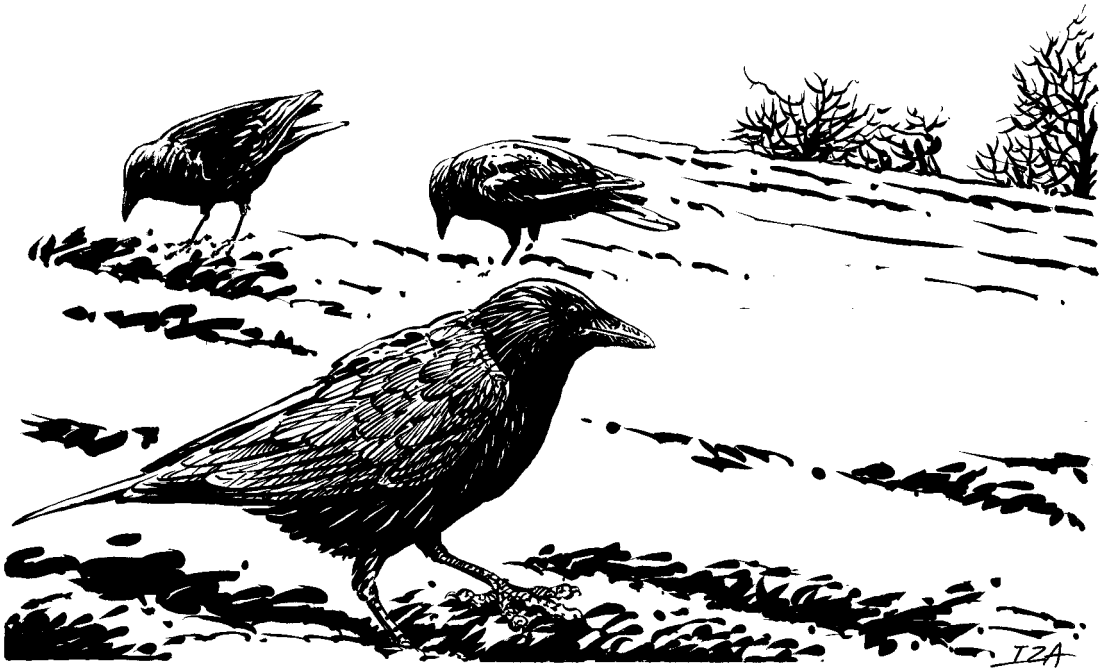
CAPITULO V:

INCIDENCIA Y EFECTO POBLACIONAL DE ESTA CAUSA DE MORTALIDAD.



A continuación se realiza una revisión del estado de conocimientos acerca del efecto poblacional de los atropellos en las diferentes especies. Para alguna de ellas, caso de los chotacabras, colúbridos, rapaces nocturnas o urracas, se ha analizado ya este aspecto parcialmente en el capítulo de comentarios por especies.

Incidencia relativa de los atropellos con respecto a otras causas de mortalidad

La incidencia relativa de los atropellos en el contexto de la mortalidad global de vertebrados, y más específicamente en la mortalidad no natural de los mismos, resulta difícil de calcular, y está aún por determinar con más exactitud. En lo relativo a esta mortalidad causada por vehículos, se tiende a veces a olvidarla o minimizarla por algunos autores -como se cita más adelante- debido quizás a la "inevitabilidad" de los accidentes. Otras veces se contempla de forma individualizada y se considera asumible por las poblaciones, sin tener en cuenta que es una mortalidad añadida a la producida por otras amenazas (por ejemplo, Waetcher y Schirmer -1985-, señalan que la alta mortalidad en carreteras de liebres debe ser tenida en cuenta, ya que se suma a la que producen máquinas agrícolas y otras causas), y que todas estas causas de mortalidad actúan conjuntamente.

Urge lograr más información sobre la mortalidad no natural de fauna en general, sobre su relación con la pérdida de hábitat y los efectos en cada especie. En SCV (1994) se analizan los resultados de cinco años (1987-1991) de recuperaciones de aves anilladas. Los atropellos supusieron el 7,8% del total, con un mínimo anual del 5,3% y un máximo del 13,9%, sólo por detrás de "tiro" y "matado" (caza).

Es interesante analizar los ingresos de aves accidentadas en centros de recuperación; los escasos datos facilitados o divulgados por los mismos revelaban que esta causa supuso un 14,28% de los ingresos por causas no naturales (en GREFA, primer semestre 1992, por detrás de expolios y caza), y entre un 20,2% y un 33% en las rapaces nocturnas en la Comunidad de Madrid, o la segunda causa por detrás de caza (en GURELUR, 1991). Los datos de otros países con menor presión cinegética, hacen suponer que, de producirse un deseable descenso de la caza furtiva y global en nuestro país, crecerá la importancia proporcional de los atropellos. En Bélgica, los datos de sus centros de recuperación CROH para 1992 y 1993 (LRBPO, en SCV, 1994) muestran una dominancia de las entradas por tráfico.

