Ecología, N.° 7, 1993, pp. 375-389 ICONA, MADRID

MORTALIDAD DE VERTEBRADOS POR ATROPELLO EN UNA CARRETERA NACIONAL DEL NO DE ESPAÑA

S. GONZÁLEZ-PRIETO[1], A. VILLARINO[1] y M. M. FREÁN[1]

RESUMEN

Se estudió la mortalidad de vertebrados por atropello en la nueva carretera nacional N-120 entre Orense y Os Peares (Orense, NO España), tramo en la que discurre paralela y adyacente al cauce del río Miño. Los 17 km considerados se prospectaron a pie semanalmente durante el primer año de explotación de la carretera, anotando y retirando de la calzada los animales muertos.

Se contabilizaron 12.192 Vertebrados de 83 especies (10 Anfibios, 13 Reptiles, 41 Aves y 19 Mamíferos), lo que supone una tasa de mortalidad media de 717 individuos/km/año, cifra muy superior a las señaladas en la bibliografía consultada.

Los Anfibios fueron el grupo más afectado por el tráfico rodado, con el 89,2% del total de individuos muertos, seguido de los Reptiles (5,0%), las Aves (3,1%) y los Mamíferos (2,7%). Las especies atropelladas con mayor frecuencia resultaron ser *Triturus boscai* (60,1% del total de Vertebrados), *Bufo bufo* (10,0%), *Bufo calamita* (6,1%), *Alytes obstetricans* (6,1%), *Podarcis hispanica* (3,5%), *Salamandra salamandra* (3,1%), *Triturus marmoratus* (2,0%), *Discoglossus pictus* (1,7%) y *Apodemus* spp. (1,1%).

Los resultados muestran que las especies incospicuas representan una proporción mucho mayor de los animales atropellados que la señalada en trabajos previos, y demuestran que las prospecciones en automóvil o bicicleta son inadecuadas para evaluar la mortalidad de Vertebrados por atropello.

Los resultados sugieren también que el hábitat es un factor más importante en el atropello de Vertebrados que el diseño de la carretera: las mayores mortalidades se producen en las áreas menos alteradas y las menores en las áreas más degradadas y en los tramos construidos en puentes.

Palabras clave: Anfibios, atropellos, Aves, carreteras, Mamíferos, mortalidad, Reptiles, tráfico rodado, Vertebrados.

INTRODUCCION

El interés por evaluar la incidencia de las infraestructuras viarias sobre la fauna condujo ya desde los años sesenta a la realización de diversos estudios sobre la mortalidad de Vertebrados por atropello en las carreteras de varios países europeos (por ejemplo, HANSEN, 1969; WAECHTER, 1979; SAINT GIRONS, 1981; BOURQUIN, 1983; QUADRELLI, 1984; VIGNES, 1984) y, más recientemente, de España (por ejemplo, GÓMEZ GONZÁLEZ, 1987, y COSTAS, 1991). No obstante, muchos de estos trabajos son únicamente parciales y se centran en una sola especie o grupo, generalmente aves (BOURQUIN, 1983; VIGNES, 1984; COSTAS, 1991), o en una sola época del año, normalmente primavera-verano (WAECHTER, 1979; SAINT GIRONS, 1981; COSTAS, 1991). Por todo ello, la información disponible en la actualidad acerca del impacto del tráfico automovilístico sobre las poblaciones de Vertebrados es aún muy incompleta.

Atendiendo a estas circunstancias se planteó el presente estudio, que contempla la mortalidad de

[1] Sociedade Galega de Historia Natural. Apartado 212. 32080 Orense.

Anfibios, Reptiles, Aves y Mamíferos durante un período anual completo en un tramo de carretera nacional del NO ibérico.

AREA DE ESTUDIO

El seguimiento de la mortalidad de Vertebrados se llevó a cabo en la N-120, en el tramo comprendido entre los puntos kilométricos (en adelante, PK) 550 y 567, que corresponden, respectivamente, a las proximidades de la localidad de Os Peares, en la confluencia del río Sil con el Miño, y a la ciudad de Orense (proyección UTM: huso 29T, cuadrículas NG98, NG99, PG09 y PH00).

Este tramo, inaugurado en la última semana del año 1988, es una vía rápida, vallada con tela metálica (150 cm de altura y malla de 15 × 15 cm) en las proximidades de los núcleos habitados, con un carril de 3,5 m de anchura en cada sentido de circulación, arcenes de 1,5 m, cunetas de hormigón en «V abierta» de 1 m de anchura y 45 cm de profundidad y asfalto poroso antideslizante.

La intensidad de circulación rodada se considera virtualmente uniforme por hallarse los dos únicos accesos existentes al principio y al final del tramo y no permitirse la detención de los vehículos salvo urgencia o avería (*).

El trazado, íntegramente nuevo, discurre paralelo al cauce del río Miño a lo largo de su margen izquierda, ahora en gran medida ocupada por la propia carretera, que en la mayor parte de su recorrido fue construida a escasa altura (1,5 a 5 m) y distancia (0 a 25 m) de las aguas del Miño embalsadas por la central hidroeléctrica de Velle. La altitud mínima sobre el nivel del mar es de 95-100 m y la máxima de 170-180 m.

Respecto al terreno atravesado, de los 17 km de carretera considerados el 70,3% están construidos con talud en una margen y terraplén en la otra («en desmontes»), el 9,1% con taludes a ambos lados («en trinchera»), el 7,7% con terraplenes a ambos lados («sobreelevados»), el 7,1% «a nivel» con el terreno, el 3,2% está ocupado por «accesos en trébol», el 1,5% está construido en puentes y el 1,2% sobre el propio cauce del río (la carretera «en escollera» lo atraviesa como una secante en un recodo).

En cuanto al hábitat circundante, el 48,5% son áreas arboladas (robledales casi en su totalidad, pinares y eucaliptales muy localizados), el 21,8% son terrenos cultivados (sobre todo viñedos y huertas con frutales dispersos, en ocasiones semiabandonados), el 13,5% está cubierto de matorral (retamares y tojares como etapas regresivas de los pinares a causa de los incendios), el 9,5% es un hábitat suburbano (urbanizaciones, viviendas dispersas, parques y huertas), el 5,6% son eriales originados por movimientos de tierra por obras y el 1,1% está constituido por un hábitat fluvial: un «coiñal» (depósito aluvial de cantos rodados) parcialmente colonizado por vegetación ribereña e inundado periódicamente por las crecidas del Miño.

El clima, de acuerdo con CARBALLEIRA *et al.* (1983), es mediterráneo subhúmedo de tendencia atlántica, con una precipitación media anual de 772 mm y una temperatura media anual de 14,0° C en la estación meteorológica de la ciudad de Orense. En los observatorios de las centrales hidroeléctricas de Velle y Os Peares, situados en las inmediaciones de la N-120, los valores son ligeramente diferentes pero menos representativos por no alcanzar los treinta años de funcionamiento.

La cobertura vegetal del área de estudio se incluye en la región Mediterránea, piso supramediterráneo (RIVAS MARTÍNEZ *et al.*, 1987).

MATERIAL Y METODOS

Tras retirar el 31-XII-1988 los Vertebrados atropellados durante la última fase de la construcción y en los primeros días de la fase de explotación, los 17 km de carretera fueron recorridos a pie semanalmente durante todo el año 1989. Ambos carriles, arcenes y cunetas fueron prospectados simultáneamente caminando un observador por cada arcén de la carretera. Una tercera persona actuaba de anotador encargado de registrar la especie y fijar la localización exacta de cada Vertebrado atropellado mediante el empleo de un «cuentapasos» de los utilizados habitualmente en los entrenamientos de atletismo que se ponía a cero al inicio de cada kilómetro (un sencillo cálculo de ga-

(*) Con posterioridad al estudio se abrió un nuevo acceso en el PK 558,240, así como dos áreas de descanso y cambio de sentido en los PK 557,250 y 559,160.

binete transformaba los pasos en metros); para no falsear las evaluaciones de distancias el anotador nunca retrocedía ni se desplazaba lateralmente. Los individuos atropellados se hacían desaparecer por completo, empleando, si era necesario, pinzas, raspillas metálicas y cepillos de alambre.

