



CARRETERAS Y VIDA SILVESTRE: SITUACIÓN DE COSTA RICA.

Individuo de zorro pelón atropellado en carretera.

Vanessa Carvajal Alfaro.

Escuela de Ciencias Naturales y Exactas. Tecnológico de Costa Rica, Sede San Carlos.

vcarvajal@itcr.ac.cr

Costa Rica es un pequeño país centroamericano que no escapa a los efectos de las carreteras sobre la vida silvestre. El país está dividido en 11 áreas de conservación donde se protegen 160 áreas en diferentes categorías, un 25 % del país se encuentra bajo alguna categoría de manejo. Lamentablemente, el rápido desarrollo urbano, la agricultura y ganadería extensiva produjo una enorme deforestación en la década de los 50 en el siglo pasado, por lo que muchas de estas áreas de conservación quedaron como islas aisladas entre sí, la situación se agrava por el hecho de que prácticamente todo el país se encuentra atravesado por carreteras.

De manera que tal como señala Gottdenker *et al.* (2001) las carreteras son uno de los componentes más difundidos en los paisajes regionales, nacionales e internacionales; dentro y fuera de las áreas protegidas. Muy a menudo, la fauna silvestre usa estas carreteras, y a veces, con graves consecuencias.

Costa Rica es el país con mayor densidad de carreteras en Centroamérica. Esta característica hace que indudablemente impacte la fauna silvestre de manera significativa, y de muchas formas como: efecto barrera, pérdida de calidad de hábitat para la fauna silvestre y pérdida de la conectividad de sus poblaciones (Gutiérrez y Sáenz, 2013).

Esta situación ha llevado en los últimos años a un interés creciente por los efectos de las carreteras costarricenses en la vida silvestre, de manera que se ha venido generando información sobre todo en lo que respecta a efectos directos como los atropellos, por ejemplo Monge-Nájera. J. (1996) realizó una investigación donde muestreó un total de 10.250 kilómetros de la carretera, incluyendo parques nacionales donde encontró que las especies más afectadas de vida silvestre fueron, el zorro pelón (*Didelphis marsupiales*) (Figura 1) y el oso hormiguero (*Tamandua mexicana*). Tanto en número de especies afectadas y en el número total de individuos, la mayoría de las víctimas fueron mamíferos, seguidos por los pájaros y luego por los reptiles; y finalmente por los anfibios (Monge-Nájera 1996).

Carvajal y Díaz (2008) muestrearon un área 1491 kilómetros e identi-

caron un total de 337 animales atropellados en la carretera San Ramón-Fortuna, específicamente, en el caso de los mamíferos silvestres objeto de estudio se registraron un total de 74 muertes. El zorro pelón (*Didelphis marsupialis*) registró el mayor número de individuos atropellados, un total de 32, seguido del oso hormiguero (*Tamandua mexicana*) y el armadillo de nueve bandas (*Dasyus novemcinctus*) con siete individuos cada uno. La tercera especie fue la rata de caña (*Sigmodon hispidus*) con seis individuos. El conejo de monte (*Sylvilagus brasiliensis*) y el zorro de cuatro ojos (*Philander oposum*) registraron cinco individuos. En el caso del zorro hediondo (*Coneatus semistriatus*), el zorro de balsa (*Caluromys derbianus*) el total de individuos atropellados fue cuatro para cada uno.

Carvajal y Díaz (2013) posterior a un muestreo de 2272 kilómetros en la Carretera Fortuna-Liberia reportaron un total de 83 animales, los mamíferos fue el grupo con mayor cantidad de individuos atropellados, con un total de 54, los restantes 29 se distribuyeron en aves, anfibios y reptiles. Dentro del grupo de los mamíferos, se encontraron cinco órdenes, nueve familias y 10 especies. El zorro pelón (*Didelphis marsupiales*) nuevamente es la especie que registró mayor número de atropellos, con un total de

20. Consecutivamente, el oso hormiguero (*Tamandua mexicana*) y la ardilla (*Sciurus variegatoides*) fueron las especies que presentaron un mayor número de atropellos, seis. La tercera especie fue el armadillo de nueve bandas (*Dasybus novemcinctus*) con cinco individuos registrados.