También en determinados espacios protegidos donde no se permite la caza y el furtivismo está controlado, la mortalidad en carretera se consolida aparentemente como la primera causa de mortalidad global. En el Parque Nacional Mikumi, Tanzania, fué superior a la caza furtiva (Drews, 1994).

Joveniaux (1985) constata que los atropellos supusieron el 68,2% de la mortalidad de las lechuzas que anillaron. Negro (1987) considera a los automóviles, armas de fuego y tendidos eléctricos como principales agentes de mortalidad directa. Van der Tempel (1993) señala al tráfico como una de las más importantes causas de mortalidad para aves en Holanda, y Schrlijver (1993) cita esta causa como la principal para ese país. Para algunos grupos, caso de los anfibios y reptiles, habitualmente dejados de lado en estudios de mortalidad, la incidencia de los atropellos en relación a otras causas parece ser a menudo superior.

Como es lógico, la incidencia relativa de cada causa de mortalidad varía localmente y en el tiempo. Es evidente que el alcance de la mortalidad por tráfico es muy global, debido a la densidad (en nº de kms. de carretera por km2, índice todavía mucho menor en España -0,63- que en varios países europeos -1,47 Francia; 1,53 UK; 1,90 Alemania; 4,20 Bélgica -datos de 1985), longitud y alcance de la red vial, y al enorme parque automovilístico, ambos en aumento. También a su continuidad (sin periodos de veda, como revelan algunos autores), por lo que afecta a individuos reproductores con pérdidas de puestas y crías. Esta debe ser una de las principales causas directas de la desaparición de vertebrados no voladores presentes previamente en áreas urbanizadas, causando la

constatada escasez actual de anfibios, reptiles, erizos... en los grandes núcleos y cinturones urbanos, como el área metropolitana de Madrid; y en la cercanía de carreteras con tráfico intenso.

La exactitud en la diferenciación entre mortalidad natural y no natural puede ser difícil, así como, dentro de la no natural, entre "intencionada" y "no intencionada" (un porcentaje de los atropellos son intencionados). La amplia amenaza definida globalmente como "pérdida o destrucción de hábitat", que incluiría la construcción y uso de carreteras, conlleva con seguridad una mortalidad derivada, que en parte podría considerarse natural (inanición, o enfermedades, por ejemplo) pero cuyo origen no lo es.

Estudios detallados sobre causas de mortalidad se han realizado para algunas especies, en ocasiones incluyendo la mortalidad natural. Mead (1979), en una investigación sobre la mortalidad del avión zapador, recoge 152 casos de muertes por tráfico (10 de ellas por trenes y barcos), siendo la principal causa de mortalidad determinada. Boscagli (1985) encuentra que el 16% de la mortalidad del lobo en Italia se debió a colisión con coches o trenes (sólo un caso a estos últimos), siendo este porcentaje del 20% en el oso (3 casos de colisión con coche y 6 con trenes). Novakova (1985) señala a los atropellos como los causantes del 21,8% de mortalidad de perdiz pardilla, 8,8% de la de faisán y 14,1% de la de liebre en Checoslovaquia. Yabloukov y Ostroumov (1989) citan en 24% de mortalidad de corzos por esta causa en la RDA. Dejonghe , en CPN Antirouville (1992) observa un 34% en lechuzas comunes. Tate (1989) en un estudio con chotacabras grises anillados, detecta un 75% de la mortalidad en carreteras. Aragonés (1996) constata 250 casos en chotacabras pardo en una carretera de Córdoba entre 1986 y 1990, considerando esta la causa de mortalidad no natural de mayor impacto para la especie.

En nuestro país, Jiménez y Delibes (1990) señalan 14 atropellos de nutria, lo cual supuso el 15,9 de la mortalidad no natural recogida en su trabajo. Vega y Valladares (1996) indican que esta es ya la primera causa de mortalidad no natural en nutrias. En el lobo (Blanco et al., 1990), la mortalidad en carretera supuso el 4,6% de la mortalidad no natural en España (pero con porcentajes relativos del 10% en la provincia de Valladolid, 10,7% en la de Burgos, 13,2% en la de Orense, 20% en la de La Rioja y 33,3% en la de Segovia). En el lince, los atropellos parecen estar en aumento, señalándose 26 casos, que supusieron un 7% de su mortalidad no natural (Rodríguez y Delibes, 1988).