El tratamiento de los datos se realizó con un programa DBASE III PLUS en un ordenador AT, habiéndose dividido los 17 km estudiados en 340 tramos de 50 m cada uno. La caracterización de estos tramos en función del perfil del trazado y del hábitat (en una banda de 100 m de anchura desde el borde de la carretera) se efectuó en un recorrido ex profeso provistos de fotografías aéreas E 1:10.000 del año 1988, en los que ya aparecía asfaltada una parte de la carretera. Cada tramo fue asignado al tipo de hábitat y de característica constructiva predominante en él, considerando como tal al que ocupase dos tercios o más de su extensión; en los casos poco numerosos (menos del 10%) en que aplicando este criterio el tramo resultara ser mixto, fue atribuido al tipo mayoritario de los sectores adyacentes.

Aunque diversos autores (por ejemplo, QUADRELLI, 1984; COSTAS, 1991) han expresado los resultados de mortalidad en número de individuos por cada 100 ó 1.000 km recorridos por el observador, esta unidad se consideró inadecuada pues introduce como variable la frecuencia de muestreo del trayecto, cuando en realidad la mortalidad es independiente de ésta, y omite, sin embargo, dos factores clave: la longitud del tramo de carretera y la duración del período estudiado. Atendiendo a estas consideraciones, en el presente trabajo se ha adoptado como tasa de mortalidad el número de individuos atropellados anualemente por cada kilómetro de carretera (M = indiv./km/año), unidad mucho más idónea para expresar el impacto de la circulación por la red viaria sobre las poblaciones faunísticas.

RESULTADOS Y DISCUSION

En los 17 km de carretera considerados se contabilizaron durante el año de duración del estudio 12.192 Vertebrados muertos (Tabla I), lo que supone una tasa de mortalidad media (en adelante M) de 717 ± 528 indiv./km/año. Con excepción del km 551, las tasas de mortalidad por kilómetro son superiores a las de 12-140 indiv./km/año calculadas a partir de los datos de varios autores (WAECHTER, 1979; SAINT GIRONS, 1981; QUADRELLI, 1984), superándose incluso en seis de los kilómetros (558, 559, 560, 561, 563 y 564) la cifra de 1.000 indiv./km/año y alcanzándose un máximo de 1.326 indiv./km/año en el km 559.

El tráfico rodado de la N-120 incide sobre las poblaciones de gran parte de los Vertebrados terrestres del área atravesada por la carretera, aunque no de forma totalmente indiscriminada. Las 83 especies afectadas constituyen, aproximadamente, el 60% de las presentes en la zona de manera regular (observ. pers.). Del cómputo total han sido excluidas las de los géneros *Tachybaptus, Ardea, Anas, Aythya, Gallinula* y *Fulica* dadas las remotas posibilidades de que atraviesen la carretera teniendo en cuenta las características de ésta. La elevada cifra de especies atropelladas, superior a la de los trabajos antes citados, podría deberse a la gran variedad de hábitats atravesados por la N-120 y a su proximidad al cauce del río Miño.

La Clase más perjudicada por la circulación de vehículos fue la de los Anfibios, tanto por el número de individuos atropellados (n = 10.870; M = 639,5 indiv./km/año; 89,2% del total de Vertebrados), como porque la afección alcanza a la totalidad de las 10 especies presentes en la zona, destacando por su extraordinaria mortalidad *T. boscai* (n = 7.320; 60,0% de los Vertebrados).

En los restantes grupos la incidencia de la circulación rodada fue muy inferior, decreciendo en el siguiente orden: *a)* Reptiles, 613 individuos atropellados (M = 36 indiv./km/año; 5,0% del total de Vertebrados), 14 especies afectadas (93% de las presentes); *b)* Aves, 380 individuos muertos (M = 22 indiv./km/año; 3,1% de los Vertebrados), 41 especies afectadas (53% de las presentes), y *c)* Mamíferos, 329 individuos atropellados (M = 19 indiv./km/año; 2,7% de los Vertebrados), 19 especies afectadas (50% de las existentes).

En cuanto al porcentaje representado por los distintos grupos en el conjunto de los Vertebrados atropellados destaca en el presente estudio el carácter ampliamente mayoritario de la herpetofauna (94,2% del total), que reduce la participación de Aves y Mamíferos a un porcentaje marginal del cómputo total. Este resultado contrasta notable-

mente con los valores calculados a partir de los datos de WAECHTER (1979), SAINT GIRONS (1981), QUADRELLI (1984) y GÓMEZ GONZÁLEZ (1987), que señalan el 0,8-13,1% de Anfibios, el 0-8,2% de Reptiles, el 36,1-57,2% de Aves y el 41,8-60,9% de Mamíferos.

En comparación con el presente estudio las tasas de mortalidad calculadas para Anfibios y Reptiles son muy reducidas en todos los trabajos antes citados (0-18,4 y 0-11,5 indiv./km/año, respectivamente), mientras que para Aves y Mamíferos hay disparidad de resultados: valores menores (4,7 y 7,5 indiv./km/año) en el caso de WAECHTER (1979), del mismo orden (27,5 y 20,1 indiv./km/año) en el de QUADRELLI (1984) y superiores (50,5 y 39,7 indiv./km/año) en el de SAINT GIRONS (1981).

Las diferencias entre las cifras basadas en la bibliografía y las obtenidas en la N-120 se atribuyen a que en esta última carretera se ha contemplado un ciclo anual completo, mientras que los trabajos de WAECHTER (1979) y SAINT GIRONS (1981) se refieren sólo al período de primavera-verano, por lo que infravaloran mucho los Anfibios. Además, en el presente estudio los recorridos se realizaron a pie, en tanto que WAECHTER (1979) y QUADRELLI (1984) los hicieron en automóvil, metodología que subestima en gran medida a los Vertebrados poco llamativos y/o de pequeño tamaño, cuya inferior consistencia permite un aplastamiento más fácil, dificultando aún más su visualización desde un vehículo en marcha; entre estos Vertebrados poco conspicuos se incluye la práctica totalidad de los Anfibios y buena parte de los Reptiles, con excepción de los ejemplares de mayor tamaño de *B. bufo, S. salamandra, Lacerta* spp. y de los diversos Ofidios. Como muestra de lo incompletas que deben resultar las prospecciones desde automóviles, baste señalar que en el presente estudio determinados tramos hubieron de ser recorridos literalmente «en cuclillas» durante las semanas de mortalidad muy intensa, pues de otro modo resultaba imposible detectar y retirar todos los vertebrados muertos (en ocasiones del orden de 10 individuos por metro lineal de carretera).

Las distintas tasas de mortalidad estarían determinadas también por las diferencias entre los hábitats atravesados por las respectivas carreteras, así como por las características constructivas de éstas. Conviene, por tanto, recordar que la extremada proximidad al cauce del río Miño en este tramo de la N-120 obliga a atravesarla a todos los Vertebrados que se dirijan al río a beber, a alimentarse o a reproducirse, circunstancia, sin duda, determinante para explicar buena parte de la elevadísima mortandad de Anfibios.

Por último, hay que recordar que los datos de la N-120 se refieren al primer año de explotación de un tramo íntegramente nuevo y representan, por tanto, el impacto que éste ha tenido sobre las poblaciones originales de Vertebrados en el área atravesada, mientras que los estudios realizados en carreteras con una cierta antigüedad miden su impacto sobre las poblaciones de Vertebrados más o menos estabilizadas (y diezmadas) por el tráfico rodado.