También Carvajal y Díaz (2014) contabilizaron e identificaron un total de 231 animales atropellados tras 39 muestreos de campo con distancias de 63,5 kilómetros cada uno, en la rutas 4 y 32, donde el zorro pelón (*Didelphis marsupialis*) es la especie que registra mayor número de individuos, 43 en total, seguido por el armadillo (*Dasybus novemcinctus*) con 19 individuos. En tercer lugar con mayor número de individuos se ubican el zorro hediondo (*Conepatus semistriatus*) con un total de seis individuos atropellados, al igual que el oso hormiguero (*Tamandua mexicana*).

De igual manera Artavia (2015) registró en la Ruta 32 zorro pelón (*Didelphis marsupialis*), como la especie que registra más atropellos seguido del armadillo (*Dasybus novemcinctus*), el perezoso de dos dedos (*Choloepus hoffmanni*), el zorro gris de cuatro ojos (*Philander opossum*)

y el zorro de balsa (*Caluromys derbianus*).

El zorro pelón es la especie que más muertes reporta para Costa Rica lo que coincide con lo reportado para otros países latinoamericanos con Pinowski (2005) y Cordero (2000) para Venezuela. Además son los vertebrados atropellados más frecuentes en las carreteras de Argentina (Cándido-Jr. et al. 2002 citado por Pinowski, 2005) y Brasil (Ribeiro y Monchiski, 1998; Cándido-Jr. et al., 2002 citado por Pinowski, 2005).

Debido a varios casos de atropellos en la Carretera Interamericana Sur, específicamente en los páramos del Cerro de la Muerte y los bosques de Roble en esa misma carretera, el Área de Conservación La Amistad Pacífico desarrolla esta investigación para identificar los diferentes grupos de animales que se ven afectados para determinar las zonas de alta vulnerabilidad y determinar las “zonas de riesgo”, con el fin de direccionar acciones para la reducción de esta amenaza. Entre los resultados preliminares se han encontrado la muerte principalmente de aves como pavas (*Chamaepetes unicolor*) y escarcheros (*Turdus nigrescens*)

y mamíferos como puercoespín (*Coendou mexicanun*), conejos (*Silvilagus dicei*) y comadrijas (*Mustela frenata*) (Ugalde y Carbonell, 2013).

Otro estudio en la Carretera Interamericana Sur que limita con el Parque Nacional los Quetzales, determinó que los factores de mayor riesgo para el atropello de fauna silvestre son la presencia de rectas en carretera y cercanía a zonas boscosas, ya que funcionan como corredor biológico (Monge et al., 2013).

Las organizaciones PANTHERA y el Centro de Rescate Las Pumas, levantan actualmente una base de datos de especies indicadoras e importantes debido a su estado de conservación como los felinos y las dantas que están siendo afectadas por las redes viales a nivel nacional a partir del año 2010. Se tiene un total de 81 individuos reportados de los cuales 15 equivalen a avistamiento y el resto (66) a atropellos de los cuales 86% murieron y 14% fueron reintroducidos, siendo el más representativo el manigordo (*Leopardus pardalis*) el 64% de los reportes (Araya y Pomadera, 2013).

Existen también estudios sobre la herpetofauna por ejemplo Lobo et al. (2013) registraron atropellados 1100 individuos de anfibios distribuidos en 12 especies y mientras que de reptiles reportaron 225 individuos de 23 especies, dos especies de tortugas y dos especies de lagartijas en un estudio en la carretera Interamericana Norte que atraviesa el Área de Conservación Guanacaste. La alta mortalidad de anfibios y reptiles fue marcada por la estación lluviosa, cuando los animales las cruzan hacia sus hábitats de reproducción.