Porcentaje de las poblaciones que resultan atropellados

Relacionando las estimaciones de atropellos (véase capítulo de estimaciones) y poblacionales (censos) pueden obtenerse valoraciones de importancia. Es necesario tener en cuenta que la variaciones en el número de muertes, o las muertes que detectamos actualmente, están correlacionadas con los efectivos poblacionales e influidas por la historia del tráfico en los puntos de estudio (y por tanto podían ser mayores en el pasado; así, existen antiguos puntos negros, donde apenas se producen atropellos actualmente). El dato de la población que es atropellada debería conocerse para las carreteras más problemáticas, y a lo largo de los años, de cara a valoraciones adecuadas.

Hodson (1962) encontró que el 4% de las aves de una población por él estudiada eran atropelladas (pero no cuenta con aves atropelladas que puedan escapar a detección). Hodson y Snow (1965) encontraron luego que 1/8 de los gorriones de un área eran atropellados, con porcentajes más bajos en otras aves. Tunkkari (1985) señala que un 5-10% de venados de cola blanca son atropellados en Finlandia. Joveniaux (1985) anilló jóvenes de lechuza en el entorno de la carretera por él estudiada, y constató el atropello del 2,8% de los jóvenes anillados. Hasta un 50% de los pollos de cárabo lapón morirían de hambre y por atropellos (Anon., 1993). Los atropellos de aves en otro área estudiada superaron el 12% de la población juvenil (English Nature, 1993).

Waetcher y Schirmer (1985) censaron las rapaces nocturnas en una banda de 1 km. de anchura a cada lado de una carretera, en un estudio de cinco años, calculando la proporción de la población matada en carretera: 13-17% de la de lechuza, 17-33% en la de cárabo, 17% en la de mochuelo, y

un 13-50% en la de búho chico; concluyendo para este grupo faunístico en que la mortalidad directa en carretera no bastó para erradicar sus poblaciones, pero constituye un handicap serio para ellas, ya escasas en la zona de estudio. Afirman que el tráfico eliminó hasta un 60% de los jóvenes y una media del 18% de los efectivos totales de zorro; y un 21-35% de liebres. Del total de *Felis rufus* marcados con radioemisores en Florida, una cuarta parte de los machos murieron en carreteras (Foster y Humphrey, 1992). Reeve (1996), marcó igualmente 12 hembras de erizo; 3 fueron atropelladas. De las 41 nutrias reintroducidas en Girona, se comprobaron 6 atropellos, siendo esta la primera causa de mortalidad (Saavedra et al, 2002). Muller y Mognetti (1991) estiman que se atropelló el 7-8% de la población de corzo y el 1-2% de ciervo en Suiza. Mulder (1989) estima que cada año mueren 200-250 tejones atropellados en Holanda, de una población total de 1.200; y en Dinamarca Aaris-Sorensen (1995) estima en 3.600 los tejones atropellados cada año, que señala como un 10% del total.

Desiré y Recorbet (1985) comparan el número de atropellos con el de animales cazados. Según departamentos franceses, los atropellos supusieron hasta el 28% del número de corzos cazados cada temporada. Señalan la correlación del número de atropellos de cérvidos con sus poblaciones (estiman que alrededor de un 2-4 % del total de cérvidos son atropellados), pero en el caso de los jabalíes encuentran menos atropellos de los esperados. Fernández (1993) cita como el 2,5 % de ciervos de Alava, y el 8% del número de jabalíes cazados en esa provincia, eran víctimas del tráfico.

Se ha estimado un mínimo de aproximadamente 140 millones de aves nidificantes en España, sin contar individuos no reproductores o contingentes de invernantes (en base a De Juana y Varela, 2000); la cual supondría quizás en torno a un 10% de la población atropellada cada año. Pero Tellería (1988), estima en 300 millones las aves invernantes en la Península Ibérica, lo cual supondría que el porcentaje de aves atropelladas sobre la población total, en cualquier caso -ver apartado de estimaciones-, sería inferior al 10%. Con las estimaciones poblacionales recogidas en Blanco y González (1993) y otras referencias, para el Estado español, ese porcentaje podría superar el citado en el caso de la lechuza, mochuelo... aunque desconocemos en la primera especie el contingente añadido de invernantes (Equipo Trabajo PMVC, 1996).

En SCV (1999a y 1999b) se relacionan las poblaciones de camaleón y anfibios del entorno de algunas carreteras con los atropellos en las mismas. En torno a un 30% de la población estudiada de sapo común resultaba atropellada anualmente, pareciendo haber causado el tráfico un fuerte descenso poblacional, hasta un nivel mínimo considerado crítico. Más de un 50% de los camaleones de un área próxima a una carretera perecían anualmente por esta causa. Carpenter y Delzell (1951) estimaron un 75% de atropellos sobre una población de rana americana en su migración; Langton (1989) estima entre un 20-40% de anfibios reproductores atropellados en Gran Bretaña; Van Leuwen (1982) entre el 15-50% de sapos en Holanda; y Slater un 4% de sapos en Gales.