Variación interespecífica de la mortalidad

Con 7.953 individuos muertos (73.2% de los Anfibios y 65,2% del total de Vertebrados) y una tasa de mortalidad media de 467,8 indiv./km/año, el Orden Urodela es el más castigado por el tráfico rodado en el área de estudio (Tabla I). Las tres especies afectadas lo son con muy distinta intensidad, acaparando *T. boscai* el 92,1% de los individuos, mientras que *S. salamandra* representa el 4,8% y *T. marmoratus* el 3,1%. Tan gran diferencia de mortalidad por atropello entre estas especies próximas de agilidad comparable podría deberse a densidades de población y/o a movilidades muy dispares, pero la información disponible acerca de estos factores es reducida, aunque está bien documentado el carácter muy sedentario de *S. salamandra* (SALVADOR, 1984; BARBADILLO, 1987), comportamiento que, sin duda, condiciona su frecuencia de atropello. Los resultados obtenidos para ambos *Triturus* coinciden, por una parte, con la opinión de CURT y GALÁN (1982) de que *T. boscai* es en Galicia el tritón más abundante y cosmopolita, aunque la consideración de estos autores (no apoyada en ninguna evaluación metódica) de que *T. marmoratus* es el tritón que más aparece atropellado en las carreteras no se corresponde en absoluto con lo observado en el presente estudio. Puesto que en los alrededores de la ciudad de Orense las diferencias poblacionales entre *T. boscai* y *T. marmoratus* son de 5:1 favorables al primero (observ. pers.), no parecen suficientes para expli-

car que *T. boscai* sea atropellado con una frecuencia 30 veces superior; se considera que la longitud de los desplazamientos de cada especie podría ser un factor de cierta importancia.

Con 2.918 individuos muertos (26,8% de los Anfibios; 23,9% de los Vertebrados) y una mortalidad media de 167,8 indiv./km/año, las poblaciones de Anuros son, tras las de Urodelos, las más afectadas por el tráfico en la carretera estudiada (Tabla I). De los cinco géneros hallados, *Bufo* representa dos tercios del total de individuos *(B. bufo,* 41,0%; *B. calamita,* 25,0%), *Alytes,* un cuarto *(A. obstetricans,* 24,7%) y entre las restantes sólo *Discoglossus (D. pictus,* 7,0%) constituye un porcentaje significativo, ya que ni *Hyla* ni *Rana* superan el 0,1%. La mayor mortalidad de los Anuros corredores *(Bufo* y *Alytes)* en comparación con los saltadores *(Discoglossus, Hyla* y *Rana)* podría deberse en parte a su menor agilidad para esquivar activamente a los vehículos, pero, sobre todo, a razones de hábitat, abundancia y a las largas migraciones hasta los lugares de cría, que son bien conocidas en *B. bufo* (SALVADOR, 1983; BARBADILLO, 1987). La escasa frecuencia de atropellos de *Hyla* y *Rana* en comparación con *Discoglossus* podría explicarse por la ocupación preferente del estrato arbustivo en el caso de *Hyla* y al carácter estrictamente acuático de *Rana,* que contrastan con los hábitos más terrestres de *Discoglossus,* cuya abundancia en Galicia es, además, superior (CURT y GALÁN, 1982).

Los 498 Saurios muertos (81,2% de los Reptiles; 4,1% de los Vertebrados) convierten a este grupo en el tercero más castigado por el tráfico de vehículos, a gran distancia ya de los dos primeros, con una mortalidad media de 29,6 indiv./km/año (Tabla I). Uno de los cinco géneros observados, *Podarcis,* representa el 85,9% de los Saurios muertos *(P. hispanica,* 85,7%; *P. bocagei,* 0,2%), *Lacerta* constituye el 7,0% *(L. lepida,* 6,0%; *L. schreiberi,* 1,0%) y el resto se reparte por igual entre *Chalcides (C. chalcides,* 2,5%), *Psammodromus (P. algirus* 2,4%) y *Anguis (A. fragilis* 2,2%). La preponderancia de *P. hispanica* entre los Saurios atropellados se explica por su condición de especie más abundante en la zona y por sus reconocidas costumbres lapidícolas (CURT y GALÁN 1982, SALVADOR 1984, BARBADILLO 987) que le han permitido la rápida colonización de los bordes de la carretera, constituidos en gran medida por taludes rocosos muy fisurados.

Los Ofidios, con 115 individuos muertos (18,8% de los Reptiles, 0,9% de los Vertebrados) y una mortalidad media de 6,8 indiv./km/año, son el taxon herpetológico menos afectado por el tráfico de vehículos, por detrás, incluso, de grupos como Passeriformes y Roedores (Tabla I). La mitad de las culebras halladas muertas son *Natrix* (49,6%; repartido casi por igual entre *N. natrix* y *N. maura); Malpolon* representa la cuarta parte *(M. monspessulanus,* 25,2%), *Elaphe* poco menos de un quinto *(E. scalaris,* 18,3%) y las dos *Coronella* se reparten desigualmente el resto *(C. austriaca,* 0,9%; *C. girondica,* 6,1%). La remarcable similitud de los porcentajes correspondientes a las especies de Ofidios mayoritarias no tiene paralelo en ningún otro grupo taxonómico. Cabe deducir de ello que sus respectivas densidades de población y movilidades deben ser semejantes en el área de estudio, en la que, sin embargo, ambas *Coronella* son mucho menos frecuentes, especialmente *C. austriaca,* que CURT y GALÁN (1982) no hallaron a altitudes menores de 800 m s.n.m. en la provincia de Orense.

La muerte de Aves no Passeriformes por impacto contra automóviles puede considerarse un suceso raro en la carretera estudiada, pues en conjunto apenas alcanzan el 0,07% del total de Vertebrados, cifra muy inferior al 3,0-11,6% encontrado por WAECHTER (1979) y GÓMEZ GONZÁLEZ (1987). No obstante, los resultados de estos autores pueden sobreestimar la importancia relativa de estas especies de tamaño mediano-grande, en detrimento de las más pequeñas y menos llamativas, al realizar las prospecciones desde automóviles. Fueron halladas siete especies *(F. tinnunculus, L. fuscus, C. livia/domestica, S. turtur, A. noctua, S. aluco* y *A. atthis)* de cinco Ordenes: Falconiformes, Charadriiformes, Columbiformes, Estrigiformes y Coraciiformes (Tabla I). La tasa de mortalidad media de las Aves no Passeriformes, 0,5 indiv./km./año, es casi idéntica a la de 0,6 calculada en base a las observaciones de QUADRELLI (1984); la de Falconiformes (0,06 indiv./km/año) es casi cuatro veces menor que la observada por BOURQUIN (1983), mientras que la de Strigiformes es ligeramente superior (0,17 frente a 0,12 indiv./km/año).