La víbora de sangre (*Ninia sebae*) fue la especie más atropellada, seguida de la boa (*Boa constrictor*), la culebra terciopelo (*Bothrops asper*), la iguana (*Iguana iguana*) y varias especies de tortugas terrestres son las especies que más mueren en la Ruta 32 del país (Artavia, 2015). Los reptiles y anfibios son atraídos hacia las carreteras para elevar su temperatura corporal en noches frescas. (Lobo et al., 2013) (Figura 2).



Serpiente muerta por atropello.

Artavia (2015) registro a los anfibios con un 46.5% del total, con el grupo de vertebrados que más muere atropellado en la Ruta 32, en el siendo el sapo común (*Rhinella marina*), la rana toro (*Leptodactylus savagei*), el sapito de hojarasca (*Rhaebo haematiticus*) y las solda con solda (*Gymnopsis sp.*) las especies encontradas con mayor frecuencia. Rojas (2011) reportó el sapo común *Rhinella marina* como de las especies más afectadas por la mortalidad en una carretera secundaria en Costa Rica.

Los anfibios y reptiles son particularmente vulnerables a atropellos, ya que se sienten atraídos por el asfalto caliente; sin embargo, sus cadáveres rara vez son contados (Noss, 2002).

La mayoría de las investigaciones reportadas para el país se centran en atropellos, posiblemente debido a que varios autores consideran ese como el efecto más notorio y devastador. Por ejemplo (Coffin, 2007) señala la mortalidad directa de los animales debido a las colisiones de vehículos es el primer efecto evidente de la reducción de poblaciones silvestres.

El atropello de animales en carretera puede tener consecuencias demográficas para algunas especies de la vida silvestre (Maehr *et al.*, 1991 citado por Jones, 2000; Trombulak y Frissell, 2000).

Varios factores se combinan para hacer una especie vulnerable a la mortalidad vial. Las especies que se sienten atraídas por las carreteras o al menos no las evitan y que muestran evitación baja a la colisión (por ejemplo, especies de lento movimiento) son particularmente vulnerables (Van Langevelde y Jaarsma 2005 citados Fahrig y Rytwinski, 2009). Esta combinación es probablemente responsable de los efectos negativos frecuentes de las carreteras y el tráfico en las abundancias de anfibios y reptiles (Fahrig y Rytwinski, 2009).

Las especies más grandes son particularmente vulnerable a la mortalidad vial ya que tienen rangos más grandes de movimiento y bajas tasas de reproducción, y no evitan las carreteras o el tráfico (Gibbs y Shriver,

2002; Forman *et al.*, 2003 citados por Fahrig y Rytwinski, 2009). Si los animales con grandes rangos de movimiento no evitan las carreteras, la alta frecuencia con que las cruzan conduce a una alta probabilidad de atropello.

Debido a que los animales con grandes rangos de movimiento suelen tener bajas tasas de reproducción (por ejemplo, los grandes carnívoros), no pueden compensar rápidamente una alta mortalidad a través de mayor reproducción, por lo que la mortalidad conduce a la disminución de la población (Fahrig y Rytwinski, 2009). De manera que las redes de carreteras también afectan particularmente a especies de carnívoros de gran alcance (Maehr *et al.*, 1991, Brandenburg, 1996 citados por NAPS, 2002).

La mortalidad por atropellos puede deprimir la abundancia poblacional si esta es lo suficientemente alta, en relación con tasas de la mortalidad de fondo, es decir, la que sufre la población en forma natural (Fahrig y Rytwinski, 2009 citado por Jackson y Fahrig, 2011). Esta disminución de la población "efecto agotamiento" también conduce a la pérdida de la variabilidad genética debido a la deriva genética (Jackson y Fahrig, 2011).

Por lo tanto, si en las rutas las tasas de mortalidad son altas, es de esperar un efecto especialmente negativo en la diversidad genética, dado que la reducción en la abundancia y la conectividad pueden estar ocurriendo simultáneamente (Jackson y Fahrig, 2011).

