



4.2. Actuación ante factores de mortalidad

4.2.1. Intoxicaciones y envenenamientos de buitres negros en España: situación y evolución

Mauro Hernández y Javier Oria

4.2.1.1. Introducción

En el pasado reciente, la relación entre el declive de las poblaciones de algunas aves de presa y la contaminación por pesticidas organoclorados ha sido ampliamente establecida en la literatura científica (Ratcliffe, 1970; Grier, 1974; Wiemeyer *et al.*, 1989; Bowerman *et al.*, 1995; Pain *et al.*, 1999) y en la actualidad es todavía un problema para la recuperación de algunas especies (Helander *et al.*, 2002). Tras la constatación científica de los efectos de los contaminantes persistentes de uso agrícola sobre las especies silvestres, en los países desarrollados han sido sustituidos por compuestos de elevada toxicidad aguda pero de baja persistencia ambiental, básicamente insecticidas anticolinesterásicos (organofosforados y carbamatos), de forma que en la actualidad son ubicuos en el ámbito agrícola, forestal y ganadero (Barnett *et al.*, 2002). Muchos casos de mortalidad de especies silvestres están asociados al uso y abuso de este tipo de tóxicos en agricultura y ganadería (Henny *et al.*, 1987; Mineau *et al.*, 1999; Barnett *et al.*, 2002; Roy *et al.*, 2005), mientras que en el caso particular de las rapaces, con frecuencia se han utilizado ilegalmente para darles muerte (Allen *et al.*, 1996; Elliott *et al.*, 1996; Wobeser *et al.*, 2004; Hernández, 2006).

Existe muy poca información bibliográfica del impacto que tienen los productos fitosanitarios en las poblaciones de especies silvestres en España. Por otro lado, desde mediados



Figura 4-68. Pollo de buitre negro muerto en nido, probablemente envenenado, y parcialmente depredado por otras aves carroñeras (Javier de la Puente. SEO/BirdLife-P. N. Peñalara).

de los años 90, la mortalidad por intoxicación se ha incrementado de forma notable en muchas especies de rapaces y en la actualidad existen evidencias de que constituye una de las principales causas de mortalidad en algunas de ellas (Hernández, 2006). Sin embargo, la problemática de las intoxicaciones en la dinámica de las poblaciones de las especies amenazadas y el impacto que está teniendo en su recuperación han sido escasamente revisados de forma objetiva (Margalida *et al.*, 2007).

En el presente trabajo se analizan por primera vez las intoxicaciones de buitre negro registradas en España entre 1990 y 2006 y se evalúan los factores responsables de estas muertes, la toxicidad de los productos utilizados y el impacto que pueden haber tenido en la población y la conservación de la especie.

4.2.1.2. Material y métodos

Se han estudiado los incidentes de mortalidad por intoxicación de buitre negro registrados por las diferentes autoridades autonómicas y estatales, incluyendo ingresos en Centros de Recuperación, Facultades de Veterinaria, laboratorios de diagnóstico y los resultados de las investigaciones realizadas en el Laboratorio Forense de Vida Silvestre (Madrid), en el marco del Grupo de Trabajo de Ecotoxicología del Comité de Flora y Fauna Silvestres.

De cada episodio considerado en este estudio se utilizó la información facilitada en los informes de necropsia o de hallazgo. Se investigó la fecha de hallazgo, el número de ejemplares afectados, su edad, si se especificaba, los ejemplares de otras especies encontrados asociados a la mortalidad de buitre negro, el lugar de hallazgo y las investigaciones realizadas para determinar el origen de la intoxicación y, en su caso, su autoría. Estas investigaciones incluían la vía de entrada del tóxico, tipo de exposición, tóxico implicado, tipo de investigación realizada y posibles causas del uso del tóxico o tóxicos implicados. En algunos casos no ha sido posible determinar si varios episodios constituyen un caso único o correspondían a varios episodios solapados en el tiempo, por ejemplo el hallazgo de varios adultos

o pollos muertos en una colonia. En estos casos, las discrepancias en períodos postmortem, tipo de alimento ingerido o tóxico identificado eran criterios para considerarlos por separado. En caso de no poder constatar tales diferencias, se consideraban como un único episodio.

Se asignaron cuatro clases de edad de acuerdo con las diferencias del plumaje (Martín y Fajardo, 2006): 1) adultos a los ejemplares con plumaje adulto; 2) adultos reproductores si eran encontrados en nido; 3) inmaduros, a los ejemplares de entre 1 y 3 años; 4) jóvenes, a los ejemplares del primer año desde que abandonan el nido; y 5) pollos a los ejemplares en crecimiento. En algunos episodios no existía en los registros una diferenciación clara entre subadultos y adultos, por lo que se consideraron todos como adultos.

Para determinar la causa de la muerte de los ejemplares se emplearon métodos estándares de necropsia y examen anatomopatológico. Éstos incluyen la determinación del intervalo postmortem e investigaciones radiológicas, bacteriológicas, histopatológicas y toxicológicas rutinarias. Los métodos empleados variaron entre episodios, provincias y comunidades autónomas debido al largo período de tiempo considerado y la gran extensión geográfica del estudio y que implica a varias administraciones. La historia, resultados de los métodos diagnósticos empleados en cada caso, así como las investigaciones realizadas posteriormente al hallazgo para determinar el origen, causas y posible autor, se utilizaron para categorizar los episodios.



Figura 4-69. Buitre negro adulto muerto por envenenamiento en su nido, cuyo cadáver fue comido por otras aves necrófagas.