El Orden Passeriformes es el cuarto más perjudicado por el tráfico de vehículos en cuanto a número de individuos muertos ($n = 372$; 97,9% de las Aves y 3,1% de los Vertebrados) pero el prime-

TABLA I

NUMERO DE INDIVIDUOS ATROPELLADOS DE CADA ESPECIE Y GRUPO DE VERTEBRADOS EN EL TRAMO ORENSE-OS PEARES DE LA N-120 DURANTE 1989

Salamandra salamandra	381
Triturus marmoratus	246
T. boscai	7.326
Total Urodelos	7.953
Discoglossus pictus	209
Alytes obstetricans	737
Bufo bufo	1.221
B. calamita	746
Hyla arborea	3
Rana perezi	1
R. iberica	1
Total Anuros	2.918
Total ANFIBIOS	10.870
Chalcides chalcides	12
Psammodromus algirus	12
Lacerta lepida	30
L. schreiberi	5
Podarcis hispanica	427
P. bocagei	1
Anguis fragilis	11
Total Saurios	498
Coronella austriaca	1
C. girondica	7
Elaphe scalaris	21
Malpolon monspessulanus	29
Natrix natrix	28
N. maura	29
Total Ofidios	115
Total REPTILES	613
Falco tinnunculus	1
Larus fuscus	1
Columba livia/domestica	1
Streptopelia turtur	1
Athene noctua	2
Strix aluco	1
Alcedo atthis	1
Total Aves no Passeriformes	8
Riparia riparia	1
Ptyonoprogne rupestris	2
Anthus pratensis	4
Motacilla cinerea	12
M. alba	15
Troglodytes troglodytes	29
Prunella modularis	8
Cettia cetti	2
Hippolais polyglotta	1
Sylvia atricapilla	57
S. melanocephala	2
S. cantillans	4
S. undata	2
Phylloscopus collybita	32
Regulus ignicapillus	1
Ficedula hypoleuca	6
Phoenicurus ochruros	6
Erithacus rubecula	58
Turdus merula	30
T. phylomelos	4
T. viscivorus	1
Aegithalos caudatus	6
Parus caeruleus	1
P. major	4
Certhia brachydactyla	1
Emberiza cirlus	9
Fringilla coelebs	2
Serinus serinus	12
Carduelis chloris	5
C. spinus	2
Passer domesticus	49
P. montanus	1
Pica pica	1
Corvus corone	1
Total Passeriformes	371
Total AVES	379
Erinaceus europaeus	8
Crocidura russula	36
Talpa caeca	5
Total Insectívoros	49
Rhinolophus hipposideros	14
Myotis daubentoni	18
Pipistrellus pipistrellus	33
P. savii	2
Plecotus austriacus	5
Total Quirópteros	72
Sciurus vulgaris	1
Pitymys lusitanicus	6
Microtus agrestis	1
Apodemus spp.	139
Rattus norvegicus	20
Mus musculus	31
M. sprettus	3
Total Roedores	201
Canis familiaris	3
Vulpes vulpes	2
Genetta genetta	1
Felis domesticus	1
Total Carnívoros	7
Total MAMIFEROS	329
TOTAL VERTEBRADOS	12.192

ro por número de especies afectadas ($n = 34$; 41% del total) (Tabla I). Al igual que en las Aves no Passeriformes, y por motivos similares, su importancia relativa en el conjunto de los Vertebrados es muy inferior a la observada por WAECHTER (1979) y GÓMEZ GONZÁLEZ (1987), que le atribuyen más de un tercio de los Vertebrados muertos (36,1-36,5%). Los Passeriformes representan el mismo porcentaje del total de Aves que el observado por QUADRELLI (1984) y COSTAS (1991), aunque su tasa media de mortalidad (21,4 indiv./km/año) es ligeramente inferior a la calculada en base a los datos de estos autores.

De los 25 géneros observados de Passeriformes, siete representan en conjunto el 79,8% de los individuos del orden: *Sylvia,* 17,5%; *Erithacus,* 15,6%; *Passer,* 13,4%; *Turdus,* 9,4%; *Phylloscopus,* 8,6%; *Troglodytes,* 7,8%, y *Motacilla,* 7,3%. Este resultado revela una diversidad de especies muertas superior a la obtenida en los estudios de QUADRELLI (1984), VIGNES (1984) y COSTAS (1991), en los que *Passer* representa por sí solo el 87,5%, el 58,5% y el 28,0%, respectivamene, del total de los individuos del orden, circunstancia que en el primero de ellos se explica por «el ambiente muy humanizado» del área prospectada, consideración aplicable también, en mayor o menor medida, a los dos restantes trabajos. En el presente estudio las especies más abundantes en la zona son también las atropellados con mayor frecuencia, acaparando seis de ellas más de dos tercios (68,6%) de los Passeriformes muertos: *E. rubecula,* 15,6%; *S. atricapilla,* 15,3%; *P. domesticus,* 13,2%; *P. collybita,* 8,6%; *T. merula,* 8,1%, y *T. troglodytes,* 7,8%. Ninguna de las restantes supera el 4%.

Los Insectívoros, con 49 especímenes muertos (14,9% de los Mamíferos; 0,4% de los Vertebrados) y una mortandad media de 2,9 indiv./km/año, constituyen uno de los táxones menos afectados por el tráfico rodado en el área de estudio (Tabla I). De los tres géneros observados, *Crocidura* aporta casi tres cuartas partes de los ejemplares hallados *(C. russula,* 73,5%), mientras que los porcentajes representados por *Erinaceus* y *Talpa* son mucho menores *(E. europaeus,* 16,3%; *T. caeca,* 10,2%). La baja mortalidad de erizos en valor absoluto ($n = 8$; 0,5 indiv./km/año) y sobre todo en relación con las demás especies (0,06% de los Vertebrados) contrasta enormemente con los resultados de otros trabajos sobre este tema, de los que se deducen mortalidades de 2,4 indiv./km/año (QUADRELLI, 1984) y porcentajes del 5,0-17,3% sobre el conjunto de los Vertebrados (WAECHTER, 1979; QUADRELLI, 1984; GÓMEZ-GONZÁLEZ, 1987). Parte de esta diferencia podría deberse a las características intrínsecas de cada área (densidad de las poblaciones de erizos, hábitat atravesado por la carretera y tipo de ésta), pero se considera que uno de los principales factores debe ser la metodología del estudio, pues las prospecciones insuficientemente exhaustivas (período anual incompleto, recorridos en bicicleta o automóvil) sobrevaloran la importancia de las especies de tamaño mediano-grande, perdurables y llamativas, en detrimento de las más pequeñas, crípticas y menos persistentes.

Los Quirópteros, con 72 individuos muertos (21,9% de los mamíferos; 0,6% de los vertebrados) y una mortalidad media de 4,4 indiv./km/año, son un grupo poco castigado, en valores absolutos, por la circulación de vehículos en comparación con otros Vertebrados (Tabla I). No obstante, sólo los Roedores sufren mayor mortandad dentro de los Mamíferos y en proporción al tamaño de las poblaciones los murciélagos podrían figurar entre las especies más afectadas.

La tasa de mortalidad de Quirópteros en la N-120 es casi idéntica a la obtenida en la R. N. 137 francesa (4,9 indiv./km/año; calculado en base a los datos de SAINT GIRONS (1981), considerando que la mortandad de las veinticuatro semanas por él prospectadas corresponden en realidad al total anual teniendo en cuenta el período de máxima actividad de las especies afectadas) pero en esta última el porcentaje que representan los murciélagos en el total de Vertebrados es mucho mayor (7,4%) y en el de Mamíferos ligeramente menor (17,3%). En tanto que SAINT GIRONS (1981) sólo halló ejemplares de *Pipistrellus (P. pipistrellus* y *P. kuhli* en proporciones casi iguales), en el presente estudio se encontraron cuatro géneros, entre los que *Pipistrellus* representa la mitad de los individuos *(P. pipistrellus,* 45,8%; *P. savii,* 2,8%), *Myotis (M. daubentoni)* el 25,0%; *Rhinolophus (R. hipposideros)* el 19,4% y *Plecotus (P. austriacus)* el 6,9%. Merece destacarse que todos los Quirópteros atropellados pertenecen a especies de talla pequeña-mediana y de vuelo poco potente, circunstancias que podrían incrementar su mortalidad al facilitar que sean suc-

cionados por la depresión creada por los vehículos de gran tamaño en movimiento.