El sapo común, que realiza desplazamientos de cierta entidad, es probablemente más afectado que otras especies como el sapo corredor, de desplazamientos más limitados. Los frecuentes atropellos de este último se explican por su abundancia y por las ocasiones en que críe cerca de la carretera (López, 1997), pero el porcentaje de población atropellada debe ser mayor en la primera especie.

Efectos del tráfico en la densidad de fauna

En algunos tramos de carretera de nueva construcción se observaron más atropellos en los primeros meses, con un descenso posterior; esto refleja probablemente un descenso poblacional de algunas especies en sus cercanías, exceptuando las especies oportunistas, que en cierta medida se acostumbran al tráfico.

Fahrig et al. (1995) señalan que pocos estudios muestran el efecto del tráfico en la densidad de fauna, tal vez por la dificultad de repetir censos y seguimientos de atropellos a lo largo de muchos

años en los mismos puntos. Demostrando el descenso de anfibios por el tráfico ponen en práctica y recomiendan un método más rápido para comprobar este efecto negativo en las densidades de anfibios, muy interesante, pero tal vez difícil de aplicar en anfibios con distribución parcheada o áreas con gran diversidad de hábitats.

A pequeña escala, las sueltas de animales por centros de recuperación o particulares pueden alterar los datos de atropellos y análisis posteriores.

Los efectos causados por esta causa de mortalidad son difíciles de estimar, y aún más de discriminar de otras amenazas o causas de mortalidad que actúen conjuntamente. Es el caso de una zona de Vigo (Pontevedra) donde de 11 especies de anfibios se pasó a sólo dos y en densidades bajísimas, a causa de la construcción de una carretera y otras obras (A. Cifuentes y B. Oñate, com. pers.); o de la constatada recesión del alcaudón real, mochuelo y otras aves en Europa (Blandin, 1992, habla de un 60% de las aves europeas en recesión; distintos autores), cada vez más raros en el entorno de muchas carreteras en ciertas áreas.

Aguilar (1980) cita a los atropellos entre las posibles factores detonantes de la recesión del mochuelo en los regadíos del Guadiana. Almodovar et al (1997) citan que el sapo común puede llegar a estar en peligro en el Parque Natural de las Lagunas de Ruidera, siendo el vertebrado más atropellado.

En ciertas especies o circunstancias los atropellos parecen configurarse por si solos como muy negativos o incluso poder causar descensos poblacionales: este hecho ha sido señalado por autores ya citados en el texto, y entre otros: para anfibios (Van Gelder, 1973; Oldham y Swan, 1991; Castroviejo, 1993; Márquez y Lizana, 1993; SCV, 1999b), camaleón (SCV, 1999a), culebra bastarda (Martínez Rica, 1981), lagarto ocelado (presente estudio), ofidios (Bonnet et al., 1999), chotacabras pardo (Castroviejo, 1993), mochuelo, lechuza (Joveniaux, 1985; Gragera, 1992; Brinzal, 1992; otros) y rapaces nocturnas en general (Castroviejo, 1993), quirópteros (Bafaluy, 2001), erizo común (Castroviejo, 1993; datos propios), erizo moruno (Alcover, en Palomo y Gisbert, 2002), meloncillo (Palomares, en Palomo y Gisbert, 2002), lince ibérico (Castroviejo, 1993); o incluso desaparición de especies antes abundantes o extinciones -hasta el momento conocidas sólo a nivel local- Honneger (1981), Corbet (1989), Langton (1989), Lizana y Barbadillo (1997), y otros.

Así, las carreteras y el tráfico son una de las principales causas del declive del tejón, amenazado en Holanda (Bekker, 1985). Neussner (1985) señala que todos los anfibios autóctonos alemanes están en la Lista Roja y que las posibles causas de la disminución de sus poblaciones son la modificación o desaparición de biotopos y la extensión de la red de carreteras, que los anfibios deben atravesar en sus migraciones estacionales. Schorger (1954) asocia a los atropellos con el declive de una especie de pájaro carpintero. Foster y Humphrey (1992) aseguran que esa mortalidad ha sido la mayor causa de declive de la amenazada pantera de Florida en años recientes.

Joveniaux (1985), tras un extenso estudio, constata que los atropellos son uno de los principales factores limitantes para las poblaciones de lechuza, que llevarán en algunas décadas a un descenso espectacular de efectivos, y, a gran escala, a poblaciones restringidas y muy frágiles.

