélagos y polillas es una actividad lúdica que se realiza al aire libre para su adecuada ejecución. Se requiere únicamente la utilización de pañuelos. Además de la recreación, el juego tiene como finalidad incentivar en los participantes la concentración, el afinamiento del oído y el trabajo en equipo así como demostrar la funcionalidad de los sistemas de ecolocalización en murciélago.

5. LA CARRETERA

Existen varias actividades didácticas que pueden implementarse para utilizar como recurso ilustrativo una carretera. Cualquier tipo de actividad que se ejecute debe tener como finalidad evidenciar la problemática a la que están expuestos varios mamíferos silvestres cuando por diversas circunstancias tienen que cruzar una carretera.

A. CRUZANDO LA CARRETERA

La actividad de la carretera es una práctica ilustrativa que consiste en evidenciar a los niños las dificultades que sufren los mamíferos silvestres al intentar cruzar la carretera por parches boscosos para suplir alguna necesidad, a saber: buscar alimento, pareja, entre otros.

Esta actividad consiste en colocar sobre la carretera elaborada con tela, láminas pintadas de verde, que semejan parches boscosos, para que cada equipo de participantes trate de cruzar la carretera únicamente sobre las láminas (Figura 27).



Figura 27. Niños de la Escuela Corazón de Jesús jugando “Cruzando la Carretera”.

B. PELIGROS DE LA CARRETERA PARA MAMÍFEROS SILVESTRES

La actividad de la carretera es una práctica ilustrativa que consiste en evidenciar a los niños los peligros constantes que sufren los mamíferos silvestres al intentar cruzar la carretera, para suplir alguna necesidad, entre las que destacan: buscar alimento, pareja. Esta actividad consiste en colocar en el aula, al inicio de la sesión y sin previo aviso, una carretera elaborada con tela, de manera que se genere una división en el salón, que semeje la ocasionada por una construcción de una carretera real (Figura28). Posteriormente se explica las implicaciones que tiene esto para la vida silvestre.



Figura 28. Niños de la Escuela La Guaria jugando “Peligros de la Carretera”.

6. ADIVINA DÓNDE VIVO

Adivina Dónde Vivo es una actividad en la que se le colocan a los niños: colas, antifaces, orejas de diferentes formas y tamaños, y se les solicita que adivinen, de acuerdo con estas características, el tipo hábitat al que pertenece el animal.

7. ENCUENTRA MI CASA

Encuentra mi casa es una actividad que consiste en colocar imágenes de diferentes animales en jardines, patios o bosques, de acuerdo con las preferencias de hábitat de diversos mamíferos silvestres. Por ejemplo, coloque en ramas, animales arborícolas, en troncos, animales que utilizan este tipo de madrigueras, cerca de edificios, animales que toleran hábitats alterados. Al colocar las imágenes debe dejar una cinta de color visible para estimular la observación en los niños. Use una cinta de diferente color para cada grupo, diurno, nocturno, terrestre y arborícola. Una vez colocadas las imágenes, se les solicita a los niños que formen parejas y que busquen los animales.

8. FUNCIÓN DE TÍTERES

La función de títeres es una actividad didáctica que consta de elementos clave para su realización: un teatrín o escenario y títeres representativos de mamíferos silvestres.

Se hace una presentación de un títere enfatizada en la problemática que representa la vía pública para la movilidad de los animales y se relaciona con la actividad anterior.

9. EL MUNDO DE LOS OLORES

El Mundo de los Olores es un juego que consiste en identificar las varias esencias, seleccionadas previamente por los guías encargados. Tiene como fin que los niños logren discriminar las diferencias aromáticas utilizando solamente su olfato.

Las diferentes esencias se pueden introducir en frascos, como los de carretes de fotos, para que los niños participantes no vean su interior.

10. ¿NOTAS ALGO DIFERENTE?

Esta actividad se basa en la observación detallada de un participante voluntario con el fin de que los demás logren identificar pormenores de su indumentaria en un proceso

de “antes y después”. Posteriormente, el facilitador debe relacionar esto con la observación e identificación de los mamíferos, para lo cual se requiere mucha capacidad para observar detalles. Por último, el guía o facilitador tiene que relacionar las características anatómicas y coloraciones de los animales, según su tipo de hábitat y la historia natural de cada uno.

11. JUEGO DE MEMORIA

El juego de memoria es una actividad que consiste en colocar fichas de diferentes animales mamíferos. La parte frontal de la ficha debe contener un diseño de carátula, ya sea de la institución o del programa de educación encargado del juego. En el reverso debe colocarse la imagen de un mamífero silvestre con una de sus características escrita al pie de la ficha. Los jugadores deben buscar la pareja de cada ficha, hasta voltear todas.

12. EL ANIMAL DE LA SUERTE

El animal de la suerte es un juego donde los jugadores intercambian fichas de mamíferos silvestres para formar parejas y aprender acerca de la historia natural de los animales. Con las fichas elaboradas para el juego de memoria, se puede realizar este juego. La dinámica consiste en que el facilitador extraiga una ficha antes de repartir las fichas en grupos de cuatro jugadores. Al final de la actividad, el niño que quede con la ficha del animal sin pareja, ganará el juego y hablará acerca del animal impreso en la tarjeta.

13. ¿QUIÉN ESTUVO AQUÍ?

Esta actividad consiste en construir estaciones olfativas con el fin de atraer mamíferos silvestres por medio de diferentes sebos alimenticios, de manera que los animales sus huellas impresas en la estación olfativa. Es una actividad que pretende mostrar un

método indirecto de observación de animales. Los niños podrán tomar la impresión en yeso de las diferentes huellas de los animales que visiten la estación. Los niños participantes podrán conservar impresiones como estímulo para la conservación de la especie.

14. MONITOREO DE MAMÍFEROS SILVESTRES ATROPELLADOS

Es un panfleto que en su primera plana solicita información básica sobre datos generales del estudiante: nombre, teléfono, comunidad y nombre de la escuela.

Asimismo el panfleto contiene imágenes de varios mamíferos silvestres para que el niño logre identificar cuál fue el animal que observó atropellado en la carretera. Al lado de cada imagen del mamífero, aparecen pequeñas imágenes representativas del estado del tiempo y además símbolos que representan los alrededores de la carretera. Con el fin de ser más exacto, se asignó un espacio para anotar la fecha y el nombre de la localidad donde se encontró al animal muerto.

Finalmente en la parte posterior del panfleto aparecen las indicaciones de uso con su respectiva simbología.

En cuanto a la divulgación se realizaron actividades en las que participaron empresarios turísticos, y personal del MINAET, Corredor Biológico, gente de las comunidades locales, docentes universitarios, guías locales entre otros.

- ✓ El 3 de Julio de 2008 se divulgaron los resultados del primer semestre 2008, en la reunión del Comité Ejecutivo del Corredor Biológico San Juan-La Selva realizada en Garabito- Agua Zarcas- San Carlos. En esta actividad se expuso la problemática que representa la muerte por atropello de animales silvestres en carretera y los principales resultados y logros de proyecto.

- ✓ El 5 de diciembre de 2008 se presentaron los resultados del primer año de ejecución del proyecto, en el Encuentro Local Turismo Sostenible – 2008 “Turismo y ambiente”, efectuado en el Hotel Montaña de Fuego, Fortuna-San Carlos. La

actividad estaba dirigida para empresarios turísticos, estudiantes de turismo, docentes e investigadores del ITCR.