Los Roedores, con 201 individuos muertos (61,1% de los Mamíferos, 1,6% de los Vertebrados) y una tasa de mortalidad media de 11,8 indiv./km/año, son los Mamíferos más castigados por el tráfico de vehículos en la N-120 (Tabla I), en coincidencia con lo observado en 1984 por QUADRELLI (63,5% de los Mamíferos) pero superando ampliamente los porcentajes citados por otros autores (34,6%, WAECHTER, 1979; 2,3%, GÓMEZ GONZÁLEZ 1987). En tanto que QUADRELLI (1984) señala a *Rattus* como predominante (88,8% de los Roedores), debido, sin duda, al hábitat muy humanizado, en la N-120, por el contrario, de los seis géneros afectados, *Apodemus* representa más de dos tercios de los individuos (*Apodemus* spp., 69,2%) y de los restantes únicamente alcanzan porcentajes destacables *Mus* (*M. musculus,* 15,4%; *M. sprettus,* 1,5%) y *Rattus* (*R. norvegicus,* 10,0%), pues *Pitymys* (*P. lusitanicus*) sólo consituye el 3,0% y *Sciurus* (*S. vulgaris*) y *Microtus* (*M. agrestis*) el 0,5% cada uno.

En cuanto a los carnívoros, aunque los datos de WAECHTER (1979), QUADRELLI (1984) y GÓMEZ GONZÁLEZ (1987) apuntan una importante mortalidad relativa de estas especies (19,9 a 54,2% de los mamíferos), sobre todo las domésticas, su atropello por automóviles es un suceso infrecuente en el tramo estudiado de la N-120 (representan en conjunto sólo el 0,06% del total de Vertebrados), posiblemente debido a su menor urbanización y a que la tela metálica con que está vallada en las proximidades de los núcleos de población restringe en gran medida el acceso de estos Vertebrados a la calzada. Fueron hallados siete individuos de cuatro especies, dos de ellas domésticas: *C. familiaris, V. vulpes, G. genetta* y *F. domesticus.*

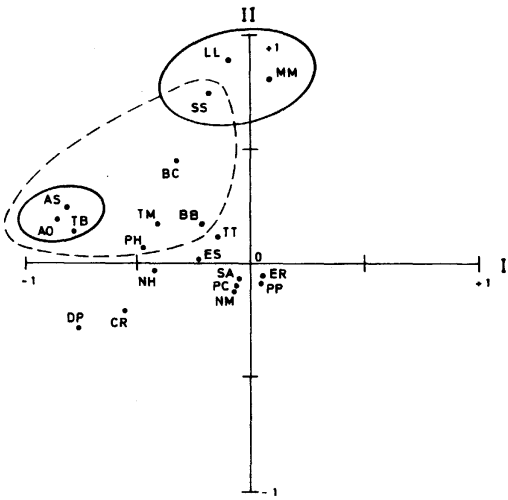

Fig. 1. Análisis multifactorial de componentes principales. Distribución de las variables en el plano de los ejes I y II.

Variación espacial de la mortalidad

Para estudiar la variación de la mortalidad de vertebrados en función de las características constructivas de la carretera y del hábitat circundante se aplicó el programa de análisis multifactorial de componentes principales «BMDP-Factor analysis» a la matriz de datos constituida por los valores de la mortalidad de las 20 especies atropelladas con mayor frecuencia (*) en los 20 tipos de sectores de carretera diferenciados por las características constructivas y el hábitat (Tabla II). Al representar estas espcies el 96,9% del total de individuos atropellados, los resultados de este análisis se consideran válidos para la mortalidad global de vertebrados en el tramo de carretera estudiado.

En primer lugar hay que señalar que las variables tienden a correlacionarse positivamente entre sí en casi todos los casos, por lo que su polarización en las gráficas correspondientes no suele ser elevada.

Los cuatro primeros componentes absorben, respectivamente, el 20,58%, el 17,04%, el 14,04% y el 11,39% de la varianza total, explicando, por tanto, conjuntamente casi dos tercios de la varianza total.

En la Fig. 1, que representa la distribución de las variables en el plano definido por los componentes I y II que explican el 37,62% de la varianza total, se observa cómo la mayoría de las especies se asocian sobre el tramo negativo del eje I, apareciendo tan sólo tres, y con escasa proyección, en el tramo positivo. Resulta destacable la concentración en el segundo cuadrante de las especies con mayores tasas de mortalidad (englobadas por tra-

(*) *M. musculus* y *R. norvegicus* no fueron incluidas por su muy estrecha relación con los hábitats antropógenos, y *P. domesticus* porque su vinculación con éstos era absoluta, circunstancia que distorsionaría el análisis.

TABLA II

TASA DE MORTALIDAD MEDIA (INDIVIDUOS/KM/AÑO) DE LAS PRINCIPALES ESPECIES DE VERTEBRADOS EN LOS DISTINTOS SECTORES DE LA CARRETERA NACIONAL N-120 DIFERENCIADOS POR LAS CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS Y EL HABITAT

Tipo de sector (núm. tramos)	SS	TM	TB	DP	AO	BB	BC	LL	PH	
Desmonte-arbolado (133)	24,4	11,4	539,4	13,2	38,4	93,0	30,0	1,2	18,6	SS = *S. salamandra.*
Desmonte-matorral (37)	10,8	7,0	418,5	4,4	50,3	75,1	60,5	2,7	24,9	TM = *T. marmoratus.*
Desmonte-cultivo (50)	23,1	12,8	307,0	7,6	18,0	89,2	21,7	1,2	15,6	TB = *T. boscai.*
Desmonte-erial (7)	17,2	5,9	100,0	0,0	25,9	45,7	54,2	5,7	8,6	DP = *D. pictus.*
Desmonte-suburbano (15)	4,1	56,0	230,5	18,6	22,5	9,4	33,3	1,3	21,3	AO = *A. obstetricans.*
Trinchera-arbolado (7)	57,2	22,8	760,0	14,3	54,2	28,6	174,2	11,4	48,6	BB = *B. bufo.*
Trinchera-matorral (6)	23,4	3,4	553,4	6,5	146,6	6,5	230,1	3,3	183,3	BC = *B. calamita.*
Trinchera-cultivo (11)	21,7	16,4	1.011,1	21,8	32,8	18,1	96,4	1,8	89,1	LL = *L. lepida.*
Trinchera-suburbano (7)	8,6	22,8	185,8	45,7	94,1	28,6	57,2	0,0	88,6	PH = *P. hispanica.*
A nivel-arbolado (13)	38,3	11,6	248,4	3,4	31,6	46,7	38,4	3,3	10,0	
A nivel-cultivo (5)	32,0	4,0	148,1	0,0	4,0	56,0	8,0	0,0	4,0	
A nivel-fluvial (4)	5,0	40,1	1.425,0	85,0	215,0	35,1	50,1	0,0	40,0	
Sobreelevado-arbolado (8)	29,9	22,6	282,6	20,1	37,7	72,6	62,6	0,0	5,0	
Sobreelevado-matorral (3)	53,4	20,0	679,9	13,4	273,4	120,0	33,3	6,7	33,3	
Sobreelevado-cultivo (5)	8,0	0,0	188,1	20,0	8,0	72,1	24,0	4,0	4,0	
Sobreelevado-erial (3)	20,0	6,6	33,4	6,6	26,6	46,7	40,0	0,0	6,7	
Sobreelevado-suburbano (7)	14,2	51,4	351,3	8,7	122,8	17,2	45,7	2,9	31,4	
Puente-arbolado (4)	0,0	0,0	5,0	0,0	0,0	15,0	0,0	0,0	5,0	
Escollera-cultivo (3)	6,6	13,4	60,1	0,0	13,4	6,6	46,5	0,0	0,0	
Accesos-erial (9)	2,2	2,2	66,7	0,0	26,5	20,0	17,8	0,0	4,4	
Promedio carretera (340)	22,4	14,5	430,9	12,3	43,4	71,8	43,9	1,8	25,1	