Los episodios fueron clasificados, de acuerdo con la información disponible, en tres categorías: 1) episodios en los que se dispone de información completa del incidente, incluyendo el examen postmortem de al menos uno de los ejemplares hallados y confirmación toxicológica mediante métodos de análisis específicos, y de las circunstancias del incidente, como causa, tipo de exposición y posible origen; 2) episodios en los que se dispone de información del incidente pero las investigaciones se limitaron a un simple análisis toxicológico de al menos uno de los ejemplares o de la ruta de exposición o que se llegó a determinar el tóxico empleado por simple observación de éste o por las investigaciones posteriores; y 3) episodios en los que no se investigó el tóxico y que se consideraron intoxicados en virtud de

las circunstancias del hallazgo, la sintomatología que presentaban los ejemplares o eliminación de otros posibles diagnósticos (enfermedad, electrocución, disparo o trauma).

Las causas se determinaron en base a la información disponible sobre el lugar y momento del hallazgo, usos de los terrenos donde aparecieron o antecedentes de conflictos con la caza, ganadería o agricultura. Se ha utilizado también información proporcionada durante la necropsia para asignar el tipo de exposición o la posible causa. Así, existían dos casos típicos como son los cebos preparados para dar muerte a predadores que pueden afectar la caza menor y los cebos preparados por los ganaderos (Hernández, 2006). El tipo de cebo o de alimento ingerido fue clasificado en 8 grupos: 1) cadáver de rumiante pequeño (oveja o cabra), 2) cadáver grande, 3) cadáver de caza menor (conejo), 4) cadáver de caza mayor (ciervo, jabalí o gamo), 5) cebo de despojos cárnicos o embutido, 6) huevos envenenados, 7) cadáver de animal intoxicado, y 8) cebo desconocido.



Figura 4-70. Para analizar los casos de envenenamiento resulta fundamental la detección de ejemplares muertos (arriba izquierda, adulto y pollo envenenados en su nido) y la puesta en marcha de protocolos de recogida de muestras, promovidos por las Comunidades Autónomas, que se inician por la recogida de los ejemplares (arriba, derecha) y la ejecución de protocolos de levantamiento de cadáveres (foto derecha: Javier de la Puente. SEO/BirdLife-P. N. Peñalara).

Los tipos de intoxicaciones se clasificaron en siete categorías para su estudio: 1) ingestión directa de un cebo no destinado a buitres o carroñeros, 2) ingestión directa de un cebo dirigido a buitres o carroñeros, 3) consumo de un cadáver de animal muerto por envenenamiento, 4) consumo de un animal muerto contaminado por un producto de uso ganadero, 5) consumo de un cadáver de animal muerto por intoxicación tras un tratamiento agrícola, 6) ingesta accidental de un tóxico, y 7) desconocida.

Las causas del uso de tóxicos en cada episodio se organizaron en uno de los siguientes grupos: 1) gestión de la caza menor, 2) gestión de la caza mayor, 3) ganadería, 4) uso en control de plagas en vertederos, 5) conflictos con la administración, 6) uso ilegal en protección de cultivos, 7) contaminación accidental, y 8) desconocidas.

Se ha obtenido muestras de sangre de 88 ejemplares. Para la obtención de las muestras se han utilizando jeringuillas comerciales de 2 ml y agujas del calibre 23. Las muestras se extrajeron de la vena braquial tras la reducción manual del ave y se conservaron en tubos comerciales de plástico a 4 °C hasta su análisis. Del total de ejemplares estudiados, 27 corresponden a pollos en nido, 17 a ejemplares jóvenes, 7 a inmaduros y 37 a adultos. Los análisis de plomo en sangre se realizaron mediante espectrofotometría de absorción atómica (EAA), de acuerdo con la metodología desarrollada para la determinación de plomo en sangre aviar por Pain *et al.* (1993), utilizando un espectrofotómetro con cámara de grafito Perkin Elmer modelo 3030 AAE, con un autosampler Perkin Elmer AS60 y horno de grafito Perkin Elmer HGA-600 equipado con plataformas L'vov y corrección Zeeman del efecto de fondo. El límite de detección de la técnica fue de 0.02 ppm ww (peso húmedo) y las recuperaciones medias, determinadas utilizando una solución conteniendo 1.0 ± 0.002 ppm de plomo en ácido nítrico, estuvieron en el rango 93-103%.

Un sistema pasivo de obtención de información presenta algunos inconvenientes. En primer lugar, no es posible determinar que porcentaje de la mortalidad producida representa la mortalidad estudiada. En los casos de intoxicación de especies silvestres, sólo se recupera una parte de los ejemplares afectados (Hernández, 2006) ya que la muerte se puede producir en cualquier lugar y no existe una referencia, como en otras causas de mortalidad a la hora de localizar los cadáveres; en los casos de atropello o electrocución la infraestructura sirve de guía para localizar las bajas; los disparos ocurren en medios más humanizados, etc.

En segundo lugar, el resultado de una exposición o una intoxicación no es siempre la muerte del animal, o la muerte puede tener lugar lejos del punto de exposición, por lo que un sistema de recogida de información que se basa principalmente en el estudio de las causas en ejemplares que han muerto infravalora el impacto real. En tercer lugar, la muerte de un ejemplar de gran tamaño, como es el caso del buitre negro, es más llamativa y los cadáveres o restos tienen más posibilidades de ser hallados. Igualmente, al tratarse de una especie estrictamente protegida por la ley (Sánchez, 2005) el seguimiento de los ejemplares y de la mortalidad es más intenso que en otras especies. En cuarto lugar, un episodio de muerte de varios ejemplares tiene más probabilidades de ser detectado y éstos ocurren con más frecuencia en especies como el buitre negro.