Jackson y Fahrig (2011) a través de modelos de simulación encontraron que, la mortalidad en la carretera produce una continua disminución en tamaño de la población, dando lugar a un efecto aditivo sobre la diversidad que puede tener enormes consecuencias para las poblaciones en el largo plazo. Incluso afirman que la reducción del tamaño de la población debido a la mortalidad de tráfico después de un lapso prologado tiene un impacto mucho mayor sobre la diversidad genética, que el "efecto barrera", que se ha señalado como uno de los efectos de las carreteras que más contribuye a la reducción de la diversidad genética.

Como una consecuencia indirecta de los atropellos en carretera y los efectos en la abundancia, se puede dar el aumento de poblaciones de animales pequeños como roedores, ya que las poblaciones de depredadores pueden ser susceptibles a la mortalidad vial. En una encuesta, de los atropellados a lo largo de una autopista en el oeste de Francia, Lode (2000 citado por Rytwinski y Fahrig, 2007) encontró que la autopista tuvo un impacto considerable en los depredadores de roedores (21,7% de las víctimas de vertebrados). Esto podría conducir a una menor presión de depredación en los roedores en los paisajes que tienen carreteras de alto tráfico (Rytwinski y Fahrig, 2007).

Los desequilibrios en las cadenas tróficas, pueden conducir a peligrosas consecuencias en la dinámica de los ecosistemas, ya que un aumento de una especie puede conducir a una extinción sobre las especies que esta depreda. Por ejemplo, un aumento de la población de roedores podría tener consecuencias en las especies de plantas de las cuales los roedores utilizan las semillas como fuente de alimento. Al haber más roedores, el consumo de semillas aumenta y por tanto, la germina-



¿SABÍAS QUE LOS TIBURONES SON DALTÓNICOS Y NO DISTINGUEN LOS COLORES?

UNIVERSITY OF NEW SOUTH WALES DE AUSTRALIA DEMUESTRA QUE LOS TIBURONES PROBABLEMENTE NO SON CAPACES DE DISCERNIR COLORES, LO QUE TAMPOCO PUEDEN HACER MUCHOS MAMÍFEROS MARINOS. AUNQUE, POR EJEMPLO, LA RAYA, TIENE LA VISIÓN CROMÁTICA, DICE UN ARTÍCULO PUBLICADO EN LA REVISTA NATURWISSENSCHAFTEN.



Individuo de perezoso de tres dedos cruzando la carretera.



ción de las plantas; este fenómeno es conocido como extinciones secundarias y se da como producto de la disminución de animales a mayores niveles tróficos, como los que pueden producir los atropellos.

Estudios recientes indican que hay pocas áreas del mundo con vehículos motorizados en la que la mortalidad vial no sea un problema (NCHRP, 2002).

Las razones por las que los animales son atropellados por los vehículos están impulsadas principalmente por la disposición espacial de los recursos (Figura 3). Los animales son atropellados al tratar de llegar a los recursos como alimentos, agua, sitios de anidación, sol, por ejemplo (Coffin, 2007).

También existen en Costa Rica estudios sobre factores indirectos de los efectos de las carretas sobre poblaciones silvestres como ruido, por ejemplo, en una evaluación de los niveles de ruido emitidos en carretera adyacente al bosque del Parque Nacional Carrara se encontró un menor tiempo de bioacústica en sitios cerca de la carretera con respecto a sitios a mayores distancias. Los resulta-

dos sugieren una menor emisión de cantos por parte de las aves o una densidad menor de aves cerca de la carretera. Los efectos negativos del ruido son más difíciles de evaluar, comparados con otras emisiones como mortalidad por colisiones con vehículos. Sin embargo, los efectos del ruido pueden generar estrés en las aves y tener implicaciones en la viabilidad de las poblaciones a largo plazo (Arévalo y Newhard, 2011).