TABLA II *(continuación)*

Tipo de sector (núm. tramos)	ES	MM	NN	NM	TT	SA	PC	ER	CR	PP	AS	
Desmonte-arbolado (133)	1,2	0,9	1,4	2,0	1,8	2,7	1,5	3,0	1,5	1,7	9,9	ES = *E. scalaris.*
Desmonte-matorral (37)	0,5	2,2	1,1	1,1	1,6	2,7	0,0	1,1	1,6	0,5	10,3	MM = *M. monspessulanus.*
Desmonte-cultivo (50)	1,2	1,2	2,4	0,4	0,4	2,4	2,0	6,8	0,4	3,2	4,0	NN = *N. natrix.*
Desmonte-erial (7)	2,9	2,9	2,9	0,0	0,0	0,0	8,6	8,7	2,8	5,7	11,4	TM = *N. maura.*
Desmonte-suburbano (15)	4,0	1,3	0,0	1,2	1,3	4,0	2,7	1,3	9,3	2,7	8,0	TT = *T. troglodytes.*
Trinchera-arbolado (7)	0,0	11,4	0,0	0,0	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,6	SA = *S. atricapilla.*
Trinchera-matorral (6)	6,7	3,3	0,0	0,0	0,0	3,3	3,2	0,0	0,0	3,4	16,7	PC = *P. collybita.*
Trinchera-cultivo (11)	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	5,5	0,0	0,0	0,0	0,0	5,6	ER = *E. rubecula.*
Trinchera-suburbano (7)	0,0	0,0	2,9	0,0	5,7	8,6	0,0	14,3	2,9	8,5	3,0	CR = *C. russula.*
A nivel-arbolado (13)	0,0	1,7	1,6	0,0	0,0	6,7	1,7	5,0	0,0	0,0	1,8	PP = *P. pipistrellus.*
A nivel-cultivo (5)	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	8,0	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	AS = *Apodemus* spp.
A nivel-fluvial (4)	0,0	0,0	5,0	5,0	5,0	5,0	10,0	0,0	15,0	0,0	20,0	
Sobreelevado-arbolado (8)	0,0	5,0	10,0	12,5	5,0	0,0	0,0	2,5	2,5	0,0	20,0	
Sobreelevado-matorral (3)	6,7	0,0	6,7	0,0	0,0	6,7	0,0	0,0	13,3	0,0	20,0	
Sobreelevado-cultivo (5)	0,0	4,0	4,0	16,0	8,0	8,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Sobreelevado-erial (3)	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Sobreelevado-suburbano (7)	0,0	11,4	0,0	0,0	8,6	11,4	8,6	5,7	0,0	5,7	5,6	
Puente-arbolado (4)	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Escollera-cultivo (3)	0,0	0,0	6,7	6,6	0,0	6,7	13,3	0,0	13,3	0,0	0,0	
Accesos-erial (9)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,4	4,4	2,2	6,6	6,6	
Promedio carretera (340)	1,2	1,7	1,6	1,7	1,7	3,4	1,9	3,4	2,1	1,9	8,2	

zo discontinuo en la Fig. 1), que aparecen con notables factores de carga en al menos uno de los ejes, con la relativa excepción de *B. bufo* a pesar de ser la segunda especie más atropellada. *T. boscai, A. obstetricans* y *Apodemus* spp., muy correlacionadas entre sí ($r=0{,}595$ a $r=0{,}698$; $p<0{,}005$ a $p<0{,}001$), son las especies con mayor peso en el eje I. En el tercer cuadrante *D. pictus* y *C. russula* aparecen asociados enttre sí ($r=0{,}445$; $p<0{,}05$) y diferenciadas de las cuatro restantes variables. En el extremo positivo del eje II se asocian dos Reptiles *(L. lepida* y *M. monspessulanus)* correlacionados entre sí ($r=0{,}614$; $p<0{,}005$) y un Anfibio *(S. salamandra)* ($r=0{,}673$ con *L. lepida,* $p<0{,}005$) en un grupo bastante individualizado de las demás especies. Por último, merece reseñarse que ninguna de las especies voladoras incluidas en ese análisis (cuatro aves y un murciélago) se definen respecto a los dos primeros componentes posiblemente porque su capacidad dde vuelo les permite desplazarse con independencia del terreno y aprovechar, aunque sea ocasionalmente, hábitats más diversos.

La distribución de las muestras en el plano de los componentes I y II (Fig. 2) revela que están más polarizadas que las variables, aunque los diversos sectores construidos en desmontes (DA, DM, DC, DE y DS) apenas se definen. Los tipos de tramos en que se produce mayor mortalidad aparecen con elevadas proyecciones sobre la parte negativa de eje I y/o sobre la positiva del eje II, según la(s) especie(s) más atropellada(s) en ellos (véase Fig. 1), destacando los sectores de trinchera-arbolado (TA), sobreelevado-matorral (SM) y a nivel-fluvial (NF). Por su parte, los tramos de menor mortalidad de Vertebrados, en clara oposición a la distribución de las especies en general y de las más atropelladas en particular, se concentran en el cuarto cuadrante, en el que es reseñable la aparición de: *a)* el único sector trazado sobre puentes (PA); *b)* dos de los tres sectores que atraviesan eriales (AE, SE), y *c)* cuatro de los cinco sectores que cruzan áreas cultivadas (DC, SC, NC y EC). De todo ello se deduce que el hábitat es un factor más importante en las frecuencias de atropello de los Vertebrados que las características constructivas de la carretera, produciéndose las mayores mortalidades en áreas más naturales (arboladas, fluviales o de matorral) y las menores en los hábitats más alterados (cultivos y eriales), además de en los tramos de carretera con reducido efecto de barrera (puentes).

En el plano determinado por los ejes I y III (Fig. 3), que explica el 34,62% de la varianza total la distribución de las variables, además de su concentración casi completa en la parte negativa del primer componente, ya señalada anteriormente, muestra una fuerte polarización de varias de

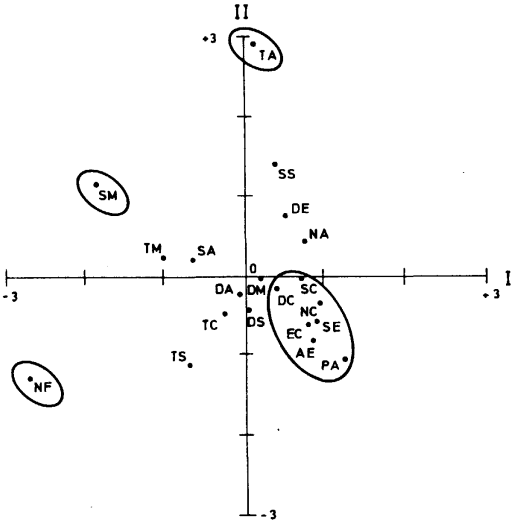

Fig. 2. Análisis multifactorial de componentes principales. Distribución de las muestras en el plano de los ejes I y II.

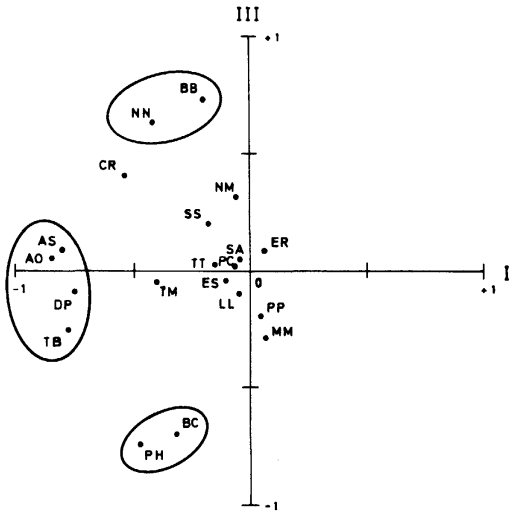

Fig. 3. Análisis multifactorial de componentes principales. Distribución de las variables en el plano de los ejes I y III.

ellas a lo largo del tercer eje: *B. bujo* y *N. natrix* aparecen próximas con grandes proyecciones sobre la parte positiva, aunque no están correlacionadas, mientras que *B. calamita* y *P. hispanica* (fuertemente correlacionadas entre sí, $r=0{,}815$; $p<0{,}001$) presentan elevados factores de carga sobre la parte negativa del eje. Destaca especialmente la contraposición en el comportamiento de *B. bufo* y *B. calamita* la diferenciación de ambas especies de *Natrix* (sobre todo *N. natrix)* respecto a los restantes Ofidios y la separación de *P. hispanica* con relación al otro Saurio considerado *(L. lepida)* y a los Ofidios. Nuevamente las especies voladoras apenas se definen respecto a ambos ejes.