- ✓ Durante los meses de mayo y junio de 2009, se realizó contacto directo con empresarios turísticos de la zona. Se les brindó información del proyecto, se entregó material divulgativo y un panfleto con los principales resultados del año 2008. Estos empresarios fueron seleccionados por su ubicación geográfica ya que sus empresas están situadas dentro de la ruta de estudio.
- ✓ El 29 de noviembre de 2009, se participó del “Open Day 2009” patrocinada por la Estación Biológica La Selva. Esta actividad tiene como finalidad propiciar un acercamiento con las comunidades locales, de manera que la estación abra sus puertas y divulga sus actividades de investigación y extensión. En esta ocasión asistieron entre 550 y 600 visitantes de las comunidades aledañas (figura 29). Aquí se expuso un cartel con los resultados de ambos años y se repartió material divulgativo.



Figura 29. Actividad de divulgación del proyecto en la Estación Biológica La Selva.

Además se realizó contacto directo con microempresarios turísticos y público en general de la zona. Se les brindó información del proyecto, se entregó material divulgativo y un panfleto con los principales resultados. Asimismo, a los oyentes se les entregó también calcomanías para los vehículos, broches y reglas a los niños asistentes.

- ✓ Se publicó un artículo divulgativo para el Boletín Sin Fronteras en la edición de Diciembre de 2009. (apéndice 2)

DISCUSIÓN

Las carreteras pueden tener numerosos efectos sobre la vida silvestre y el equilibrio del ecosistema a su alrededor. La construcción provoca un aumento en la mortalidad de individuos sésiles y lentos, aumento de la mortalidad por colisión con vehículos, la modificación de la conducta animal, la alteración del medio físico, la alteración del ambiente químico, la propagación de especies exóticas, y el aumento de la alteración y uso de hábitat por los humanos. En algunos casos la alteración animales modificar su comportamiento y las carreteras debido a la actividad humana concentrada a lo largo de las carreteras (Trombulank y Frissell 2000).

Los atropellos pueden tener consecuencias en el equilibrio poblacional de algunas especies de la fauna silvestre. Las carreteras y el tráfico pueden reducir densidades de población de vida silvestre y en última instancia afectar a la supervivencia de las poblaciones locales (Maehr et al. 1991, Jones 2000 citados por NASP 2005).

Cuando mueren animales tratando de cruzar una carretera o se niega el acceso a los hábitats críticos, es probable que las poblaciones locales se reducirán sustancialmente. La mortalidad en carreteras ha sido descrita como una amenaza importante que afecta a especies en peligro, como la pantera de Florida, *Felis concolor coryi* (Maehr, et al. 1991 citado por Jasson), el lince ibérico, *Felis pardina* (Ferrerías, Aldama, Beltrán, y Delibes, 1992 citado por Jasson 2000). El koala, la población de koala *Cinereus phascolarctos* en

Phillip Island, en Australia, declinó 20% anual entre 1984 y 1991, la mortalidad vial figura como principal causa de muerte (Fisher 1991; citado por Jasson 2000).

En el caso específico de la zona de estudio los resultados reflejan una alta mortalidad si se comparan con el estudio de Monge (1995), que es el único registró de animales atropellos en carretera publicado para Costa Rica.

En cuanto a las especies, el zorro pelón (*Didelphis marsupialis*) ocupa el primer lugar de muerte por atropellos, lo que coincide con lo reportado por Monge (1995). Esto se debe a que a pesar de la amplia variedad de hábitat alrededor de la zona de estudio, la especie se adapta bien a zonas perturbadas y con influencia humana (Carrillo, Wong y Sáenz 1999) de manera que se encuentran atropellados a lo largo de toda la zona de estudio, como se puede observar en el mapa de ubicación de decesos por atropello durante el 2009 (apéndice 3). Otro factor que además puede influenciar es que la abundancia de esta especie en la zona es alta. Para lo cual es necesario realizar estudios de densidad poblacional.

Es posible observar individuos de zorro pelón (*Didelphis marsupialis*) durante todos los meses de año muestreados que corresponden a 11 meses de los 12 del año. Es frecuente observar un alto número de individuos juveniles atropellados. El sexo y la edad afecta considerablemente los movimientos de los animales en la carretera, por ejemplo los individuos juveniles son inexpertos y se acercan a la carretera, donde son víctimas de atropello (Carr y Fahrig 2001 citado por Arroyave et.al).

Por ser una especie de hábitos nocturnos y arborícolas, que se desplaza también en el suelo y se traslada grandes distancias al igual que otros miembros de la familia Didelphidae, son propensos a morir por atropello durante las noches (Mora 2000; Wainwright 2002),

El zorro pelón (*Didelphis marsupialis*) cumple un importante rol de dispersión. Estudios realizados en México indican que los miembros de esta especie son importantes dispersores de semillas de cecropia. La cecropia juega un papel clave en la regeneración

del bosque, ya que los árboles se encuentran entre los primeros grandes colonizadores de zonas abiertas (Wainwright 2002).

La segunda especie con mayor número de muertes en carretera es el armadillo (*Dasypus novemcinctus*), una especie que no ha sido reportada para Costa Rica por Monge (1995). Según Trombulank y Frissell (2000) los armadillos son la especie mejor documentada acerca de muertes en carretera en los Estados Unidos.

En la zona de una estudio es frecuente encontrar esta especie atropellada y es una de las especies más afectada (la segunda superada sólo por el zorro pelón) por esta problemática en el Área de Conservación Guanacaste (Carvajal 2010 com. per).

Nuevamente las características propias e historia natural de la especie favorecen que sea propensa a morir por esta problemática, por ejemplo, sus hábitos nocturnos, un ámbito de hogar entre 1,4 y 1,5 hectáreas, su alta densidad hasta 3,04 individuos por hectárea (Carrillo, Wong y Sáenz 1999; Mora 2000).

Sus sentidos del olfato y del oído son buenos, no así la vista. Las especies con sentidos pobres y movimientos lentos son víctimas más probables de atropello (Jackson 1986 citado por Monge 1995; Mora 2000).

Al igual que el zorro pelón (*Didelphis marsupialis*), el armadillo (*Dasypus novemcinctus*) es una especie que tolera hábitats alterados, prefiere sobre todo, bosques de cobertura, sin embargo su amplio rango de distribución de los 0 a 3000 metros, hace posible que se encuentre en áreas de sabana, áreas semidesérticas, zonas de cultivo, como las presentes en la zona de estudios a ambos lados de la carretera. El armadillo tiene alta flexibilidad en la dieta, come insectos y otros invertebrados dañinos para las cosechas, visita cultivos y áreas con actividades humanas donde es propenso a morir por atropello (Mora 2000).

Dos especies, el zorro hediondo (*Conepatus semistriatus*) y el oso hormiguero (*Tamandua mexicana*) ocupan el tercer lugar de especies con mayor número de individuos atropellados.

Monge (1995) reporta el oso hormiguero (*Tamandua mexicana*) como la segunda especie silvestre con mayor número de atropello en Costa Rica, en la zona de estudio el estimado de muerte por cada 100 kilómetros es mayor que el reportado por el autor.

Los movimientos lentos sobre el terreno, la variedad de hábitat donde puede encontrarse, sus hábitos tanto diurnos como nocturnos y arbóreos, lo hacen una especie propensa a los atropellos. Sus brazos fuertes y cola prensil le permite asirse muy eficazmente a las ramas, sin embargo su desplazamiento en tierra es bastante dificultoso.

La densidad de población del oso hormiguero es de 0.05 animales por hectárea, una densidad baja si se compara con otros mamíferos silvestre, además la especie mantiene un ámbito de acción de 25 hectáreas (Carrillo, Wong y Sáenz 1999; Monge 2000), estos dos factores combinados propician que la especie requiere desplazarse largas distancias diarias para satisfacer sus necesidades básicas de búsqueda de pareja y alimentación, entre otros; las necesidades de movimiento y dependencia de coberturas boscosas, aumenta la vulnerabilidad de la especie a la muerte por atropello.