Igualmente, los envenenamientos tienen más probabilidad de afectar a varios ejemplares que las intoxicaciones secundarias o la contaminación, que afectan mayoritariamente a individuos aislados, por lo que pueden presentar menor índice de detección. Los envenenamientos son, con frecuencia, el resultado del empleo de un tóxico en un cebo en concentra-

ciones mucho más altas que en el uso habitual para el que están autorizados, por lo que la muerte se produce de forma más rápida y la capacidad de desplazamiento de los animales se ve muy limitada, facilitando su localización y su vinculación con el cebo encontrado. Además, los casos de intoxicación secundaria o contaminación pueden estar enmascarados con otras causas de muerte. La investigación del grado de exposición a tóxicos rara vez se realiza en causas de mortalidad accidental o intencionada en las que hay un diagnóstico o unas lesiones claras (disparo, electrocución, colisión o ahogamiento), cuando en estos casos pueden estar precipitando la muerte (Porter, 1993). Por último, en las especies o en las regiones en las que existe un seguimiento activo de la reproducción las probabilidades de detectar mortalidades en nido son mucho más altas.

4.2.1.3. Resultados

Episodios de intoxicación y ejemplares afectados

Se han investigado las circunstancias de 259 episodios de intoxicación ocurridos en España en el período 1990-2006, en los que se vieron afectados a un total de 501 ejemplares buitres negros, de los cuales 492 fueron encontrados muertos y $n = 9$ (1,8%) fueron encontrados con vida. El número medio de ejemplares que se vieron afectados en cada episodio fue de 2.02 ± 3.126 (rango 1-38). El mayor número de ejemplares afectados en un único episodio corresponde a un envenenamiento producido en mayo de 1993 en Villanueva de los Castillejos (Comarca de Andévalo, Huelva) en el que se hallaron 38 ejemplares muertos. Los otros dos episodios masivos de mayor mortalidad por envenenamiento registrados hasta la fecha se produjeron en 1998 en Alanís (Parque Natural de la Sierra Norte de Sevilla), con 14 ejemplares hallados muertos, y en 1990 en Hornachuelos (Córdoba), con 10 ejemplares muertos. La zona con mayor mortalidad registrada en este período es la colonia de Sierra Pelada y Ribera del Aserrador (Huelva), en la que desde mediados de los 90 hasta 2000 se registró una fuerte mortalidad de adultos reproductores. Sin embargo, al ser registrados como ejemplares hallados muertos en nido, no es posible determinar el número de episodios a los que pertenecen.

Investigación de la causa de muerte

En un 28,6% de los episodios ($n = 74$) no se realizó ninguna investigación para determinar la causa de muerte de los ejemplares y se consideraron como intoxicados por las circunstancias del hallazgo o la sintomatología que presentaban. En un 43,6% de los episodios ($n = 113$) el estudio fue completo en al menos uno de los cadáveres encontrados y en un 27,8% de los episodios el estudio se limitó a la simple analítica toxicológica o identificación macroscópica del contenido gastrointestinal de al menos un ejemplar o del supuesto cebo o a la averiguación posterior del tóxico empleado en la investigación de la autoría o de las causas que motivaron el episodio.

Mortalidad según clases de edad

En 244 de los 259 episodios (94,2%) y en 413 de los 501 ejemplares (82,4%) se pudo determinar la edad de los buitres afectados (tabla 4-8). Del total de adultos reproductores

encontrados ($n = 86$), un 61,6% ($n = 53$) fueron hallados muertos en el nido, lo que representa un 49,1% ($n = 26$) de los episodios estudiados ($n = 53$).

Clase de edad	Nº Episodios	% Episodios	Nº Ejemplares	% Ejemplares
Adultos reproductores	53	20,5	86	17,2
Adultos	128	49,4	220	43,9
Inmaduros	34	13,1	42	8,4
Jóvenes	13	5,0	23	4,6
Pollos	16	6,2	42	8,4
Edad desconocida	15	5,8	88	17,6
Total	259		501	

Tabla 4-8. Distribución por edades de los episodios de envenenamiento y número de ejemplares de buitre negro de cada clase de edad.

Evolución temporal de la mortalidad

La mortalidad por intoxicación del buitre negro durante el período de estudio muestra un incremento desde 1994, con máximo y un punto de inflexión en el año 1999 (figura 4-71). En la evolución temporal de la mortalidad por intoxicación tienen notable influencia los episodios de mortalidad registrados en las colonias de Andalucía, en especial de la Sierra Pelada y Ribera del Aserrador (Huelva), del Parque Natural de la Sierra Norte de Sevilla y de Hornachuelos (Córdoba).

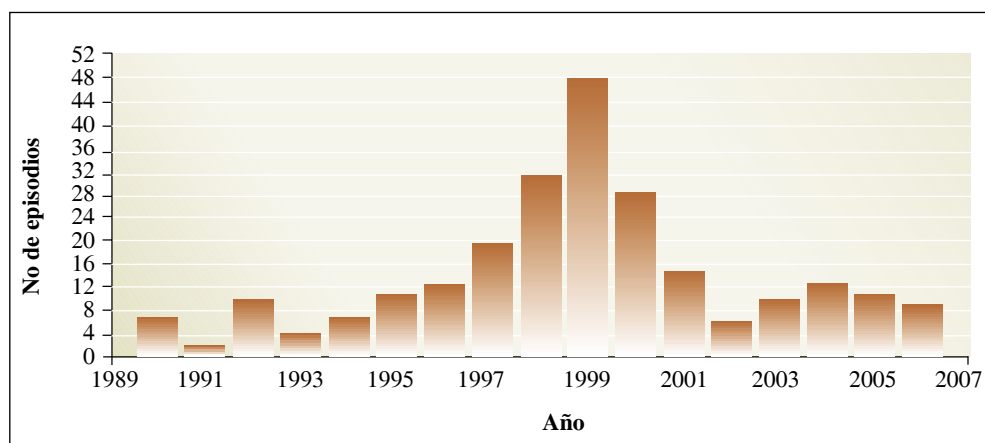


Figura 4-71. Evolución temporal de los episodios de intoxicación registrados a lo largo del período de estudio.