La distribución de las muestras en el plano de los ejes I y III (Fig. 4) revela que a la parte positiva del primero de ellos se asocian, con moderadas proyecciones, los sectores con menor mortalidad de vertebrados, a los que se contrapone con fuerte carga en la parte negativa el tipo de tramo «a nivel-fluvial» (NF), en el que se producen las mayores mortandades de cuatro de las principales especies por frecuencia de atropellos, entre ellas *T. boscai,* que es el vertebrado más perjudicado por el tráfico de vehículos. En cuanto al tercer componente, su parte positiva está determinada por dos tipos de sectores de carretera sobreelevados (a través de matorral, SM, y de arbolado, SA) asociados a elevadas mortalidades de *B. bufo* y *N. natrix,* mientras que el tramo negativo está dominado por los sectores construidos en trinchera, en los que se alcanza la mayor frecuencia de atropellos de dos de las especies mayoritarias: *B. calamita* y *P. hispanica.* Por su parte, al igual que en el plano de los I y II, en el de los ejes I y III los tramos de carretera construidos en desmontes apenas se definen.

La distribución de las variables en el plano de los componentes I y IV (Fig. 5) —que explica el 31,97% de la varianza— aporta como principal novedad, respecto a lo ya discutido con relación a los planos anteriores, la discriminación de los distintos Ofidios a lo largo del eje IV, a cuya parte positiva se asocia con notable proyección *E. scalaris,* mientras que el polo negativo de este eje viene determinado por *N. maura* (y correlacionado con ésta, $r=0{,}505$, $p<0{,}05$, *T. troglodytes,* única especie voladora que se define en alguno de los cuatro principales componentes), ocupando *M. monspessulanus* y *N. natrix* posiciones mucho más próximas a la segunda que a la primera de dichas especies.

Como puede comprobarse por la distribución de las muestras en el plano de los ejes I y IV (Fig. 6), la mortalidad de las culebras consideradas se asocia en gran medida a los tramos de carretera sobreelevados respecto al terreno, pero mientras que *E. scalaris* aparece atropellada con mayor frecuencia en áreas de matorral, e incluso de erial, los de-

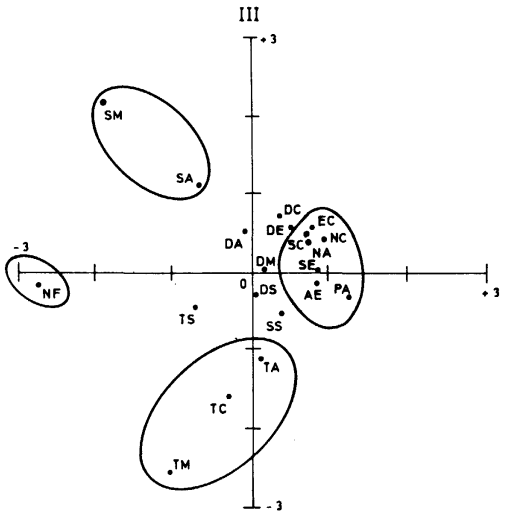

Fig. 4. Análisis multifactorial de componentes principales. Distribución de las muestras en el plano de los ejes I y III.

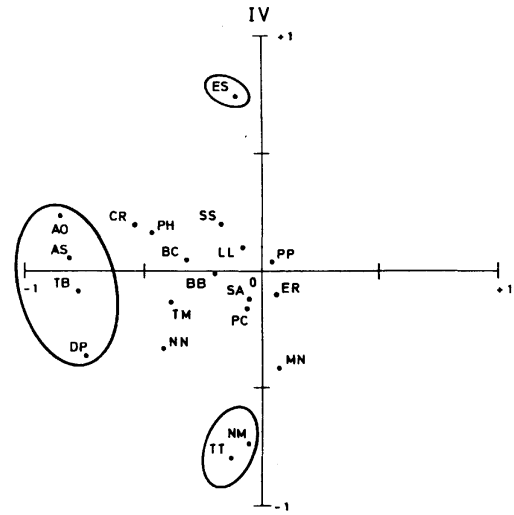

Fig. 5. Análisis multifactorial de componentes principales. Distribución de las variables en el plano de los ejes I y IV.

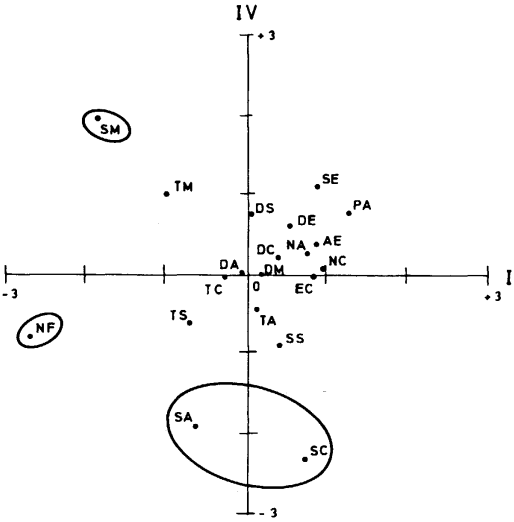

Fig. 6. Análisis multifactorial de componentes principales. Distribución de las muestras en el plano de los ejes I y IV.

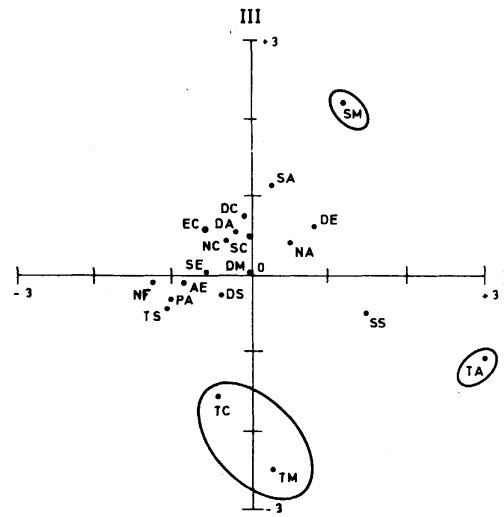

Fig. 8. Análisis multifactorial de componentes principales. Distribución de las muestras en el plano de los ejes II y III.

más Ofidios lo son en áreas arboladas o cultivadas (*M. monspessulanus* también en las suburbanas).