El zorro hediondo (*Conepatus semistriatus*) es uno de los carnívoros que más tolera los disturbios humanos, no son verdaderos animales de bosque, se han adaptado bien a hábitat transformado por los humanos, bosque alterados, pastizales, bosque de galería, cerca de claros, visita jardines y áreas cultivadas, durante la noche, forrajea solitario en busca de alimentos. Principalmente se alimenta de insectos y otros invertebrados, probablemente de pequeños vertebrados y de frutos de ocasión (Carrillo, Wong y Sáenz 1999; Monge 2000).

Por ser una especie tolerante a los humanos, habita cerca de él y sus caseríos, donde es propenso a morir tanto por causar daños a animales domésticos como gallinas; o es atropellado al movilizarse cerca de carreteras.

En estudios realizados con radio collar, en Venezuela se estimó que una hembra tiene un rango de acción de 53 hectáreas, se encuentra activa cerca de 6 horas y se desplaza cada noche de 1 a 2 kilómetros, por lo tanto, la alta movilidad, la cercanía a áreas alteradas y abiertas como carreteras hacen que la especie sea vulnerable al atropello (Wainwright 2002).

Otras especies que mueren en la zona son importantes por su rol de dispersores como la martilla (*Potos flavus*) y el puerco espín (*Coendou mexicanus*), este último come hojas, frutos, yemas, flores y semillas. En estudios realizados en México se encontró que el 80% de la dieta está constituida por frutos y semillas y un 20% de hojas. Cortan y aplastan semillas y frutos inmaduros como *Inga spp*, con sus incisivos y fuertes molares y por lo tanto son importantes dispersores de plantas (Wainwright 2002).

La martilla (*Potos flavus*) es el carnívoro más especie omnívora, ya que come pájaros, huevos, miel, mamíferos e insectos. Sin embargo es mayormente frugívoro, ya que su dieta está constituida por frutas hasta en un 99%. Por tanto es un importante agente dispersor de semillas, y en algunos casos polinizadores, ya que a veces toma el néctar de las flores (Mora 2000).

Ambas especies son nocturnas y estrictamente arborícolas, en el caso del puerco espín (*Coendou mexicanus*), se alimenta en estrato medio subdosel y el dosel, por lo que es una especie que requiere una importante cobertura boscosa. Las martillas (*Potos flavus*) suelen viajar solas, y en ocasiones excluir a otros del mismo sexo, los rangos de acción van de rangos de 10 a 40 hectáreas, en un comportamiento que es típico de los carnívoros (Wainwright 2002). Los grandes desplazamientos y las características propias de la historia natural de las especies de este orden, así como la alta fragmentación de hábitat aledaño a la ruta de estudio, propician las condiciones para que estas dos especies se vean afectadas con altos índices de atropello, si se comparan con Monge (1995). Esta situación afecta no sólo a las especies, sino también a los mecanismos ecológicos de dispersión de especies vegetales.

La mortalidad de animales es un factor que se ve influenciado por el estado y estructura de las carreteras. Las vías de la ruta de estudio se encuentran en muy buen estado, lo que favorece una alta velocidad de manejo, 80 km por hora en promedio, son poco iluminadas, por lo que la visibilidad en horas de la noche es mínima. Igualmente estas carreteras cuentan con vegetación en la orilla y numerosas áreas de cultivo, que obligan a la alta movilidad, entre los fragmentos de bosque distribuidos a lo largo de la zona de estudio. La combinación de estos factores favorece las condiciones para el atropello de vida silvestre.

Los atropellos son, a menudo, inespecíficos con respecto al sexo y condición de cada animal. El aumento de la mortalidad, en general se relaciona con el volumen de tráfico. Algunas especies tienen menos probabilidades de ser atropelladas en carreteras de alta velocidad que en las carreteras de velocidad media, ya que las primeras suelen tener en sus cercanías, hábitats menos atractivos y una mayor visibilidad, tanto para los animales y los conductores. Otras especies, sin embargo se sienten atraídas por los hábitats modificados y las carreteras de alta velocidad las convierte en sumideros de la población (Trombulank y Frissell 2000).

Si bien es cierto, la mortalidad de individuos es el efecto más notorio, las carreteras y el flujo vehicular, tiene numerosas consecuencias sobre la vida silvestre.

La construcción de la carretera afecta la compactación de los suelos, cambian su temperatura y la humedad, incrementan el movimiento de sedimentos a los cuerpos de agua, favorece la escorrentía, disminuye la infiltración y favorece la muerte de individuos de movimientos lentos (Trombulank y Frissell 2000).

A mayor escala, produce efectos como la fragmentación de hábitat, resultado de una disminución de hábitat continuo, como consecuencia se obtiene una serie de parches de tamaño pequeño y altas tasas de borde interior (Jasson 2000).

Algunas especies de vida silvestre evitan las zonas adyacentes a las carreteras debido al ruido y a la actividad humana asociada con las carreteras por ejemplo lobos, *Canis lupus* (Thurber, Peterson, y Thomasma, 1994), lince, *Felis rufus* (Lovallo y Anderson, 1996 citados por Jasson 2000)

Las carreteras y los caminos incrementan el uso de hábitat y el acceso de humanos con diversas perturbaciones y efectos ecológicos, en muchos casos persistentes en el ecosistema, como cambios en el uso de la tierra y el agua. Además aumentan las zonas para la recreación, la cacería y la caza furtiva, la pesca ilegal (Trombulank y Frissell 2000).

Esto puede reducir las poblaciones de vida silvestre en las zonas cercanas a las carreteras y contribuye a que la vida silvestre evite estas zonas (Thiel, 1985; McLellan y Shackleton, 1988 citados por Jasson 2000).

Las especies de mamíferos de amplio rango puede perder el acceso a los hábitats importantes cuando los movimientos están restringidos por las carreteras. Hábitats necesarios para las especies de vida silvestre se pueden separar a ambos lados de una carretera, poniendo en peligro las poblaciones locales (Jasson 2000).

Una de las consecuencias de la pérdida de hábitat es la disminución de la conectividad. Las carreteras crean barreras, disminuyen el movimiento natural que las especies realizan para obtener los recursos para su ciclo de vida y favorecen el aislamiento de poblaciones, y las metapoblaciones (FHAW 2002).

Las carreteras pueden impedir el movimiento de los animales por la mortalidad directa o sustracción del comportamiento. El efecto barrera varía entre las especies, tipos de vías, y la calidad del hábitat adyacente, sin embargo, el volumen de tráfico y la velocidad con fuerza influencia el efecto. Algunos autores han sugerido que las carreteras con 90 metros de ancho son barreras tan eficaces como las masas de agua dos veces más

anchas en la obstrucción de la dispersión de los mamíferos del bosque pequeño (Werner1956, Sheppe 1965 citado por NASP 2005).

Los efectos de barrera son un fenómeno que tiene impactos a nivel de individuos y poblaciones. La extinción de la población es más probable que ocurra en poblaciones pequeñas, tales como las producidas por la fragmentación del hábitat (Shaffer 1981; y Sansón 1985; citados por Jasson 2000). Los estudios han documentado que varias especies de mamíferos pequeños se muestran reacias a cruzar las carreteras, incluso las relativamente pequeñas (Oxley, Fenton y Carmody 1974; Mader 1984; Swihart y Slade 1984; citados por Jasson 2000). Las poblaciones más pequeñas y más aisladas son más vulnerables a los cambios genéticos debido a la deriva genética y depresión por endogamia (FHAW 2002 y Jasson 2000).

La dispersión de las poblaciones locales es importante para mantener el flujo de genes, que complementa las poblaciones pequeñas o en disminución. Efectos de la fragmentación del hábitat sobre la dinámica de la metapoblación y específicamente, los impactos de los caminos y carreteras en las poblaciones locales y regionales son factores importantes que afectan a la persistencia a largo plazo de las poblaciones. Como barreras para la dispersión de los animales, las carreteras son una amenaza importante a largo plazo para el mantenimiento de poblaciones de vida silvestre saludable (Jasson 2000).