Relación con la mortalidad de otras especies

Del total de 259 episodios investigados, se registró mortalidad de otras especies en al menos 28 episodios (10,8%), siendo el buitre leonado la especie que con mayor frecuencia aparece intoxicada con los buitres negros (tabla 4-9). Sin embargo, estos resultados pueden presentar un importante sesgo al ser muy elevado el número de episodios en los que se detecta mortalidad de adultos en nido (49,1% de los episodios afectando a adultos reproductores y 10,0% del total de episodios), en los que la exposición se produjo fuera del área de cría y, por lo tanto, se desconoce si se vieron afectadas otras especies.

Especie	Nº Episodios	% Episodios
<i>Gyps fulvus</i>	22	50,0
<i>C. familiaris</i> / <i>V. vulpes</i>	5	11,4
<i>Neophron percnopterus</i>	5	11,4
<i>Milvus milvus</i>	4	9,1
<i>Aquila chrysaetos</i>	4	9,1
Córvidos	4	9,1
Total	44	16,8

Tabla 4-9. Frecuencia de aparición de otras especies afectadas en los episodios de intoxicación de buitre negro.

Tipo de cebos detectados

En un 30,1% de los episodios (n = 78) se desconoce el tipo de cebo empleado o la forma en la que el tóxico iba vehiculado. El alimento implicado en las intoxicaciones con mayor frecuencia es el cebo cárnico de pequeño tamaño (tabla 4-10), en el que principalmente se emplean despojos cárnicos, restos y carcasas de pollo y todo tipo de derivados cárnicos. Son también importantes los cadáveres de animales grandes o medianos empleados como cebos, que en su conjunto representan el alimento encontrado en el 21,0% de los 118 episodios investigados (n = 38). En el 100% de los casos de empleo de huevos envenenados, la mortalidad de buitres negros se produjo por intoxicación secundaria por consumo de cadáveres de animales envenenados.

En el 75,0% de los casos (n = 3) en los que la mortalidad de buitre negro estaba asociada a mortalidad de águila real *Aquila chrysaetos* se habían empleado cadáveres de rumiantes grandes y de especies de caza mayor como cebo. Igualmente, en el 69,6% de los casos (n = 16) en los que la mortalidad de buitre negro estaba asociada a mortalidad de buitre leonado se habían empleado cadáveres de rumiantes pequeños y grandes.

Tipo de alimento	Nº Episodios	% Episodios
Cadáver rumiante pequeño	33	18,2
Cadáver rumiante grande	3	1,7
Cadáver caza mayor	2	1,1
Cadáver caza menor	28	15,5
Cebo cárnico pequeño	111	61,3
Huevos envenenados	4	2,2
Total	181	

Tabla 4-10. Frecuencia de los diferentes alimentos (cebos) encontrados en los episodios de intoxicación de buitre negro.

Tóxicos identificados

Se ha identificado o aproximado el tóxico implicado en un 71,4% de los episodios investigados (n = 185). Los tres tóxicos identificados en mayor frecuencia (tabla 4.11) son el carbofurano (36,8% de los episodios n = 68), el aldicarb (28,1% de los episodios, n = 52) y la estricnina (23,2% de los episodios, n = 43). En total, los carbamatos de uso agrícola representan la gran mayoría de los tóxicos identificados en las intoxicaciones (64,9%, n = 120).

Tóxico identificado	Nº Episodios	% Episodios
Carbofurano	68	36,8
Aldicarb	52	28,1
Estricnina	43	23,2
Clorfenvinfos	4	2,2
Fentión	4	2,2
Paratión	2	1,1
Malatión	2	1,1
Monocrotofos	1	0,5
Dimetoato	1	0,5
Fosfamidón	1	0,5
Metomilo	1	0,5
Organofosforado no identificado	1	0,5
<i>Mezclas</i>		
Estricnina + Fentión	2	1,1
<i>Accidentales</i>		
Lindano	2	1,1
Plomo	1	0,5
Total	185	

Tabla 4-11. Frecuencia de aparición de los diferentes tóxicos identificados en los episodios de intoxicación de buitre negro en el presente estudio.

Evolución temporal de los tóxicos identificados

La evolución temporal de los tóxicos identificados en las intoxicaciones de buitre negro (figura 4-72) muestra un claro declive del uso de la estricnina a lo largo de los años 90, en los que a partir del año 96 es sustituida paulatinamente por los dos carbamatos identificados en los episodios en mayor frecuencia (aldicarb y carbofurano), de forma que la estricnina desaparece totalmente a partir del año 2000.

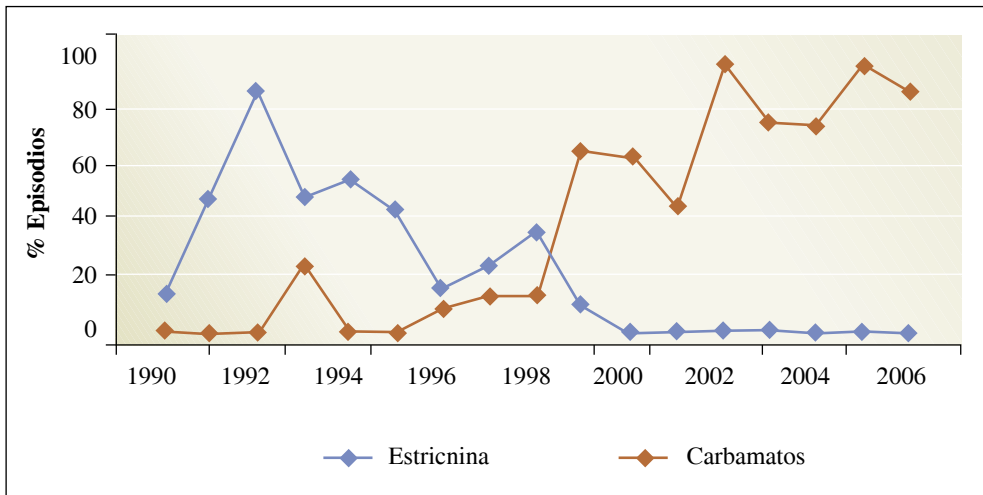


Figura 4-72. Evolución temporal del uso de estricnina y carbamatos en los episodios de intoxicación de buitre negro registrados a lo largo del período de estudio.