Con la información disponible, parecería que la mortalidad de aves fuera superior en el pasado, lo cual estaría en consonancia con una mayor abundancia de muchas especies. En áreas donde la red vial y afluencia de tráfico se han incrementado recientemente, se detecta un aumento de los atropellos (Fernández et al., 1990, para Alto Tiétar; presente trabajo), así como la mortalidad a menudo es proporcionalmente mayor tras "mejoras de trazado" y "acondicionamientos", y en carreteras de nueva creación. En alguna autopista u obras con grandes alteraciones del hábitat circundante, la mortalidad en sus inicios puede ser menor, a lo que contribuye también un menor tráfico en ese periodo (Waetcher y Schirmer, 1985). En algunos países donde la intensidad de tráfico es baja, los atropellos son asimismo todavía escasos (p. ejemplo en Cuba, datos propios), y

es de esperar un fuerte incremento conforme el tráfico se equipare a niveles más parecidos a los nuestros.

Los planes de seguimiento ambiental de nuevos viales deberían desarrollarse realmente, siendo muy interesante cuantificar la mortalidad en una carretera progresivamente desde su implantación, estudios que ya han realizado algunos autores (en SETRA, 1985 b). Lamentablemente hay pocas iniciativas oficiales serias en este sentido.

La disminución de casos de atropellos de una especie (en base a una muestra suficiente de datos, y a un tráfico similar) puede ser una referencia útil para investigaciones, al estar relacionada a menudo con el descenso poblacional de la misma. A veces, sin embargo, los atropellos se pueden mantener en niveles numéricos similares, tras muchos años, pero es posible que se deba a que un mayor tráfico, que genere un aumento de la proporción de poblaciones atropelladas, se compense con decrecimientos poblacionales (Hansen, 1982). El análisis individual de datos para cada especie evitará en buena parte ese efecto; este autor constató un fuerte descenso de los atropellos de erizos en Dinamarca entre 1958 y 1980, que correlaciona con un descenso poblacional atribuible al tráfico.

Pero en ocasiones sólo podemos asegurar declives poblacionales en el entorno de la carretera (donde descienden las densidades de ciertas especies con respecto a áreas no urbanizadas: así, Fusari (1982) constata que la tortuga del desierto *Gopherus agassizii* ve reducidas sus poblaciones por encima del 60% en una milla de distancia a cada lado de las autopistas. Reijnen et al. -1985, 1995- detectan una menor densidad de distintas aves nidificantes en las proximidades de la carretera.). Este descenso puede ser debido en parte a esta causa, o tal vez influyan algo factores etológicos (acostumbramiento o rechazo al tráfico, hechos que se ampliarán más adelante).

En este sentido SETRA (1985b) recomendaba un seguimiento continuado de carreteras en cada país; Hansen (1982) repitió un estudio entre 1957 y 1981; cada cuatro años se repiten alrededor de un centenar de transectos en un estudio sobre el camaleón (SCV, 1996) y se recomendó desde el PMVC, teniendo intención de ello, repetir los muestreos generales en carreteras españolas periódicamente.

Alteraciones en estructura de poblaciones y otros impactos

Las carreteras y el tráfico también provocan reacciones territoriales en la fauna que, ocasionalmente, a su vez influirán en los atropellos. Así, las totovías evitan criar cerca de carreteras (Ledant, 1980); y los osos pardos el acercarse a ellas (Clevenger y Purroy, 1990), el hecho de evitar las carreteras, en áreas abiertas a la caza, ha sido ampliamente demostrado para el oso negro americano (Reiffenberger, 1974; Hamilton, 1978; Brown, 1980; Villarrubia, 1982)-; los ciervos evitan también las carreteras, según Adam y Geis (1981). Muller (1988) señala como desaparecen las especies más raras y sólo quedan algunas demasiado corrientes cerca de la carretera.

Lechuzas (Joveniaux, 1985) y búhos chicos (Waetcher y Schirmer, 1985) divagantes invernales podrían quedar relegados o concentrarse con mayor frecuencia a cercanías de carreteras; algunos reptiles tropicales cruzan carreteras tras perder en luchas territoriales. Se han comprobado casos de ardillas cuyo territorio era cruzado por carreteras, que acabaron muriendo atropelladas, fruto de sus cruces continuados. Las carreteras marcan los bordes de territorios de aves residentes, o son los lugares donde estas últimas han visto reducida su densidad por el tráfico y molestias. Es fácil imaginar que una nueva carretera obliga a reestructurar territorios faunísticos, con la ayuda de las bajas causadas por los automóviles.