El ruido generado por el tráfico vehicular es un factor presente en proximidades de las carreteras con promedio de tráfico altos (NCHR, 2002). El ruido tiene efectos variables en los animales, las especies que incorporan el sonido en su comportamiento como las aves y los anfibios, se ven afectadas significativamente por este problema. El efecto depende en gran parte de la frecuencia y la sintonía de la especie en cuestión. Los efectos serán mayores para aquellas especies que la frecuencia del ruido de la carretera interfiera con la frecuencia de sus llamadas (Coffin, 2007).

Los patrones de ruido producido por tráfico fluctuar en el tiempo, de manera que los efectos de ruido de

la carretera en los animales pueden variar según la hora del día o la estación del año, o en función de los patrones del ciclo de la vida cotidiano de un animal (Coffin, 2007). En general, los impactos de ruido disminuyen con la distancia a la carretera (NAPS, 2005).

Según Forman y Alexander (1998 citado por Arroyave *et al.*, 2006) el ruido generado por el tránsito vehicular es uno de los efectos con mayores impactos sobre la vida silvestre, ya que produce desplazamiento y reducción de áreas de actividad, un bajo éxito reproductivo, lo que está asociado a pérdida del oído, aumento de las hormonas del estrés, comportamientos alterados e interferencias en la comunicación durante la época reproductiva, entre otros.

Existe un creciente interés por los estudios de esta naturaleza en el país y una preocupación de las autoridades nacionales, entes gubernamentales y privados ante la amenaza que representa las carreteras para la vida silvestre por lo que se creó en el país una comisión llamada: "Comisión Impacto de Infraestructuras Humanas sobre la Vida Silvestre (Vías y

Vida Silvestre)” creada en 2012 por varias instituciones y organizaciones preocupadas por el impacto de las redes viales y eléctricas sobre la vida silvestre. Dicha comisión cuenta con tres comités: Científico, Educativo y Legal. El Comité Científico surge con un principal objetivo de impulsar la conservación, protección, prevención y mitigación de la vida silvestre ante el impacto de la Red Vial (Pomareda, 2013).

Es claro que el efecto más notorio de las carreteras sobre las poblaciones silvestres es el atropello y al parecer el que más ha captado la atención de las investigaciones en ecología de caminos en Costa Rica. Sin embargo es necesario investigar a cerca de los efectos indirectos como ruido y la degradación de hábitat aledaños a la carretera, ya que el país carece de dichos estudios y son inexistentes para latitudes tropicales dotadas de una enorme diversidad biológica.