Tipo de exposición a los tóxicos

La principal vía de exposición del buitre negro a los tóxicos identificados es por ingestión directa de un alimento contaminado intencionadamente (envenenado) ya que esta forma de intoxicación representa el 50,2% de los casos totales (n = 130) y el 67,4% de los episodios en los que se conoce el tipo de exposición. El tipo de alimento que con mayor frecuencia se ha identificado son aquellos que llevan vehiculado un tóxico (veneno) para provocar la muerte de los animales que lo ingieran, es decir, la mayor parte de las intoxicaciones registradas son en realidad envenenamientos. Sólo en una pequeña proporción, despreciable frente al resto de los casos, la intoxicaciones son no intencionadas (1,0%, n = 2) o accidentales (0,5%, n = 1). Sólo en un 4,7% (n = 9) de los casos de envenenamiento, el cebo iba dirigido específicamente para los buitres o, al menos, para las especies carroñeras.

Se ha registrado un alto número de intoxicaciones secundarias (26,4%, n = 51) por consumo de carcasas de animales envenenados (intoxicados intencionadamente). En el caso de las intoxicaciones accidentales, los dos casos registrados son intoxicaciones agudas por ingestión de lindano, mientras que el único caso de contaminación es un caso de intoxicación aguda por plomo registrado en agosto de 2003 en Mallorca, en un ejemplar adulto que ingirió fragmentos de proyectil embebidos en la musculatura de una carroña.

Niveles de plomo en sangre

Los niveles medios de plomo en sangre de los 88 buitres negros investigados han sido de 0.125 ± 0.201 ppm ww (rango 0,02-1,02 ppm ww). Se han encontrado diferencias en los niveles medios de plomo en sangre entre edades (tabla 4-12), siendo las diferencias estadísticamente significativas (ANOVA, $F = 3,2397$, g.l. = 84, $p = 0,0261$) aunque sólo entre adultos y pollos (test de Scheffé, $p = 0,0373$). Se han encontrado también diferencias en los niveles medios de plomo entre regiones, aunque en este caso las diferencias no son estadísticamente significativas entre grupos (ANOVA, $f = 1,514$, g.l. = 84, $p = 0,2169$), posiblemente debido a las diferentes proporciones de las clases de edad en cada grupo geográfico.

Clase de Edad	N	Tasa de plomo
Pollos	27	$0,04 \pm 0,02$
Jóvenes	17	$0,149 \pm 0,24$
Inmaduros	7	$0,068 \pm 0,03$
Adultos	37	$0,184 \pm 0,24$
Total	88	$0,124 \pm 0,20$

Tabla 4-12. Niveles medios de plomo en sangre (ppm ww) encontrados en buitre negro por clases de edad.

Origen de los envenenamientos

Se conocen los posibles motivos de uso de veneno en un 81,5% (n = 211) de los episodios investigados (tabla 4-13). El principal motivo de uso de veneno que afecta al buitre negro está relacionado con el control ilegal de predadores en la gestión cinegética (83,4% de los episodios en los que se conoce, n = 176), principalmente la caza menor (75,4% de los episodios, n = 159). Los conflictos con la administración, en especial ligados a la gestión forestal en espacios naturales protegidos, aunque despreciable frente a otras causas, ha originado el 5,2% (n = 11) de los episodios estudiados y están principalmente relacionados con la gestión forestal en la colonia de Sierra Pelada y Ribera del Aserrador (Huelva).

A pesar que en los últimos años los principales tóxicos identificados son carbamatos (insecticidas) de uso agrícola (fitosanitarios), no hay evidencia, en ninguno de los casos investigados, en que el origen de la intoxicación sea debido a contaminación agrícola, bien en tratamientos autorizados o en casos de abuso. El único caso que podría tener una relación indirecta con la agricultura

se registró en agosto de 2006 en la provincia de Salamanca en el que se utilizaron cebos cárnicos para proteger un cultivo de vid de la predación por parte de zorros, tejones y mustélidos.

Motivo de uso de veneno	Nº Episodios	% Episodios
Gestión de la caza menor	159	75,4
Gestión de la caza mayor	17	8,1
Gestión ganadera	16	7,6
Conflictos con la administración	11	5,2
Uso en vertederos	4	1,9
Contaminación	3	1,4
Protección de cultivos	1	0,5
Total	211	

Tabla 4-13. Motivos del uso de veneno en los episodios de envenenamiento de buitre negro investigados.

Letalidad de los tóxicos identificados

Se ha investigado la letalidad de los diferentes tóxicos identificados estudiando el número medio de ejemplares que son afectados en cada episodio de envenenamiento en función del tóxico (veneno) identificado (tabla 4-14). El veneno que mayor mortalidad media por episodio produce es el aldicarb, seguido de la estricnina. Sin embargo, las diferencias en el número medio de ejemplares que resultan intoxicados en cada episodio en función del tóxico identificado no son estadísticamente significativas (ANOVA, $f = 0,5596$, $g.l. = 168$, $p = 0,642$).

