

### 1.3. - EPIDEMIOLOGÍA DE LA INTOXICACIÓN

Fue a finales del pasado siglo cuando se describieron los primeros casos (Calvert, 1876; Grinell, 1894) . En la actualidad, este tipo de intoxicación se ha diagnosticado en los Estados Unidos, Canadá, México, Japón, Nueva Zelanda, Australia, en la antigua Unión Soviética, Suecia, Finlandia, Noruega, Dinamarca, Holanda, Alemania, Suiza, Gran Bretaña, Italia, Francia y España (Pain 1989a; Cerradelo y Guitart, 1990; Pain y Handrinos, 1990; Honda *et al.*, 1990; Schmitz *et al.*, 1990; Ochiai *et al.*, 1993). Con toda seguridad el problema está presente en otros países aunque no haya podido ser diagnosticado, ya sea por falta de medios, interés o conocimientos.

#### 1.3.1. - INCIDENCIA DEL PLUMBISMO EN LAS POBLACIONES DE AVES

Conocer el problema con exactitud es difícil. Las cifras exactas están en función del reconocimiento de la enfermedad y esto no es fácil en aves en libertad. En Norteamérica se estimaba que entre un 2-3% de las aves invernantes morían intoxicadas por plomo (Bellrose, 1959; Stout y Cornwell, 1976). Los datos publicados en 1987 cifraban entre 1,6 y 2,4 millones de aves acuáticas muertas por plomo anualmente en los Estados Unidos (Friend, 1987).

Pero para percatarse de la magnitud de este problema no hay que fijarse sólo en el número de aves afectadas, ya que el plumbismo incide sobre poblaciones de aves en peligro de extinción, como es el caso del Águila Calva en Norteamérica. Otras especies no están en peligro de extinción, pero sí en disminución en parte atribuible al plomo, es el caso del Cisne Trompetero *Cygnus buccinator*; se calcula que un 20% de su mortalidad se debe a la ingestión de plomo (Blus *et al.*, 1989).

#### 1.3.2. - GRUPOS DE AVES AFECTADAS

Como ya hemos mencionado, el grupo que más frecuentemente sufre la intoxicación por ingestión de perdigones de plomo es el de las aves acuáticas y, dentro de estas, las anátidas; también algunas especies de rapaces sufren frecuentemente la intoxicación (Friend 1987) . En la Tabla 1.6 se resume de modo esquemático los datos sobre plumbismo en aves en los Estados Unidos, donde el tema está bien estudiado y se dispone de datos fiables.

Dado que existe una diferencia marcada en la incidencia del plumbismo en los diferentes grupos de aves vamos a estudiarlos a continuación por separado.

##### 1.3.2.1. - Incidencia en las aves acuáticas: Factores influyentes

La causa principal del plumbismo en este grupo de aves, como ya se ha mencionado anteriormente, es la ingestión de perdigones. Existen casos registrados por otras causas como ingestión de plomos de pesca (Simpson y Hunt, 1979; Sears, 1988; Blus *et al.*, 1989) o ingestión de sedimentos, plantas o peces contaminados por plomo (Benson *et al.*, 1976; Henry *et al.*, 1991; Blus *et al.*, 1991), si bien estos casos tienen una distribución local y los perdigones son con diferencia la principal causa de plumbismo en las aves a nivel mundial.

**Tabla 1. 6. - Frecuencia relativa de la intoxicación por ingestión de perdigones en aves de Norteamérica.<sup>1</sup>**

Tipo de ave	Frecuencia relativa <sup>2</sup>
PATOS	****
Patos de medios palustres	****
Patos de estuarios	*
Cerceta Común, Pato Cuchara, Patos arbóreos	*
Ánade Silbón	*
Patos marinos	*
Serretas	

GANSOS	****
Barnacla Canadiense	****
Ánsar Nival y Ánsar de Ross	*
Otros gansos	
CISNES	****
Cisne Chico	***
Cisne Vulgar	**
Otros cisnes	
OTRAS AVES ACUÁTICAS	**
Limícolas	***
Fochas y otros rálidos	**
Grúidos	**
Gaviotas	*
Otras especies	
AVES CINEGÉTICAS	**
Faisanes y codornices	*
Pavo y tetraónidas	**
Palomas	*
Chocha Perdiz	
RAPACES	****
Águila Calva	***
Águila Real	**
Otras rapaces diurnas	*
Rapaces nocturnas	

1) Fuente: Friend (1987)

2) \*\*\*\* = muy frecuente; \*\*\* = frecuente; \*\* = ocasional; \* = rara o muy infrecuente.

Son muchas las especies en las que se han descrito casos de plumbismo. Existen recopilaciones en que se listan estas especies como la de Pain (1989a; 1991c), la de Oberhuber y Arévalo (1991) o más recientemente la de Valle (1993).

A la hora de estudiar esta enfermedad hay que considerar todos los factores que influyen en su aparición. Sin duda uno de los más importantes en las anátidas es el modo y tipo de alimentación. Así, Bellrose (1959) fue el primero en apuntar que los patos granívoros, entre los que están los de hábitos buceadores (como los porrones *Aythya* spp.), presentan una mayor frecuencia de ingestión de perdigones. A continuación están los patos granívoros que se alimentan en la superficie, como el Ánade Real, el Ánade Rabudo *Anas acuta*, el Pato Cuchara *Anas clypeata* y la Cerceta Común *Anas crecca*. Por último, los herbívoros como el Pato Colorado *Netta rufina*, el Ánade Friso *Anas strepera*, el Ánade Silbón *Anas penelope*, son los que poseen una menor frecuencia de ingestión.