El efecto barrera, revisado, entre otros, por Mader (1985), Mougey (1993), Rodríguez y Crema (2000), y al que algunos autores recurren para priorizarlo a los atropellos, es importante, y está en muchas ocasiones ligado indisolublemente a estos, ya que la mayoría de especies (incluso las consideradas menos capaces de realizar desplazamientos, como la culebrilla ciega, galápagos o rana

común) conseguirían realizar más cruces efectivos de carreteras de no ser por las constatadas muertes por tráfico. Kuhn (1987) señalaba que un tráfico de 20-40 coches a la hora mataba al 50% de sapos comunes que intentaban cruzar; Van Gelder (1973) calculaba que 60 coches/hora podían causar el 90% de bajas en esa especie; Heine (1986) indica que 26 coches/hora pueden reducir la tasa de supervivencia de sapos cruzando a cero. Es fácil deducir el papel que desempeñan los atropellos causados por un tráfico intenso en la generación del efecto barrera.

Se ha constatado también que a partir de un cierto nivel de tráfico, muchas especies evitan cruzar la carretera e incluso acercarse a ella; o que son ejemplares juveniles los que lo hacen, al ser desplazados por individuos adultos. El oso pardo evita, en nuestro país, acercarse a menos de 100m de las carreteras (Clevenger y Purroy, 1990).

Sí parece parcialmente positiva la eliminación por el tráfico de perros y gatos cimarrones o deambulantes, así como de otras especies domésticas o introducidas (hurón, visón americano), que plantean problemas para la fauna silvestre autóctona o sanitarios, y que legalmente deberían controlar las distintas Administraciones públicas, no haciéndolo, o llevándolo a cabo de forma insuficiente o ineficaz; si bien en muchos casos es ya imposible su erradicación total (F. Bueno y C. Bravo, com. pers.).

Los desequilibrios producidos por las carreteras perjudican a las especies y a la estructura de la comunidad (que se puede simplificar). El descenso de efectivos en las poblaciones de depredadores nocturnos, el aumento de especies oportunistas y carroñeras... parece producirse en el entorno de muchas carreteras. Mader (1985) afirma que las consecuencias a largo plazo de la red viaria aún no se pueden cuantificar, clasificándose en: aislamiento de poblaciones, con empobrecimiento genético; desarrollo de poblaciones uniformes a lo largo de las carreteras, así como desplazamiento de unas especies por otras "generalistas"; pérdida de estabilidad de las comunidades animales en poblaciones aisladas.

Los babuinos amarillos machos heridos por automóviles, con fracturas, sufren perjuicios en su capacidad competitiva y en su rendimiento reproductivo (Drews, 1994). La especialmente frecuente mortalidad en carreteras de inmaduros, juveniles, migrantes o invernantes se añade a la mortalidad general especialmente alta en esos difíciles periodos y en algunos casos será asumible por la especie; pero los atropellos en los periodos de celo, o durante la cría, muy probablemente tengan un efecto mucho más negativo. Mediante radiotracking se ha demostrado la diferente vulnerabilidad de *Felis rufus* a los atropellos, evitando las hembras las carreteras, no así los machos (Foster y Humphrey, 1992).

Waetcher y Schirmer (1985) concluyen, tras un estudio de cinco años, que la mortalidad en carreteras es impresionante, si bien normalmente queda por debajo de la capacidad reproductiva de las especies implicadas; y que deja a sus poblaciones en una posición de extrema fragilidad, eliminando a los jóvenes en aprendizaje, adultos establecidos y parejas reproductoras de las inmediaciones.

Estos autores diferencian entre la mortalidad de especies que habitan en las infraestructuras de la propia carretera (por ejemplo, gorriones), a la que no dan importancia; la "mortalidad inducida", de animales como carnívoros y rapaces nocturnas, que constataron que se alimentan en la carretera o sus inmediaciones, y que opinan puede ser importante; y la "mortalidad externa", que puede tener efectos dañinos para las poblaciones situadas a cierta distancia (p.e. anfibios en migración) y relativamente corta distancia en el caso de otros adultos reproductores. Destacan la mortalidad de zorros, liebres y erizos, y señalan que la mayor mortalidad de micromamíferos se da en momentos de superpoblación de estos animales.

En ciertos casos parece que los atropellos afectaron a individuos debilitados o enfermos, pero no debe concluirse que se trata por tanto de un simple caso de selección natural. Parte de esos animales atropellados hubieran podido sobrevivir de no ser por las carreteras. En cualquier caso es una causa

de mortalidad no natural, con lo cual otros autores hablan de "selección no natural" o "influida o condicionada por el hombre", siendo claro que la acción del hombre ha modificado los procesos de la selección natural. En cualquier caso, puede aplicarse a las carreteras el mismo término de "campo de experimentación evolutiva" que emplean para las ciudades Sukopp y Werner (1991). Merece la pena citar la reflexión de Mader (1980): "...las carreteras, líneas férreas, canales y líneas de alta tensión -que denomina infraestructuras lineales- engendran numerosas perturbaciones en el mundo animal y vegetal, que afectan duraderamente a la estructura y función de biotopos y biocenosis".