El aislamiento causado por las barreras físicas al movimiento, tales como carreteras, pueden reducir el flujo de genes, lo que causa los efectos genéticos que en el extremo puede resultar en la extirpación local. Para los mamíferos pequeños, pueden resultar en alteraciones a nivel del ecosistema, debido a su importancia como dispersores de semillas y su papel como la presa de depredadores (NASP 2005).

Además las carreteras pueden alterar el comportamiento animal y la estructura social de las poblaciones. La modificación del comportamiento animal puede ser positiva o negativa. Las carreteras pueden tener disminución en las tasas de supervivencia e

interrupciones sociales en la organización para zarigüeyas pigmea de las montañas, *Burramys parvus*, al prohibir la dispersión de los machos después de la temporada de apareamiento. Estudios realizados en Nacional Banff Park en Canadá indican que es menos probable que las hembras adultas de osos pardos crucen las carreteras, a que los hombres disminuyan su probabilidad de reproducción (Gibeau Heuer 1996; Mansergh y Scotts 1987; citados por Jasson 200).

Los cambios en el entorno químico alrededor de las carreteras está ampliamente documentado. Una variedad de metales pesados derivados de aditivos para la gasolina y la carretera se ponen en el medio ambiente. El más ampliamente documentado es el plomo, pero otros son el aluminio, hierro, cadmio, cobre, manganeso, titanio, zinc y boro (Trombulank y Frissell 2000).

La principal fuente de contaminantes asociados con su uso en carretera viene de los vehículos, tanto por gasolina, como por el escape, desgaste de los neumáticos, fugas de aceite, lubricantes y fluidos hidráulicos (Forman et al. 2003 citado por NASP 2005).

Se examinó la escurrentía en carreteras urbanas y se encontró que los componentes más peligrosos en la carretera provienen directamente de los vehículos de motor, que constituyen menos del 5% de la carga total de sólidos contaminantes en el escurrimiento de carreteras. Estos componentes incluyen materiales orgánicos, como el petróleo y la parafina se encuentra en lubricantes, anticongelantes y fluidos hidráulicos, plomo, cobre, cromo, zinc, el níquel, y el asbesto (Shaheen 1975 citado por NASP2005).

A pesar de la escasa contribución de los componentes propios procedentes del vehículo, el volumen de tráfico vehicular fue identificado como el principal factor que influye en la masa de contaminantes en el escurrimiento de carreteras. (Asplund et al. 1982 citado por NASP 2005).

La mayoría de los estudios indican que la contaminación del suelo y las plantas disminuye a los 20 metros del borde de la carretera, pero que los niveles elevados de metales pesados se producen a menudo a 200 metros o más de la carretera. Los metales pesados se acumulan en los tejidos de plantas y animales. El patrón de disminución está influenciada por los patrones predominantes del viento. Una vez que los metales llegan a los ambientes acuáticos, las tasas de transporte y las distancias aumentan sustancialmente (Trombulank y Frissell 2000).

Los metales pesados pueden ser localizados en el suelo, ya sea cerca de la superficie cuando no han sido transportados hacia extractos inferiores del suelo, o muy por debajo, cuando han escurridos los largo de los horizontes. Los metales y otras sustancias químicas fijados en el suelo pueden ser removidos una vez que se inundan con el agua dulce, o transportados por el viento (Trombulank y Frissell 2000).

Las carreteras también afectarán los movimientos del agua, la sedimentación, y el transporte de contaminantes. Debido a que a menudo interrumpen o alteran el flujo y patrones de escurrimiento, las carreteras pueden afectar la cantidad y calidad de agua que va a la recarga de aguas subterráneas y pueden afectar las aguas superficiales de muchas maneras (Forman et al. 2003; NRC 1996, 2004 citados por NASP 2005).

La calidad del agua se ve afectada por el contaminante pre-enviado en el escurrimiento superficial y la atmósfera. Los contaminantes que se acumulan en las carreteras a través de vertidos, los residuos generados durante el uso de vehículos, basura y usos de terrenos adyacentes a través de cursos de agua y la esorrentía superficial.

Debido a que las carreteras son impermeables, el escurrimiento los contaminantes y residuos es mayor que la mayoría de tipos de cobertura del suelo sin construir (NASP 2005).

La esorrentía contaminada con productos químicos afecta a la vegetación en carretera, lo que origina una reducción de la floración y fructificación de las especies de plantas sensibles, lesión de la raíz, y la reducción de crecimiento. Los óxidos nitrosos son

emitidos por los vehículos y se depositan en la atmósfera ya sea a través del humo y polvo (deposición seca) o por medio de la lluvia y la nieve (deposición húmeda). Su efecto se acumula con los efectos de otras fuentes de nitrógeno en el escurrimiento, principalmente la agricultura, y pueden dar lugar a la proliferación de algas. Las algas reducen la penetración de luz, matando así a la vegetación acuática sumergida que forma la base de la cadena alimentaria. Una amplia gama de efectos puede ser generada por muchas fuentes de contaminantes químicos, incluidos los sedimentos, aceites y grasas, metales y compuestos orgánicos (Trombulank y Frissell 2000).

El flujo vehicular también afecta la calidad del aire, la mayoría de los estudios sobre el impacto de los vehículos químicos en la calidad del aire local, se centran en la presencia o ausencia de compuestos orgánicos volátiles. Los principales efectos de la contaminación local del aire provienen del aumento de los compuestos orgánicos, volátiles, óxidos nitrosos, dióxido de carbono, partículas y el ozono a nivel del suelo que proviene de las emisiones del tráfico en la carretera (NASP2005).

La zona de estudio es especialmente vulnerable al riesgo de contaminación de aguas por escorrentía, ya que presenta una zona de alta precipitación promedio anual con 4000ml, una topografía de terreno que favorece las constantes inundaciones en la época lluviosa y el desborde de ríos, un alto flujo vehicular en algunos segmentos de la carretera como Horquetas, una circulación de camiones pesados, que a partir de diciembre de 2008 deben obligatoriamente utilizar la ruta debido al cierre de la ruta por Cariblanco, posterior al terremoto de Cinchona. Esta combinación de factores propicia las condiciones para la contaminación de aguas por hidrocarburos. Todo esto se ve agravado por el hecho de que la mayoría de tierras aledañas a la ruta de estudio están dedicadas a zonas de cultivo, algunos de alto impacto ambiental, como la piña, favorecen la deposición fertilizantes y agroquímicos en aguas tanto superficiales como subterráneas.

Como se sabe poco sobre los efectos ecológicos a largo plazo de las carreteras en las poblaciones animales, se han planteado inquietudes acerca de la influencia a gran

escala de las barreras, tales como carreteras y acerca de los patrones de distribución de mamíferos (Baker 1998 citado NASP 2005). Las medidas de mitigación, tales como los pasa faunas para vida silvestre, están siendo utilizados con éxito para volver a conectar las poblaciones aisladas y ayudar al movimiento de la vida silvestre a través de caminos (Forman et al. 2003 citados NASP 2005).

En cuanto a las estrategias de mitigación por la muerte de animales silvestres en carretera, una de las más utilizadas es la colocación de pasa faunas. Para las especies que mueren atropelladas, una excelente opción la constituyen los pasa faunas elevados “overpasses” que permiten la conectividad del dosel. En este caso presente a ambos lados de la carretera en zonas de alta vulnerabilidad, como el segmento comprendido entre la localidad del Tigre y Horquetas. Según Ruediger y Digiorgio (2002) los pasos elevados son uno de los más beneficiosos y fáciles de incorporar como estructuras de cruce para la vida silvestre, porque son usualmente abiertos, provistos de luz natural y con un confinamiento mínimo, de manera que muchas especies, incluso carnívoros de diferentes tallas, utilizan este tipo de cruce.