Tóxico identificado	Nº Episodios	Media \pm d.e.
Aldicarb	53	2,68 \pm 5,35
Estricnina	46	2,26 \pm 1,91
Carbofurano	56	1,82 \pm 3,22
Organofosforados	17	1,82 \pm 1,81
Total	172	

Tabla 4-14. Letalidad de los diferentes tóxicos en los episodios de envenenamiento de buitre negro investigados.

Efectividad según el cebo empleado

Se ha investigado la efectividad de los diferentes tipos de cebos empleados produciendo la muerte de buitres negros (tabla 4-15). Se han encontrado diferencias estadísticamente sig-

nificativas en el número medio de ejemplares de buitre negro que aparecen afectados en cada episodio de envenenamiento en función del tipo de cebo empleado (ANOVA, $f = 6,866$, g.l. = 169, $p = 0,00136$). Los cebos que mayor mortalidad producen son el preparado con piezas de caza menor, particularmente conejo de monte (*Oryctolagus cuniculus*) y los cadáveres de rumiantes pequeños. Sin embargo, las diferencias entre estos dos tipos de cebos no son estadísticamente significativas (Test de Scheffé, $p = 0,8617$), mientras que entre estos dos tipos y los cebos cárnicos sí son estadísticamente significativas (Test de Scheffé, $p = 0,0088$ para las piezas de caza menor y $p = 0,344$ para los cadáveres de rumiantes pequeños).

Cebo empleado	Nº Episodios	Media \pm d.e.
Cadáver rumiante pequeño	33	3.06 \pm 2.978
Cadáver caza menor	28	3.50 \pm 6.90
Cebo cárnico pequeño	111	1.432 \pm 0.890
Total	172	

Tabla 4-15. Efectividad de los diferentes cebos empleados en los episodios de envenenamiento de buitre negro investigados.

Sólo se han registrado envenenamientos de ejemplares jóvenes (tabla 4-16) cuando se emplearon cebos pequeños (cebos cárnicos y piezas de caza menor). Sin embargo, las diferencias son inexistentes entre inmaduros y adultos, mostrando hábitos alimenticios y estrategias tróficas muy similares, a excepción del consumo de piezas de caza menor que no aparece en los ejemplares inmaduros, posiblemente debido al bajo número de ejemplares estudiados.

Tipo de alimento	Jóvenes	Inmaduros	Adultos
Cadáver rumiante pequeño	0%	13,0%	16,7%
Cadáver rumiante grande	0%	0%	1,6%
Cadáver caza mayor	0%	0%	1,6%
Cadáver caza menor	16,7%	0%	17,5%
Cebo cárnico pequeño	83,3%	73,9%	60,3%
Huevos envenenados*	0%	8,7%	2,4%
Cadáver de animal envenenado	0%	4,4%	0%

Tabla 4-16. Frecuencia de los diferentes alimentos (cebos) encontrados en los episodios de intoxicación de buitre negro en función de la edad.

* Todos los casos de mortalidad por huevos envenenados se produjeron por intoxicación secundaria por consumo de cadáveres de animales envenenados.

En el 100% de los casos investigados en los que había mortalidad asociada de buitre leonado, los buitres negros afectados eran adultos.

4.2.1.4. *Discusión*

Como en cualquier otro estudio basado en un sistema pasivo de recogida de información, los resultados obtenidos representan una fracción de los realmente producidos (Mineau *et al.*, 1999), no siendo posible determinar el número total de ejemplares que realmente se vieron afectados y la representatividad que tiene la información analizada. Así, el número de buitres y episodios estudiados deben ser considerados como números mínimos. El resultado final de muchas exposiciones no es la muerte del ejemplar (Fry *et al.*, 1998; Hooper *et al.*, 1989). Es posible, por tanto, que existan episodios en los que haya ejemplares expuestos al tóxico pero que no hayan muerto o que no presentaran sintomatología clínica (Porter, 1993). El porcentaje de ejemplares vivos encontrado en los episodios estudiados (1,8%) es posible, por tanto, que esté infravalorado. Igualmente es posible que en algunos episodios la muerte se produjera lejos del lugar de exposición y, por lo tanto, no hayan sido registrados o lo hayan sido como pertenecientes a un episodio diferente.

Por ello, sería de mucha utilidad el empleo de biomarcadores no destructivos de forma rutinaria en los ingresos de buitre negro en los centros de recuperación. Ya que los principales tóxicos que están afectando actualmente al buitre negro son insecticidas anticolinesterásicos (carbamatos y organofosforados), la determinación rutinaria de la actividad sérica o plasmática de la acetil colinesterasa (AChE) podría facilitar mucha información sobre el grado de exposición de la población a este tipo de tóxicos (Porter, 1993; Buck *et al.*, 1996, Roy *et al.*, 2005) y debería ser empleada no sólo como parte del chequeo al que son sometidos los ejemplares capturados para el marcaje o anillamiento, sino también en los ejemplares que ingresan en los centros de recuperación, con independencia de la causa de ingreso. Se ha demostrado que en ocasiones estas exposiciones a anticolinesterásicos están enmascaradas con otras causas (Mineau *et al.*, 1999) o son las desencadenantes (Porter, 1993).

A pesar de que la mayor parte de los tóxicos que están afectando al buitre negro son insecticidas (carbamatos y, en menor medida, organofosforados) de uso agrícola (fitosanita-

Figura 4-73. En los casos en que se producen envenenamientos en explotaciones ganaderas, éstos tienen su motivación principal en la protección de crías recién nacidas ante depredadores oportunistas, como el zorro o perros asilvestrados.



rios), en ningún caso, de acuerdo con la ruta de exposición, tipo de alimento, concentración del tóxico y lugar de hallazgo de los episodios, se ha podido vincular su presencia al uso legal (correcto o abusivo) en agricultura. En ningún caso investigado el tóxico encontrado estaba relacionado con los usos agrícolas de las zonas donde fueron hallados. Por ello, los casos que hemos estudiado, con la excepción de las intoxicaciones accidentales con lindano (0,9%) y el caso de la contaminación por plomo (0,5%), son en realidad intoxicaciones intencionadas o premeditadas, es decir, envenenamientos.