Literatura Citada

- Araya, D. y Pomareda, E. (2013). *Registro de felinos y otros mamíferos en carreteras Nacionales de Costa Rica*. Memoria I Simposio Ecología de Caminos. Por vías amigables para la fauna silvestre en Costa Rica. UNED
- Arévalo, J. E. y Newhard, K. (2011). *Traffic noise affects forest bird species in a protected tropical forest*. Rev. Biol. Trop. Vol. 59 (2): 969-980, June 2011
- Arroyave, M. P., Gómez, C., Gutiérrez, M. E., Múnera, D. P., Zapata, P. A., Vegara, I. C., et al. (2006). *Impactos de las carreteras sobre la fauna silvestre y sus principales medidas de manejo*. Revista EIA 5: 45-57
- Artavia, A. (2015). *Identificación y caracterización de cruces de fauna silvestre en la sección de la ampliación de la carretera nacional Ruta 32, Limón, Costa Rica*. Tesis para optar por grado de Maestría en Práctica para la Conservación de la Biodiversidad. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica.
- Carvajal, V. y Díaz, F. (2008). *Diseño e implementación de estrategias para la conservación de poblaciones de mamíferos silvestres en rutas turísticas de acceso al distrito La Fortuna*. Informe Final. Programa de Regionalización Universitaria. CONARE- Instituto Tecnológico de Costa Rica. 44 p
- Carvajal, V. y Díaz, F. (2013). *Atropello de mamíferos silvestres en la ruta de acceso al cantón de Liberia, Guanacaste, Costa Rica*. Revista Ventana, Año 7, 2013.
- Carvajal, V. y Díaz, F. (2014). *Mamíferos silvestres atropellados en rutas del cantón de Sarapiquí, Heredia, Costa Rica y posibles estrategias de mitigación*. Revista BRENESIA 81-82: 52-57
- Coffin, A. W. (2007). *From roadkill to road ecology: A review of the ecological effects of road*. Journal of Transport Geography 15 (2007) 396-406.
- Cordero, G.A. (2000). *The biology of the opossum (Didelphis marsupialis) in urbanized environments from northern Venezuela*. Acta Biol. Vol. 20(2): 13-28
- Fahrig, L. y Rytwinski, T. (2009). *Effects of Roads on Animal Abundance: an Empirical Review and Synthesis*. Ecology and Society 14(1): 21.
- Gottdenker, N., Wallace, R. B y Gómez, H. (2001). *La importancia de los atropellos para la biología de la conservación: Dinomys branickii un ejemplo de Bolivia*. Ecología de Bolivia 35:61-67
- Gutiérrez, D. y Sáenz, J. (2013). *Identificación de carreteras con alto impacto sobre la fauna silvestre en la red vial de Costa Rica*. Memoria I Simposio Ecología de Caminos. Por vías amigables para la fauna silvestre en Costa Rica. UNED. 34p
- Jackson, N. A. y Fahrig, L. (2011). *Relative effects of road mortality and decreased connectivity on population genetic diversity*. Biological Conservation 144 (2011) 3143-3148
- Lobo, H., Sáenz, J y Langen, T. (2013). *Mortalidad de herpetofauna por atropello en la carretera Interamericana Norte, Área de Conservación Guanacaste*. Memoria I Simposio Ecología de Caminos. Por vías amigables para la fauna silvestre en Costa Rica. UNED. 34 p
- NAPS. (2005). *Assessing and Managing the Ecological Impacts of Paved Roads*. The National Academies Press. Washington, D.C. U.S.A. 294 p
- Noss, R. (2002). *The ecological effects of roads*. Consultado el 10 de enero de 2015 de <http://www.ecoaction.org/dt/roads.htm>.
- Monge-Nájera, J. (1996). *Vertebrate Mortality on tropical Highways. The Costa Rica Case*. Vida Silvestre Neotropical 5 (2): 1996. 154-156
- Monge Valverde, F., Viquez Redondo, J., Fallas Segura, M. y Alvarado Mora, M. (2013). *Análisis de mortalidad de aves y mamíferos en la carretera, internacional sur limitrofe con el Parque Nacional los Quetzales*. Memoria I Simposio Ecología de Caminos. Por vías amigables para la fauna silvestre en Costa Rica. UNED. 34p
- Pinowski, J. (2005). *Road kills of vertebrates in Venezuela*. Revista Brasileira de Zoología. 22(1) 191-196
- Pomareda, E. (2013). *Avances y logros del comité científico para carreteras amigables con la vida silvestre en Costa Rica*. Memoria I Simposio Ecología de Caminos. Por vías amigables para la fauna silvestre en Costa Rica. UNED. 34 p
- Rojas, E. (2011). *Atropello de vertebrados en una carretera secundaria en Costa Rica*. Cuadernos de Investigación. UNED. Vol. 3(1): 81-84, Junio, 2011
- Rytwinski, T. y Fahrig, L. (2007). *Effect of road density on abundance of white-footed mice*. Landscape Ecol (2007) 22:1501-1512
- Trombulak, S.C. y Frissell, C.A. (2000). *Major Effects Roads on terrestrial and Aquatic Communities*. Conservation Biology 14(1):18-30
- Ugalde, A. y Carbonell, F. (2013). *Impacto de la carretera interamericana sur sobre la fauna de los páramos y bosques de altura del Parque Nacional Tapanti Macizo de la Muerte y la Reserva Forestal Rio Macho*. Memoria I Simposio Ecología de Caminos. Por vías amigables para la fauna silvestre en Costa Rica. UNED. 34 p