Jackson y Griffin (2000) al igual que Ruediger y Digiorgio (2002) reconocen y recomiendan los beneficios de los “overpasses” o pasos elevados, ya que son aparentemente adaptables a muchas especies. Si se comparan con los pasos a desnivel o los “underpasses”, son poco confinados, tranquilos, mantienen las condiciones ambientales de lluvia, temperatura y luz, pueden por lo tanto servir de rutas de paso para vida silvestre y hábitats intermedios para pequeños mamíferos, reptiles y anfibios. Sin embargo, son menos convenientes para especies que son sensibles a disturbios humanos. Para el caso específico de las especies atropelladas la mayoría de ellas, como en el caso de los zorros, tienen alta adaptabilidad a los disturbios humanos (Clevenger and Waitho 2000 citados por Jackson y Griffin 2000). La construcción de este tipo de pasos es factible una vez que la vía está construida como en el caso particular de la zona de estudio.

La colocación de estructuras de paso puede ser muy importante para algunas especies, incluso especies relativamente móviles, el largo es especialmente importante para animales pequeños. Los mamíferos son generalmente capaces de aprender a utilizar pasos elevados o sistemas de túneles y podrán transferir ese conocimiento a las generaciones venideras (Ford 1980; Ward 1982; Paquet y Callaghan 1996; citados por Jasson y Griffin 2000).

Para la futura colocación de zonas de paso, la localidad de Horquetas y sus cercanías sería la prioridad, ya que es la zona donde mueren más animales por atropello, y también donde se da mayor diversidad de especies atropelladas. Esta zona presenta buenas condiciones, debido a que en varios segmentos de la carretera cuenta con vegetación aledaña, además carece de iluminación, por lo que la luz natural sería homogénea a lo largo de la vía, el mantenimiento de la iluminación natural a través de la pasa fauna puede ayudar a que las especies los utilicen (Jasson y Griffin 2000).

En cuanto al tamaño, el ancho de la carretera es corto ya que es una vía de sólo dos carriles, lo que proporciona una corta distancia de cruce, apropiada para mamíferos pequeños y mediados. Las zonas con mayor cantidad de vegetación a ambos lados de la carretera, además favorecen que los pasa faunas elevados puedan retener más humedad. El mantenimiento de la humedad es importante para algunas especies de anfibios. Las musarañas son a menudo más activas (o más móviles) en las noches de lluvia y también pueden preferir sustratos y ambientes húmedos para de viaje. (Jasson y Griffin 2000)

El ruido puede ser un factor limitante para la utilización de pasos en la zona de estudio, ya que según Jasson y Griffin (2000) el ruido del tráfico puede ser un problema para algunos mamíferos, especialmente los sensibles a perturbación. Sin embargo, los paso elevados que incorporan árboles y arbustos en los bordes parecen ser más tranquilos, y favorecen su uso por la vida silvestre.

La zona de colocación exacta sería fácilmente determinada con una fotografía aérea, para colocar los pasos elevados lo más cerca posible de parches de vegetación, que proporcionen las condiciones básicas para completar ciclo de vida, o favorezcan la conectividad con otras zonas.

En cuanto a los materiales, estos pueden variar de acuerdo con los presupuestos y pueden construirse tanto de mecate, como de madera o en materiales más perecederos como el acero o aluminio. Lo óptimo sería un material de alta durabilidad, ya que en la zona la precipitación es alta.

Ruediger y Digiorgio (2002) y White (2007) tienen amplias recomendaciones tanto de los materiales como de los tamaños de los diversos pasa faunas de vida silvestre, al igual que White y Erns (2006).

Jackson (2000) recomienda el monitoreo y evaluación de las estructuras de paso, que provean información para usarse en el diseño de futuras estrategias de mitigación. Los estudios de monitoreo permiten evaluar la eficacia de la estructura al ser de utilizada por la vida silvestre y proporcionan una valiosa información para su uso en el diseño de futuras estrategias de mitigación. El uso de cámaras y contadores proporcionan información acerca de los animales que utilizan las estructuras, son muy útiles para determinar el grado en que las carreteras inhiben el movimiento de vida silvestre y el grado en que las estructuras de cruce son capaces de atenuar estos efectos. En el caso de Costa Rica, donde la experiencia es relativamente poca, exceptuando algunas regiones del Pacífico Central y Guanacaste donde se han colocado estructuras principalmente para el paso de primates, esto sería una estrategia que permitiría ir adaptando los pasa faunas a la diversidad de vida silvestre del país, ya que la mayoría de las experiencias en este tema se desarrollaron en los Estados Unidos, Canadá y Europa.

Algunas de las técnicas más eficaces para facilitar la circulación de la fauna silvestre son también bastante caras. Por lo que deben acompañarse de identificación de zonas de conectividad. Un enfoque idealizado tiene que evaluar las características del paisaje para determinar el hábitat más valioso para los movimientos de vida silvestre. La designación de estas áreas como zonas de "conectividad" a lo largo de una vía es una estrategia para la protección importante y proporciona una mitigación más eficaz (Jasson y Griffin 20002).

Las zonas de conectividad en la zona de estudio requieren de un esfuerzo grande para ubicar aquellos parches mayores a 10 hectáreas que se encuentren cercanos entre sí. Se puedan unir mediante cercas vivas o corredores. La conectividad es difícil en la zona de estudio debido a lo fragmentado del hábitat, no sólo por la influencia de la carretera, sino por la gran cantidad de zonas de cultivo. Aparte muchas de estas zonas de cultivo corresponden a cultivos de poca cobertura como el caso de la piña.

La búsqueda de conectividad requiere de un detallado estudio con fotografías aéreas, y la concientización de los dueños de estas áreas boscosas, para que permanezcan en programas de conservación, así como la motivación a la creación de corredores en zonas aledañas a las carreteras, para tratar de unir estas zonas a áreas boscosas protegidas como el Parque Nacional Braulio Carrillo (inmenso también en la problemática de los atropellos de vida silvestres en la ruta 4), y la Reserva Biológica La Selva, entre otros.

Otra de las alternativas importantes es el uso señales en la vía, principalmente en aquellas zonas con alta abundancia de atropellos, nuevamente sería prioridad el segmento comprendido entre el Tigre y la localidad de Horquetas y las localidades de La Virgen a Chilamate. Estas zonas son especialmente importantes, ya que el segmento entre el Tigre y Horquetas presenta además, la más alta cantidad de muertes por atropello de toda la zona de estudio. El segmento de la carretera comprendido entre La Virgen y Chilamate son centros de poblados bastante importantes, con tres escuelas en la ruta e importantes hoteles turísticos, por lo que

se previene no sólo la muerte de animales silvestres, sino que se involucra a las comunidades en la educación ambiental y la concientización de esta problemática.

Existen numerosas opciones de señales, algunas más costosas con luces fijas o intermitentes, sin embargo por los costos de mantenimiento, para las localidades de esta zona se recomiendan señales simples, como las utilizadas en el país para prevenir el ganado en la vía. Existe una medida establecida y regulada por el MOPT para el país.

Como todas las actividades de protección y conservación del medio ambiente es necesario apoyar con programas o planes de educación ambiental, que concienticen, eduquen e informen sobre la problemática en la que se está trabajando. En el caso específico de este proyecto, se implementó un Plan de Educación Ambiental en las escuelas ubicadas en la ruta de estudio, el plan contempla 14 actividades dirigidas que ayudaron a cumplir satisfactoriamente con los objetivos propuestos.

Como actividad introductoria se impartió una charla informativa sobre los datos relevantes del proyecto al que está adscrito el Plan de Educación, con el fin de ubicar y contextualizar a los niños y maestros en el tema.