La principal vía de exposición del buitre negro a los tóxicos identificados es la ingestión directa de un alimento cárnico que ha sido tratado con un producto tóxico, es decir, por consumo o como consecuencia del uso de cebos envenenados. No existe, por tanto, ninguna duda de que en los casos estudiados la intoxicación de los buitres se debió a empleo ilegal de veneno en el medio natural para el control de predadores, con independencia de la actividad que generó este control.

Sólo en un 4,7% ($n = 9$) de los casos de envenenamiento estudiados el cebo iba dirigido específicamente para los buitres o, al menos, para las especies carroñeras, lo que revela la escasa selectividad del uso ilegal de veneno en el medio natural para el control de poblaciones silvestres, sean por daños producidos a la caza, a la agricultura o a la ganadería. Igualmente, se ha registrado un alto número de intoxicaciones secundarias (26,4%, $n = 51$) por consumo de cadáveres de animales envenenados (intoxicados intencionadamente), lo que refleja también la gravedad del uso ilegal de veneno en el medio natural por la falta de selectividad y especificidad y, por tanto, el impacto que produce en eslabones superiores de la cadena trófica.

Los resultados obtenidos indican que aún en la actualidad el envenenamiento es una de las principales causas de mortalidad para el buitre negro en España. El elevado número de ejemplares afectados que se han registrado posiblemente no es superado ni en intensidad ni en distribución geográfica por ninguna otra causa de mortalidad. Constituye un riesgo para la conservación del buitre negro, contribuyendo a frenar la tendencia positiva de la población, al menos en algunas áreas (Soto-Largo y Oria, 2000; Sánchez, 2005).



Figura 4-74. Los muladares ofrecen un alimento indispensable al buitre negro y al resto de aves necrófagas. Por ello, han de ser bien regulados sanitariamente y protegidos ante la posibilidad de que en ellos se generen episodios de contaminación o envenenamientos intencionados.

En el caso de especies con el grado de amenaza del buitre negro, el incremento de la mortalidad por exposición a pesticidas puede ser un factor determinante en su dinámica poblacional al afectar a la estructura de la población y a su potencial reproductivo (Elliott *et al.*, 1997; Mineau *et al.*, 1999). Es particularmente grave el elevado porcentaje de buitres adultos y reproductores (en conjunto 69,9%) que se han encontrado afectados por el veneno. El incremento de la mortalidad de ejemplares adultos y reproductores tiene un doble efecto. Por un lado, la mortalidad directa, y por otro, el efecto sobre el potencial reproductivo (Newton y Wyllie, 1992). Se ha demostrado que las intoxicaciones o exposiciones a tóxicos en las aves de presa el efecto de la mortalidad directa de adultos es mucho más devastador para la dinámica de la población que los efectos sobre la reproducción (Newton, 1979; Newton y Willye, 1992) y se ha sugerido como causa más probable de los recientes declives en algunas rapaces, incluido el buitre negro (Noer y Secher, 1990; Davis, 1993; Antoniou *et al.*, 1996) y el fracaso en la recolonización de antiguas áreas de distribución (Elliott y Avery, 1991).

Por otro lado, se han podido vincular los repentinos descensos en el número de parejas reproductoras –e incluso del descenso en la productividad y éxito reproductor de algunas colonias de buitre negro en España– al incremento de la mortalidad de adultos reproductores por envenenamiento (Arenas, 2004; Sánchez, 2005), efecto que ha sido constatado en otras especies de buitres (Hernández, 2003).

La evolución que ha mostrado la mortalidad del buitre negro durante el período de estudio guarda relación directa con los episodios que se han registrado en algunas colonias, sobre todo de Andalucía. Sin embargo, esta evolución también ha sido influenciada por medidas específicas, tanto legislativas como preventivas y sancionadoras, que se han puesto en marcha para minimizar el uso ilegal de veneno y su impacto (Hernández, 2006). En particular, en Andalucía y Baleares, estas medidas específicas parece que están siendo efectivas en la reducción de la mortalidad por veneno en el buitre negro (Couto *et al.*, 2005; Dobado y Arenas, 2006) y, probablemente, junto con las acciones emprendidas en otras Comunidades Autónomas, han sido responsables en gran parte del descenso en la incidencia del veneno que se ha experimentado a partir del 2000.

Un sistema pasivo de recogida de información como el empleado en este trabajo presenta, de forma inherente, algunos inconvenientes (Henny *et al.*, 1987; Allen *et al.*, 1996; Mineau, 1999). En primer lugar, dado que la información ha sido generada por diferentes administraciones y personal técnico con empleo de diferente metodología, la información disponible en los diferentes casos no es homogénea. Por ello, sería recomendable el establecimiento de un protocolo de actuación, así como definir unos estándares de recogida de información a la hora de monitorizar las causas de mortalidad o de los factores que influyen en la población del buitre negro en España.

Este sesgo es importante tenerlo en cuenta a la hora de valorar algunas causas de mortalidad por intoxicación que pueden estar pasando inadvertidas, en particular en los casos de intoxicación secundaria accidental (no intencionada) y de exposición al plomo que, en nuestro estudio, muy posiblemente estén infravaloradas. Aunque ambas causas han mostrado tener escasa incidencia en la mortalidad del buitre negro en España comparadas con el envenenamiento, es también cierto que la presencia de ambos tipos de tóxicos en cadáveres o aves vivas es investigada en muy raras ocasiones.