Tal vez incluso la estrategia evolutiva de la migración, por la cual se evita parte de la alta mortalidad invernal mediante desplazamientos a áreas con más disponibilidad de recursos alimenticios, se pueda ver descompensada en algunas especies por esta y otras amenazas, que se añaden de forma importante a una ya de por si alta mortalidad natural en estas migraciones.

Otros desequilibrios incluyen el posible favorecimiento a especies oportunistas y/o antropófilas. Ya se ha expuesto el comportamiento carroñero en carreteras y sus a veces posibles beneficios para algunos córvidos, rapaces, carnívoros... en un apartado anterior. Estas especies pueden mantener poblaciones densas cerca de carreteras. Quizás se refería a estos casos Baragaño (1988) cuando asevera que las carreteras aportan ventajas para la fauna que habría que valorar, y otros escasos autores que se manifestaron en este sentido.

Importancia de los atropellos para las especies

Algunos autores minimizan absolutamente el impacto general de los atropellos, sin realizar estudios propios al respecto -basándose por tanto en apreciaciones personales, en varios casos- y realizando análisis insuficientes o parciales de la bibliografía disponible. Así, Vives Balmaña (1984) menciona estudios -que no cita- sobre herpetofauna que, según afirma, demuestran que los atropellos actúan "como un simple factor de selección natural, y que las poblaciones producen suficiente descendencia para que puedan quedar supervivientes". Esta antigua y conservadora idea (quedando supervivientes, el impacto no es grave) precedió a veces a extinciones faunísticas tristemente famosas. Está demostrado que la dinámica poblacional de muchas especies las permite recuperarse tras circunstancias adversas (por ejemplo, mortalidad por olas de frío, o la caza legal en otoño), pero también lo es que las carreteras son una impacto muy extendido geográficamente, en incremento, y que está presente en todo momento, no ocasionalmente.

Ya en 1933 un autor, A. Leopold, decía que se había exagerado la importancia de los atropellos, excepto en circunstancias inusuales (recogido en Foster y Humphrey, 1992, quienes comentan que esas circunstancias son cada vez más comunes, por el incremento de tráfico y carreteras, sumado a los cambios sufridos por la fauna). Suárez (1993), aplica el término de "malentidades" a los atropellos (es decir, incidencias cuya frecuencia es baja). Esta afirmación tan genérica queda invalidada ante la realidad de los datos. Blanco (1993), entre otros, opina que los atropellos destacan por tener un impacto visual, pero no son importantes, como sí lo es el efecto barrera (extrapola a aves, anfibios..., probablemente pretendiendo referirse únicamente a los mamíferos carnívoros). Nores y Mora (1988), sin embargo, indican que este es un factor adicional a las causas que provocan la recesión de algunas especies. Este es el caso de la curruca rabilarga, amenazada en Gran Bretaña (English Nature, 1993).

Respecto al camaleón, Mellado et al. (2001) afirman que sus trabajos "...permiten concluir, sin ningún género de dudas que el efecto global de este impacto es despreciable para la supervivencia del camaleón", pero luego añaden que si "debe ser tenida en cuenta únicamente a nivel local o en situaciones muy concretas", y que puede ser un impacto de alta o muy alta intensidad, aunque localmente. Su estudio abarcó una parte de la provincia de Málaga, con poblaciones relativamente mejor conservadas, con prospecciones desde automovil, en las que excluyó autovías (reconociendo que el número de cadáveres desaparecidos fue alto). No hay que olvidar que en poblaciones amenazadas, cualquier mortalidad adicional cobra importancia; y es deseable mejorar el nivel de

conocimientos acerca de su influencia en cambios en la relación de sexos, alteraciones poblacionales y evolución de la problemática a lo largo del tiempo (en todo su área de distribución).

Leedy (1975) indica que en USA se producen muchos millones de atropellos, pero que aparentemente la mayoría de especies no son afectadas seriamente por esas bajas; recomienda medidas correctoras. Rusch (1985) afirma que la mortalidad en carretera es visible y traumática para el público, pero probablemente no importante para la mayoría de la fauna silvestre; pero recomienda más estudios en anfibios y reptiles. Otros autores consideraban poco conocido aún el efecto de atropellos en muchas poblaciones (English Nature, 1993; Lizana y Barbadillo, 1997).