Asimismo, se proyectó un vídeo llamado “Mamíferos” pues, según Picado (2000) está comprobado que la utilización de materiales audiovisuales favorece la percepción de la información, debido a que en un nivel de participación visual y verbal se tiene la capacidad de recordar el 50% de lo que oímos y vemos.

Las actividades al aire libre constituyeron otras de las estrategias utilizadas para motivar e incentivar el aprendizaje creativo en el estudiantado. Es sabido, el hacer que el aprendizaje sea divertido depende del tipo de comunicación y del ambiente donde se desarrolle. Cuando los guías o facilitadores crean una atmósfera informal, en ambientes relajados y no típicos como el aula, la interpretación ambiental se torna amena y el aprendizaje significativo (Ham 1992).

La ejecución de actividades específicas como: El Túnel, La Carretera y Adivina Dónde Vivo impulsaron y fortalecieron el trabajo en equipo. De acuerdo con uno de los principios psicopedagógicos para una intervención educativa en el aula: “potenciar la colaboración y el trabajo en equipos da lugar a una mediación entre los alumnos y lo que se desea aprender” (Picado 2000).

La confección de materiales didácticos por parte de los niños fue de gran provecho para la transmisión del conocimiento. De acuerdo con la teoría del “Cono de Aprender”, simular una experiencia de la vida real o hacer algo de la vida real, cuando el nivel de participación es activo, se recuerda el 90% de los que se hace.

Si se parte de que se necesita conocimiento previo de la historia natural de cada una de las especies de mamíferos silvestres que son vulnerables a ser atropellados, para crear una conciencia de conservación ecológica, tiene que resaltarse la dificultad para transferir la historia natural de tantas especies como una debilidad metodológica del plan en cuestión.

Como uno de los puntos fuertes del plan, se señaló la transmisión efectiva de la información general del grupo de los mamíferos, y gracias a todas las actividades ejecutadas (especialmente “La Carretera”) se lograron asociar las muertes por atropello a la fragmentación del hábitat, a necesidades básicas como alimentación, desplazamiento y búsqueda de pareja, en términos sencillos, contextualizados y con un lenguaje adecuado para los niños capacitados.

CONCLUSIONES

1. Las especies vulnerables al atropello en la ruta de estudio son especies de alta movilidad, que tienen como característica la plasticidad de hábitat.
2. El número de individuos por cada 100 kilómetros es alto si se compara con los registros publicados para Costa Rica.
3. A pesar de que las especies atropelladas son consideradas comunes, el rol ecológico es importante, ya que la mayoría de ellas actúan como especies dispersoras, importantes para los primeros estadios de regeneración boscosa.
4. Existen tres segmentos de la carretera donde la muerte de mamíferos es mayor, por lo tanto deben considerarse puntos de alta vulnerabilidad en la ruta de estudio: La Virgen- Chilamate, el Cruce Puerto Viejo y finalmente el segmento comprendido entre Tigre- Horquetas.
5. Los pasa faunas recomendados son los pasos elevados, por las características propias de las especies que mueren en la zona.
6. La localidad de Horquetas es la zona prioritaria para la colocación de pasa faunas, ya que la vegetación a ambos lados de la carretera favorecería la utilización de los mismos y es la zona con mayor abundancia y diversidad de especies atropelladas.
7. Los pasa faunas deben implementarse acompañados de una señalización en zonas vulnerables. Debido a las características del hábitat aledaño a las localidades de La Virgen y el Cruce a Puerto Viejo, los pasa faunas no son una opción viable.
8. Las áreas de conectividad de hábitat son prácticamente nulas, y debe buscarse el apoyo de propietarios de fincas para generar corredores biológicos, paralelos a la carretera.
9. Los niños que mejor responden a la campaña de educación ambiental son los de quinto grado, ya que tienen la edad y los conocimientos para seguir el proceso.

- 10.** En las escuelas aledañas a la carretera, la respuesta de los niños es mayor, ya que reconocen la problemática y se identifican con más facilidad con esta.

- 11.** La campaña de capacitación y sensibilidad debe acompañarse de empresarios líderes en gestión ambiental y aprovechar las plataformas existentes en las empresas, lo que facilita logísticas, disminuye costos y maximiza resultados.

RECOMENDACIONES

1. Es conveniente que estudios de esta naturaleza se realicen en periodos de tres años, porque con condiciones climáticas tan cambiantes como las del país, es necesario un tercer año que valide la influencia de los patrones de precipitación en los movimientos de las especies.
2. Sería conveniente realizar este mismo tipo de estudio en la Ruta 4, para determinar las muertes que se dan en la carretera frontal del Parque Nacional Braulio Carrillo, para comparar y analizar ambos estudios, así como las influencias de los atropellos en las poblaciones silvestres de esta zona protegida.
3. En futuros estudios es conveniente cuantificar con detalle el flujo vehicular de la zona de estudio y analizar los efectos sobre contaminación de fuentes de agua y aire.
4. En cuanto a la divulgación, es necesario por cuestiones de presupuesto y de logística provechar actividades organizadas por las comunidades de estudio como plataforma de divulgación.
5. Es conveniente tratar de incorporar a los empresarios privados y buscar patrocinadores para colocar dos pasos elevados en la zona de Horquetas.
6. Sería deseable también, con la ayuda de empresarios colocar señales de prevención de animales silvestres en la vía, en las zonas identificadas como vulnerables.
7. En cuanto a la educación ambiental, por cuestiones de logística, costos y alcances, sería conveniente dirigir futuros programas a la capacitación de docentes, ya que se puede atender un mayor número y estos replicarían las experiencias en sus escuelas, de esta manera el número de beneficiados sería mayor.
8. En estudios de esta naturaleza con alta demanda de trabajo de campo, es necesario que los investigadores dispongan, de al menos una jornada de ocho horas semanales, que les permitan las constantes salidas al campo que se requieren.

BIBLIOGRAFÍA

- Arroyave, M. P., C. Gómez, M. E. Gutiérrez, D. P. Múnera, P. A. Zapata, I. C. Vegara, I. M. Andrade, y K. C. Ramos. 2006. Impactos de las carreteras sobre la fauna silvestre y sus principales medidas de manejo. Revista EIA, ISSN 1794-1237 Número 5 p. 45-57. Junio 2006. Escuela de Ingeniería de Antioquia, Medellín (Colombia).
- Bowers, M. A., Matter, S.F. 1997. Landscape Ecology of mammals: Relationships between density and patch size. *Journal Mammalogy*, 78(4).999-1013pp.
- Cassasola, L (1990). Turismo y ambiente. México: Trillas, S. A.
- Costarican trails. 2007. Sarapiquí. [En línea (<http://www.costaricantrails.com/Images/mapas>)] Consulta 4 abril, 2007.
- FHWA .2002 Wildlife Connectivity Europe Across European Highways. Federal Highway Administration U.S. Department of Transportation. Publication No. FHWA-PL-02-011 HPIP/08-02(7M) EW. Washington, D.C. U.S.A.
- Fundación Neotrópica. 1992. Evaluación ecológica rápida Península de Osa Costa Rica. Programa Boscosa. San José, Costa Rica.
- Fournier, L. 1998. Fragmentos de Bosque y corredores biológicos en Conservación del bosque en Costa Rica. ed Academia Nacional de Ciencias San José, Costa Rica.
- Goosem, M. 1997. Internal fragmentation: the effects of roads, highways and powerline clearings on movements and mortality of rainforest vertebrates. pp. 241-255. En: Tropical forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities. W. F. Laurence y R. O. Bierregard junior (eds). University of Chicago Press, Chicago.
- Ham, S. H. 1992. Interpretación Ambiental. Una guía práctica para gente con grandes ideas y presupuestos pequeños. Golden, Colorado. North American Press. 437 p.
- Hernández, M.1988. Road mortality of the Little Owl (*Athene noctua*) in Spain. *Journal of Raptor Research*, 22: 81-84.
- Hondson, N. L.1962. Some notes on the causes of bird road casualties. *Bird Study*, 9:168-73.
- Jackson, S.D. and C.R. Griffin. 2000. A Strategy for Mitigating Highway Impacts on Wildlife. Pp. 143-159 In Messmer, T.A. and B. West, (eds) *Wildlife and Highways: Seeking Solutions to an Ecological and Socio-economic Dilemma*. The Wildlife Society.