Figura 4-75. Los despojos de piezas cinegéticas son fundamentales para la alimentación invernal del buitre negro. Por otro lado, estos restos pueden contener niveles de plomo que podrían afectar a los individuos en distintos aspectos de sus actividades vitales.

Los niveles medios de plomo en sangre encontrados reflejan que efectivamente el buitre negro en España está expuesto con relativa frecuencia a este metal pesado, a través del consumo de restos de munición de plomo en sus presas y en este sentido el buitre negro no es una excepción entre las rapaces (Fisher *et al.*, 2006). Es particularmente interesante el hallazgo de un caso de intoxicación aguda en un ejemplar adulto en un modelo de seguimiento pasivo, así como las diferencias estadísticamente significativas encontradas entre pollos y adultos que indican una mayor exposición en estos últimos. Aunque las diferencias no resultaron estadísticamente significativas entre las regiones estudiadas, posiblemente debido a los tamaños muestrales empleados y la diferente proporción de ejemplares de las clases de edad definidas en cada región, los resultados indican que efectivamente existen diferencias geográficas, siendo la exposición al plomo en algunas regiones un factor importante de mortalidad más importante de lo que reflejan nuestros datos.

Aun así, los resultados obtenidos permiten aportar valiosa información para la conservación del buitre negro en España. Por un lado, las diferencias encontradas entre clases de edad en la asociación a la mortalidad de otras especies revelan diferencias en las estrategias tróficas en función de la edad y, por otro, son un reflejo de la ecología trófica de la especie (Hiraldo, 1976, 1977). Sin embargo, es llamativo que el tipo de cebo que con mayor frecuencia es ingerido por los buitres negros sean los despojos cárnicos y los cebos de pequeño tamaño, típicamente empleados de forma ilegal en la gestión cinegética de la caza menor (Hernández, 2006), aunque también hay que tener en cuenta que es el tipo de cebo que se emplea con más asiduidad en las áreas de distribución del buitre negro (Hernández, 2006).

Por otro lado, resulta también relevante el elevado número de intoxicaciones secundarias por consumo de cadáveres de animales envenenados, lo que vuelve a poner de relieve, por un lado, la gran sensibilidad del buitre negro al uso ilegal de veneno y, por otro, que el efecto en la cadena trófica que se atribuía tradicionalmente a la estricnina ocurre de igual manera con los insecticidas agrícolas, en especial con los carbamatos (Allen *et al.*, 1996; Elliott *et al.*, 1996; Wobeser *et al.*, 2004). Este efecto ha podido ser comprobado en nuestro

caso en el uso de huevos envenenados, en los que el 100% de los envenenamientos de los buitres negros se han producido por consumo del cadáver de un animal envenenado.

La evolución temporal que se ha observado, en cuanto a la frecuencia de uso de los diferentes tóxicos, con el incremento del uso de carbamatos paralelo a la desaparición de tóxicos empleados más clásicamente (estricnina), se ha comprobado también en otros países desarrollados (Mineau, 1999). Sin duda, la mayor facilidad de adquisición y la mayor letalidad de los carbamatos han contribuido a esta evolución.

La información obtenida ha revelado también que el principal motivo de uso ilegal de veneno que está afectando al buitre negro está relacionado con el control ilegal de predadores en la gestión cinegética, en especial, con la caza menor. Sin duda, en estos casos, el veneno no está específicamente dirigido al buitre negro, pero otra vez se pone de relieve la especial sensibilidad de la especie al uso de veneno y el impacto que prácticas aparentemente no relacionadas con la ecología y problemática de la conservación de la especie, pueden incidir de forma dramática.

Por último, los resultados muestran que el grado de incidencia del uso ilegal de veneno sobre el buitre negro está condicionado por el tipo de cebo empleado y el tóxico elegido. Así, el tóxico que mayor letalidad ha mostrado es el aldicarb, ya que causa el mayor número medio de ejemplares afectados en cada episodio de envenenamiento. Sin embargo, la falta de significación estadística en las diferencias de letalidad entre los diferentes tóxicos y las diferencias estadísticamente significativas en el número medio de ejemplares afectados por episodio, indican que tiene más peso el tipo de cebo empleado que el tóxico elegido. Este hecho resulta lógico si tenemos en cuenta que los tóxicos que se han identificado como venenos tienen toxicidades diferentes pero dentro del mismo rango de toxicidad. Aún así, el efecto de ambos factores, tipo de cebo y tóxico elegido, revela que hay combinaciones que resultan especialmente letales para el buitre negro. La combinación de piezas de caza menor (conejo) como cebo y el aldicarb como veneno ha resultado especialmente devastadora en los casos estudiados, sobre todo teniendo en cuenta que este tipo de cebos es comparativamente utilizado con muy poca frecuencia respecto a otros tipos (Hernández, 2006) y, sin embargo, afecta proporcionalmente en mayor medida al buitre negro. El episodio más grave de envenenamiento de buitres negros registrado en un país desarrollado en varias décadas (38 ejemplares) fue causado por esta combinación.

4.2.2. Electrocutión y colisión en tendidos eléctricos

Rubén Moreno-Opo

4.2.2.1. Descripción de la amenaza

Entre las principales causas que generan mortalidad no natural en aves se encuentran los accidentes con infraestructuras eléctricas (BirdLife International, 2004a). Los tipos de interacciones que sufren las aves con los tendidos eléctricos son dos: colisiones con cables y vanos conductores de corriente eléctrica y electrocuciones en apoyos y torretas. La mortalidad en las líneas eléctricas afecta a numerosas especies, aunque las aves más grandes son más proclives a sufrir accidentes, por su tamaño y sus costumbres. Algunas de estas grandes aves, principalmente las que utilizan los postes de las líneas eléctricas como oteadero, están en un estado des-