La distribución de las variables en el plano de los componentes II y III (que explican el 31,08% de la varianza total) revela que ambos están casi exclusivamente determinados por Anfibios y Reptiles, pues, con la relativa excepción de *C. russula,*

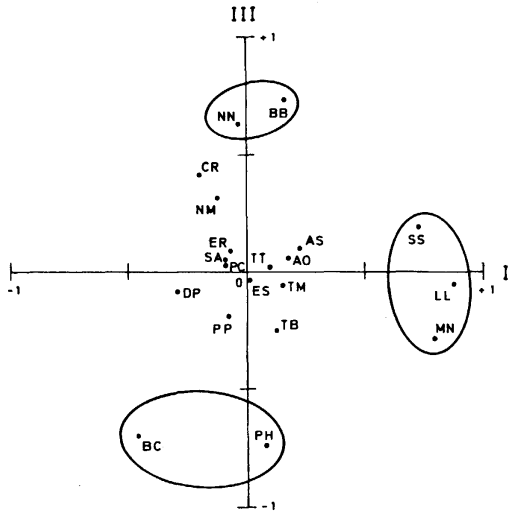

Fig. 7. Análisis multifactorial de componentes principales. Distribución de las variables en el plano de los ejes II y III.

ni aves ni mamíferos alcanzan proyecciones elevadas (Fig. 7). En el eje II, *S. salamandra, L. lepida* y *M. monspessulanus* aparecen en el extremo positivo, mientras que en la parte negativa ninguna especie tiene un factor de carga reseñable excepto, en cierta medida, *B. calamita,* que, de todos modos, se asocia más al tercer componente. Por su parte, en el eje III, *B. bufo* y *N. natrix,* son las variables de mayor peso en su parte positiva, en tanto que en la negativa lo son *P. hispanica* y *B. calamita.*

En la Fig. 8, que representa la distribución de las muestras en el plano de los ejes II y III, se observa con mayor claridad que en las Figs. 4 y 6 la estrecha asociación del tipo de sector «trinchera-arbolado» (TA) con el eje II, en su tramo positivo, el de «sobreelevado-matorral» (SM) con la parte positiva del eje III y los de «trinchera-matorral» (TM) y «trinchera-cultivo» (TC) con la parte negativa de este último. Se deduce, por tanto, que las elevadas mortalidades de *S. salamandra, L. lepida, M. monspessulanus, P. hispanica* y *B. calamita* caracterizan los sectores en trinchera, arbolados en las tres primeras especies y cultivados o cubiertos de matorral en las dos últimas, mientras que *B. bufo* y *N. natrix* tipifican los sectores sobreelevados a través de matorral.

SUMMARY

Vertebrate mortality as a result of vehicle collision on a newly-constructed major road in NW Spain (Orense province) was evaluated. The 17 km stretch studied runs parallel to a major river, the Miño. Monitoring was carried out on foot once a week during the first year in which the road was in use: all dead animals found along the stretch were collected.

A total of 12,192 vertebrates of 83 species (10 Amphibians, 13 Resptiles, 41 Birds and 19 Mammals) was recorded; overall mortality rate was 717 individuals/km/year, a figure much higher than reported in previous studies.

Amphibians (89.2% of total deaths) constituted the most severely affected group, followed by Reptiles (5.0%), Birds (3.1%) and Mammals (2.7%). The most severely affected species were *Triturus boscai* (60.1% of total deaths), *Bufo bufo* (10.0%), *Bufo calamita* (6.1%), *Alytes obstetricans* (6.1%), *Podarcis hispanica* (3.5%), *Salamandra salamandra* (3.1%), *Triturus marmoratus* (2.0%), *Discoglossus pictus* (1.7%) and *Apodemus* spp. (1.1%).

Results show that «inconspicuous» species account for a much greater proportion of mortality than has been reported in previous studies, and demostrate the inadequacy of car or bicycle monitoring for evaluating vertebrate mortality on roads.

Results also suggest that habitat is a more important factor in determining traffic mortality than road design, with the highest mortality rates occurring in undisturbed areas and the lowest rates in more human-influenced areas and on bridge stretches.

Key words: Amphibians, Birds, Mammals, Mortality, Reptilians, Road traffic, Roads, Traffic casualties, Vertebrates.

BIBLIOGRAFIA

BARBADILLO, L. J., 1987: *La guía de Incafo de los Anfibios y Reptiles de la Península Ibérica, Islas Baleares y Canarias.* Ed. Incafo, Madrid.

BOURQUIN, J. D., 1983: «Mortalité des rapaces le long de l'autoroute Genève-Lausanne». *Nos Oiseaux,* 37: 149-169.

CARBALLEIRA, A.; DEVESA, C.; RETUERTO, E.; SANTILLÁN, E., y UCIEDA, F., 1983: *Bioclimatología de Galicia.* Ed. Fundación Pedro Barrié de la Maza, Conde de Fenosa. La Coruña.

COSTAS, R., 1991: «Estudio de la mortalidad de aves en varias carreteras del suroeste de Galicia durante primavera y verano». *Actas do Primeiro Congreso Galego de Ornitoloxía,* pp. 219-230. Ed. Servicio de Publicaciones. Universidad de Santiago de Compostela.

CURT, J., y GALÁN, P., 1982: *Esos anfibios y reptiles gallegos.* Ed. J. Curt. Pontevedra.

GÓMEZ GONZÁLEZ, R., 1987: «Encuesta sobre vertebrados muertos en las carreteras asturianas». *Asturnatura,* 6: 30-31.

HANSEN, L., 1969: «Trafikdøden i den danske dyreverden». *Dansk. Foren. Tidsskrift,* 63: 81-92.

QUADRELLI, G., 1984: «Il traffico stradale come causa di morte per gli uccelli in un'area della pianura padana». *Riv. Ital. Orn.,* 54: 77-80.

RIVAS-MARTÍNEZ, S.; GANDULLO, J. M.; SERRADA, R.; ALLUÉ ANDRADE, J. L.; MONTERO DE BURGOS, J. L., y GONZÁLEZ REBOLLAR, J. L., 1987: *Memoria y mapas de series de vegetación de España.* Ed. ICONA, Madrid.

SAINT GIRONS, M. C., 1981: «Notes sur les mammifères de France. XV. Les pipistrelles et la circulation routière». *Mammalia,* 45: 131.

SALVADOR, A., 1984: *Guía de campo de los Anfibios y Reptiles de la Península Ibérica, Islas Baleares y Canarias.* Ed. Santiago García, León.

VIGNES, J. C., 1984: «Les oiseaux victimes de la circulation routière au Pays Basque français». *L'Oiseau et RFO,* 54: 137-148.

WAECHTER, A., 1979: «Mortalité animale sur une route a grande circulation». *Mammalia,* 43: 577-579.

APENDICE

ABREVIATURAS EN LAS FIGURAS

Especies:

SS = *Salamandra salamandra.*
TM = *Triturus marmoratus.*
TB = *Triturus boscai.*
DP = *Discoglossus pictus.*
AO = *Alytes obstetricans.*
BB = *Bufo bufo.*
BC = *Bufo calamita.*
LL = *Lacerta lepida.*
PH = *Podarcis hispanica.*
ES = *Elaphe scalaris.*
MM = *Malpolon monspessulanus.*
NN = *Natrix natrix.*
NM = *Natrix maura.*
TT = *Troglodytes troglodytes.*
SA = *Sylvia atricapilla.*
PC = *Phylloscopus collybita.*
ER = *Erithacus rubecula.*
CR = *Crocidura russula.*
PP = *Pipistrellus pipistrellus.*
AS = *Apodemus* spp.

Tipos de sectores de la carretera:

DA = *Desmonte-arbolado.*
DC = *Desmonte-cultivo.*
DE = *Desmonte-erial.*
DS = *Desmonte-suburbano.*
TA = *Trinchera-arbolado.*
TM = *Trinchera-matorral.*
TC = *Trinchera-cultivo.*
TS = *Trinchera-suburbano.*
NA = *A nivel-arbolado.*
NC = *A nivel-cultivo.*
NF = *A nivel-fluvial.*
SA = *Sobreelevado-arbolado.*
SM = *Sobreelevado-matorral.*
SC = *Sobreelevado-cultivo.*
SE = *Sobreelevado-erial.*
SS = *Sobreelevado-suburbano.*
PA = *Puente-arbolado.*
EC = *Escollera-cultivo.*
AC = *Accesos-erial.*