- Jackson, S.D. 2000. Overview of Transportation Impacts on Wildlife Movement and Populations. Pp. 7-20 In Messmer, T.A. and B. West, (eds) *Wildlife and Highways: Seeking Solutions to an Ecological and Socio-economic Dilemma*. The Wildlife Society
- Kattan, G. 2002. Fragmentación: patrones y mecanismos de extinción de especies. En: Guariguata M. y G. Kattan (eds). *Ecología y conservación de bosques neotropicales*. Ediciones LUR, Cartago.
- Krohne, D. T. 1997. Dynamics of Metapopulations of small mammals. *Journal of Mammalogy*, 78(4):1014-1026pp.
- Maldonado, T.1998. Uso de la tierra y fragmentación de bosques en algunas áreas críticas en el Área de Conservación Osa. Costa Rica. En *Conservación del bosque en Costa Rica*. ed Académia nacional de ciencias San José Costa Rica.
- Monge-Nájera. J. 1995. Vertebrate Mortality on tropical Highways. The Costa Rica Case. *Vida Silvestre neotropical* 5 (2): 1996
- Mora, J.M. 2000. *Mamíferos Silvestres de Costa Rica*. EUNED. San José. Costa Rica.
- NAPS. 2005. Assessing and Managing the Ecological Impacts of Paved Roads. [En línea (<http://www.nap.edu/catalog/11535.html>)]. The National Academies Press. Washington, D.C. U.S.A.
- NCHRP. 2002. *Interaction Between Roadways and Wildlife Ecology*. National Cooperative Highway Research Program. Washington, D.C. U.S.A.
- Peris. S., R. Baquedano, A. Sánchez y M. Pescador. 2005. Mortalidad del jabalí (*Sus scrofa*) en carreteras de la Provincia de Salamanca (no de España) ¿Influencia de su comportamiento social? *Galemys*, 17 (1-2): 13-23, 2005 ISSN: 1137-8700
- Picado, G., F.M 2000. *Didáctica General. Una perspectiva integradora*. EUNED. San José.
- Primack, R. 1998. *Essentials of conservation biology*. 2ed. Sinaeur. 659p.
- Rodríguez, A. (2002). *Lynx pardinus* Temmick, 1827. Pp 302-305. En: L. J. Palomoy J. Gisbert (eds). *Atlas de los Mamíferos terrestres de España*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza-SECEM-SECEMU, Madrid.
- Rodríguez-Prieto, I. and Fernández-Juricic, E. 2005. Effects of direct human disturbance on the endemic Iberian frog *Rana Iberica* at individual and population levels. En: *Biological Conservation* 123: 1-9.
- Rodríguez, J., Chinchilla, F. 1996. Lista de mamíferos de Costa Rica. *Revista Biología Tropical*, 44(2):877-890.pp.

Ruediger, B. and M. DiGiorgio. 2002. Safe Passage: A user's guide to developing effective highway crossings for carnivores and other wildlife. [En línea ([www. Carnivoresafepass.org](http://www.Carnivoresafepass.org))]

Smather S, W., Jr. 2001. The socioeconomic impacts of wildlife-vehicle collisions. pp: 21. En: Wildlife and highways: seeking solutions to an ecological and socioeconomic dilemma. 7th Annual Meeting of

Switalski, T.A; J.A, Bissonette; T.H, DeLuca; C.H, Luce; and M-A, Madej. 2004. Benefits and impacts of road removal. *Front Ecol Environ* 2004; 2(1): 21–28. The Ecological Society of America.

Taylor, B.D. and Goldingay R. I. 2004. Wildlife road kills on three major roads in North-Eastern New South Wales. En: *Wildlife Research* 31: 83-91.

Trombulak, S.C. and CA. Frissell. 2000. Major Effects Roads on terrestrial and Aquatic Communities. *Conservation Biology* Pages 18-30. Volume 14 No 1, February 2000.

White, P.A. and M, Ernst. 2006. SECOND NATURE: Improving Transportation Without Putting Nature Second. Defenders of Wildlife. Washington, D.C. U.S.A.

White, PA. 2007. GETTING UP TO SPEED: A Conservationist's Guide To Wildlife and Highways. Defenders of Wildlife. Washington, D.C. U.S.A.

Apéndices

ESTRATEGÍAS PARA LA CONSERVACIÓN DE MAMÍFEROS SILVESTRES 2009
 EN LA RUTA DE ACCESO A SARAPIQUÍ 2009
 Instituto Tecnológico de Costa Rica
 Sede Regional San Carlos
 Escuela de Ciencias Y Letras

Siglas de localidades			
CH	Chilamate	PA	Pozo Azul
H	Horquetas	NZ	Nazareth
LG	La Guaria	RC	Rio Cuarto
LS	La Selva	LV	La Virgen



Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total	Categoría
Sciuridae	Sciurus variegatoides	Ardilla		1						1				2	
Dasyproctidae	Dasybus novencintus	Armadillo	1		1		1			1				4	
Procyonidae	Procyon lotor	Mapache													
Mirmecophagidae	Cyclopes didactylus	Cerafin de platanar													
Mustelidae	Mustela frenata	Comadreja													
Leporidae	Sylvilagus brasiliensis	Conejo de Monte													
Mustelidae	Galictis vittata	Grison													
Procyonidae	Potos flavus	Martilla	1				1		1					2	
Mirmecophagidae	Tamandua mexicana	Oso Hormiguero					2				1			3	
Bradyrodidae	Choloepus hoffmanni	Perezoso													
Bradyrodidae	Bradipus variegatus	Perezoso de tres dedos													
Procyonidae	Nasua narica	Pizote													
Didelphidae	Philander opossum	Zorro de Agua													
Didelphidae	Caluromyus derbianus	Zorro de Balsa													
Mustelidae	Coneatus semistriatus	Zorro Hediondo					2				1			3	
Didelphidae	Didelphis marsupialis	Zorro Pelón	3	1	3	1	7					2		17	
Rodentidae	Coendum mexicanus	Puerco espín		1		1								2	
	Sin Identificar	Ratón	1									1		2	
	Aves		2	5	4	1	1				2	3		18	
	Reptiles			8	3				2	2				15	
	Anfibios		3	5	3	1	1		5	4	5			27	

Apéndice 1. Base de datos utilizada para el conteo de mamíferos silvestres atropellados durante el 2009, en la ruta de estudio.

MAMÍFEROS MUEREN ATROPELLADOS EN CARRETERAS DE ACCESO TURÍSTICO AL CANTÓN DE SARAPIQUÍ

Diseño e implementación de estrategias para la conservación de poblaciones de mamíferos silvestres en rutas de acceso turístico al cantón de Sarapiquí es el nombre del proyecto de investigación del Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR) adscrito a la Escuela de Ciencias y Letras, avalado y financiado por la Vicerrectoría de investigación y Extensión (VIE).

El proyecto tiene como objetivo general implementar y diseñar estrategias para la conservación de poblaciones de mamíferos silvestres que son vulnerables a ser atropelladas en rutas turísticas de acceso al cantón de Sarapiquí.

Entre los principales objetivos específicos se destacan, a saber:

- ✓ Registrar las especies de mamíferos que más atropellos sufren en rutas de acceso turístico.
- ✓ Elaborar un programa de educación ambiental para sensibilizar e incentivar a niños y maestros de escuelas a colaborar en el monitoreo de

mamíferos atropellados rutas de acceso turístico.