Percsy y Percsy (1994) hacen una revisión del impacto del tráfico sobre los anfibios. Dicho impacto varía según la intensidad de circulación, que determinará el mayor o menor porcentaje de atropellos en las poblaciones. Es difícil conocer el impacto de esta mortalidad, ya que los anfibios presentan variaciones interanuales en el número de reproductores, independientemente de las carreteras. Afirman que en ciertos límites, una disminución del número de reproductores no influirá sobre los efectivos finales de la población, pero enfatizan que el problema es conocer esos límites. Citan un modelo matemático (Ryser, 1988) que predice descensos poblacionales que valoran más pesimistas de lo que la realidad indica, y a otros autores que afirman contradictoriamente que un 20-25% de atropellos sobre una población reproductora puede ser asumido (Stomer, 1983) o entrañar la desaparición de esa población (Heusser, 1968). Concluyen señalando que en el caso de carreteras de tráfico considerable, que afectan a una población en su conjunto, es necesario actuar para tomar medidas; y en los demás casos recomienda realizar más estudios.

Muller (1988) señalaba que un tráfico de 2.400 vehículos diarios puede destruir una población de anfibios en 2 o 3 años. En Pleguezuelos et al. (2002) se comenta que este es un grave problema puntual para muchas especies de anfibios y reptiles, y que a escala local los atropellos pueden concluir en la rarefacción o desaparición de poblaciones de especies antes abundantes. Se reseña luego entre los factores de amenaza, especialmente en algunas áreas humanizadas (Comunidad de Madrid, Galicia, Cataluña, Andalucía...) y en especial, para algunas especies (sapo común, culebra bastarda, culebra de escalera, camaleón, ...).

La gravedad de los atropellos varía en función del sex-ratio o proporción de machos y hembras atropelladas. De constatarse que la mayoría de camaleones atropellados son machos (López y López, 1992; SCV, 1996; Mellado y Díaz Paniagua, 1996), posiblemente la mortalidad no sea tan grave ya que de cara a la reproducción probablemente un solo macho pueda fecundar a varias hembras (E. Ayllón, com. pers.). También es importante el momento en que se producen los atropellos, siendo especialmente graves las muertes constatadas de, por ejemplo, hembras de camaleón grávidas o aves adultas en periodo reproductor (con huevos en nido o pollos no independizados).

Muchos autores mencionan, recogen o demuestran la importancia de la mortalidad causada por el tráfico: aparte de los ya citados, Martínez Rica (1981), Negro (1987), Castroviejo (1993), Van der Tempel (1993); y progresivamente se recoge, aunque tímidamente, y sin consultar mucha bibliografía a veces, en las amenazas citadas en libros rojos (Blanco y González, 1993), atlas de distribución ornitológica y herpetológica (Comunidad de Madrid, Estado español ...) y obras generales (Tucker y Heath, 1994). Boscagli (1985) opina que los atropellos en carreteras, especialmente las nacionales y provinciales, son una significativa amenaza para la supervivencia del lobo en Italia.

Fahrig et al. (1995) demostraron, relacionando atropellos y estudios poblacionales, que el tráfico produce un importante efecto negativo sobre las densidades locales de anfibios; y plantean que los recientes incrementos en tráfico a nivel mundial han contribuido probablemente al conocido declive global de anfibios, particularmente en zonas pobladas. Citan además a Buchanan (1993), quien indica que el tráfico, además de los atropellos, genera polución y ruidos que pueden afectar a las poblaciones de anfibios, bien por mortalidad directa o alteraciones en su comportamiento. Bonnet

et al. (1999) analizan el impacto sobre ofidios, que consideran variable, pudiendo ser sustancial en algunas especies como *Coluber viridiflavus*.

Aún no podemos ofrecer conclusiones generales detalladas sobre el efecto en nuestro país de las carreteras sobre los vertebrados terrestres. Se ha mostrado como es un impacto relativamente reciente, presente en todo el país, que indudablemente es un factor añadido -e incluso destacado-, entre los que causan la recesión actual de muchas especies amenazadas o consideradas aún abundantes.

Otras especies son afectadas en menor grado o puntualmente por los atropellos; si bien, como señala Fernández (1993) para caza mayor, los atropellos no ponen en peligro por si mismo la viabilidad de estas especies, ni tan siquiera a nivel local, es evidente que no constituyen causas despreciables de mortalidad, y puede ser necesario tenerlos en cuenta en estudios de dinámica de poblaciones.

Muchos autores han recomendado la necesidad de realizar más estudios acerca de esta mortalidad y sus implicaciones, apoyándose en radio-tracking, revisando el nivel de conocimientos continuamente... (conclusiones de SETRA, 1985b). Esperamos que así sea, y que la disciplina de la biología de la conservación cuente con más recursos y resultados en un futuro próximo.

Evidentemente, el alcance de los atropellos depende de la red vial y de su densidad. Si esta red es densa, el impacto de esta causa de mortalidad aumenta y no queda limitado al entorno de algunas carreteras. En este sentido se considera muy importante mantener grandes espacios naturales no atravesados por carreteras, en tanto intentamos mejorar nuestros conocimientos sobre esta problemática.