✓ Divulgar a empresarios turísticos locales, guías turísticos, transportistas asociados al sector turismo, los principales resultados del proyecto.

El proyecto está en ejecución desde febrero de 2008 y finaliza en diciembre de 2009.

El número de mamíferos silvestres atropellados en carretera se registran por medio del método de conteos directos a lo largo de la ruta 126 desde San Miguel de Sarapiquí hasta la Virgen (red vial secundaria) siguiendo la ruta 4 desde Chilamate, Puerto Viejo, El Tigre, Horquetas, San Jorge hasta el cruce en Santa Clara.

Los investigadores efectúan cuatro monitoreos mensuales y recolectan muestras a lo largo de la ruta establecida, específicamente: dos en horas tempranas de la mañana (entre 6:00 a.m. y 9:00 a.m.). Lo anterior debido a que estas son las horas en que las especies de mamíferos presentan mayor actividad y además es factible que muchos animales mueran

atropellados durante la noche por la disminución de la visibilidad.

Se realizaron dos acciones divulgativas en las que participaron, empresarios turísticos, guías y transportistas privados, personal de MINAE y personal del Corredor Biológico San Juan- La Selva, asociaciones ambientales de las comunidades cercanas a la ruta de estudio. En estas actividades se expuso la problemática que representa la muerte de animales en carretera y los principales resultados y logros de proyecto. En diciembre de 2008 se brindó un informe en una reunión dirigida a Empresarios turísticos en el Hotel Montaña de Fuego.

Durante este año ya se visitó y otorgó material divulgativo, alusivo al proyecto a diferentes empresas turísticas, entre las que figuran: Aramacao Lodge, Aventuras Sarapiquí, Souvenir Río Sarapiquí, Selva Verde Lodge, Hotel La Quinta, Posada Andrea Cristina, La Tirimbina, Hacienda Pozo Azul, el Serpentario Snake Garden.

Con el fin de cumplir con la proyección social de las universidades hacia las comunidades, se elaboró un Plan de

Educación Ambiental cuyo objetivo primordial es crear una conciencia conservacionista en los niños. El Plan se ejecutará durante el segundo semestre del año en curso, se capacitará a 12 maestras y a 150 niños de quinto grado de las escuelas aledañas a la ruta de estudio. Las escuelas seleccionadas, previa reunión con los respectivos directores, son: Luis Demetrio Tinoco, Corazón de Jesús, Claudio Lara, Chilamate, La Guaría Morada, La Tigra.

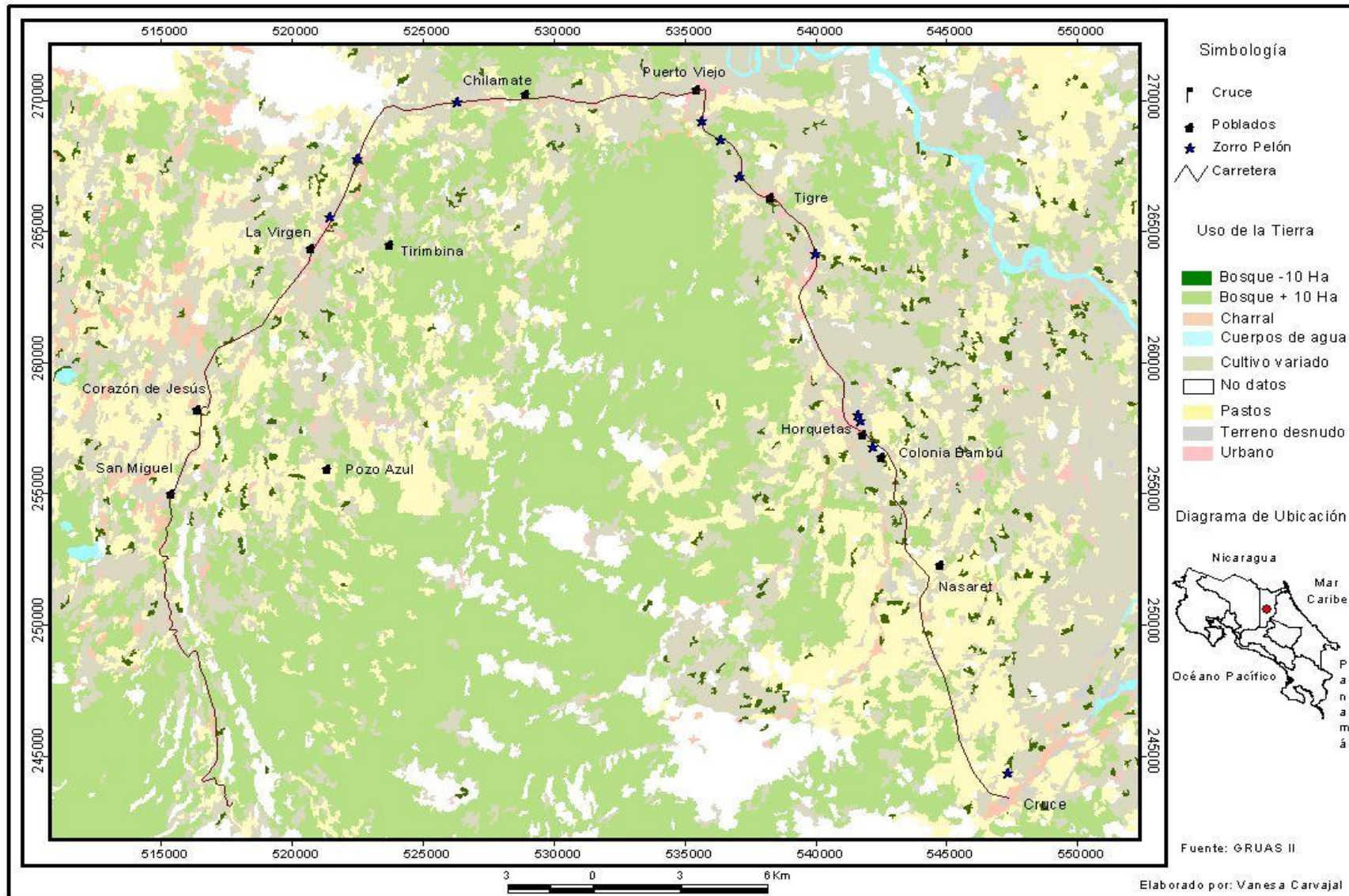
Los principales resultados de la investigación, durante el periodo 2008, evidenciaron que de 135 animales registrados como atropellados los

Mamíferos es el grupo que presenta mayor número de individuos atropellados con 55, mientras que el grupo menos afectado con los Reptiles con 19 (Figura 1). Dentro del grupo de los mamíferos, la especie que más muertes por atropellos presentó fue el zorro pelón (*Didelphis marsupiales*) con 24 individuos, seguido por el armadillo (*Dasybus novemcinctus*) con 15. En menor cantidad, solamente tres individuos, el oso hormiguero

(*Tamandua mexicana*) y el zorro hediondo (*Coneatus semistriatus*).

El número de atropellos en la zona se ve afectado por: la cobertura vegetal alrededor de la vía, la anchura de la vía, el número de vehículos y la velocidad a que estos viajan, la iluminación pública en la vía, la cercanía a cuerpos de agua y el comportamiento y los hábitos de las especies que tratan de cruzar.

Al finalizar este proyecto se propondrá a la Cámara de Turismo de Sarapiquí Y las Autoridades del MINAE, la colocación de señales y reductores de velocidad como estrategia para reducir los atropellos en otras.



Apéndice 3. Mapa con los puntos de atropellos de zorro pelón durante el 2009, en la ruta de estudio.