Esto está al mismo tiempo muy relacionado con el tipo de grit que consume cada especie, de forma que las especies que se alimentan de grano seleccionan un grit bastante grande, superior a 1 mm de diámetro. Por ejemplo Trost (1980) demostró experimentalmente que el tamaño de grit escogido por el Ánade Real está entre 0,84 y 2,00 mm. Sin embargo las aves que se alimentan de hojas o partes vegetativas de la planta seleccionan un grit muy fino, arena de menos de 0,5 mm de diámetro. Los numerosos granos de arena son más eficaces para cortar las hojas de las plantas que las piezas más grandes, de forma que el alimento es mejor aprovechado (Thomas *et al.*, 1977). Esto hace que el factor alimentación, que podemos resumir como la selección de perdigones por confusión con granos, se solapa con el factor selección de grit, que favorece también la ingestión de perdigones en las especies granívoras.

La estrategia de selección y consumo de grit por parte de las diferentes especies es un aspecto poco conocido. El grit puede ser consumido en zonas concretas, con gran cantidad de partículas del tamaño adecuado, donde los animales se desplazarían especialmente para ingerir el grit, como en el caso del Anser Común *Anser anser* en las Marismas del Guadalquivir o en el Delta de l'Ebre. La otra estrategia posible sería la de ingerir el grit mientras están buscando la comida, que sería la que más posibilidades de ingestión de perdigones tendría (Whitehead y Tschirner, 1991).

La edad de las aves parece tener algún efecto en la prevalencia de la exposición al plomo, según los resultados de

diversos estudios, como el de Samuel *et al.*, 1992, que estudiando el Ánade Sombrío *Anas rubripes*, encontraron una mayor prevalencia (niveles en sangre >0,2 ppm) en los adultos que en los jóvenes. Esto se puede explicar por diferencias en los hábitos alimentarios, por diferencias en la selección del hábitat, por una mayor mortalidad de los jóvenes que ingieren perdigones o por una mayor deposición del plomo en el hueso en los patos jóvenes.

Los datos recopilados por Pain (1991c) de diversos autores muestran estas diferencias entre Norteamérica, el norte de Europa y la Europa mediterránea (Tabla 1.7); como se observa, además existen fuertes variaciones regionales, siendo la zona mediterránea la que presenta una mayor incidencia.

**Tabla 1. 7. - Porcentaje de ejemplares de diferentes grupos de anátidas en los que se encuentran perdigones en la molleja.<sup>1</sup>**

Alimentación	EE.UU (1973-1984)	Norte de Europa	Europa mediterránea
Patos herbívoros	1,0	1,1	3,3
Patos de superficie	8,5	3,7	21,5
Patos buceadores	17,4	19,7	59,5
TAMAÑO TOTAL MUESTRA (n)	168.523	10.890	1.925

1) Fuente: Pain (1991c).

Algunos estudios señalan que existe una cierta estacionalidad en la intoxicación. Así, Havera *et al.* (1992a) encontraron una mayor incidencia de plumbismo en primavera que en otoño en el Porrón Bola *Aythya affinis* y Porrón Acollarado *Aythya collaris*. Asimismo se observan en el Porrón Coacoxtle *Aythya valisineria* unos niveles de plomo superiores que en el Porrón Bola, mientras la prevalencia de ingestión de perdigones es la misma. Esto se explica por el efecto protector de una dieta con mayor cantidad de materia animal, en el caso del Porrón Bola.

La presencia de grandes concentraciones de aves en zonas contaminadas, como por ejemplo en ciertas etapas de la migración, se ha visto que puede ser importante para que se lleguen a dar mortalidades masivas de aves acuáticas (Trainer y Hunt, 1965), lo que puede favorecer una cierta estacionalidad en el caso de que las mayores concentraciones se den en unas épocas del año. Estas mortalidades han sido siempre mejor registradas cuando han afectado a aves acuáticas de gran tamaño y fáciles de localizar muertas en una marisma, como los cisnes, ánsares y barnaclas (Bagley *et al.*, 1967) o los flamencos (Ramo *et al.*, 1992).

A pesar de todo y a diferencia de otras enfermedades, como el botulismo o el cólera aviar, que ocasionan una elevada mortalidad de aves en un corto período de tiempo (Friend, 1985; U.S. Fish and Wildlife Service, 1990); la importancia del plumbismo es que ocasiona muertes que se reparten homogéneamente en el tiempo, de modo que este problema pasa fácilmente desapercibido. Las aves enfermas por plumbismo desaparecen porque son presa fácil para sus predadores (incluidas las abatidas por los cazadores), o bien se suelen esconder entre la vegetación y lejos del agua, donde mueren. Pain (1991c) demostró que la duración media de los cadáveres de las aves muertas en tierra es de 1, 5 días en zonas sin vegetación y 3, 3 días cuando estaban entre la vegetación. Asimismo, esta duración fue mayor en el agua, 7, 6 días, antes de ser comidas por los carroñeros y desaparecer. Por lo tanto la propia naturaleza de la intoxicación por plomo determina que la mayoría de las aves que mueren lo hagan en cantidades pequeñas, pero de forma constante día tras día, permitiendo que los mecanismos naturales de "limpieza" del ecosistema funcionen correctamente, desapareciendo los cadáveres. Es por ello que al plumbismo se le conoce a veces como "la enfermedad invisible" (U.S. Fish and Wildlife Service, 1990).

En España, la primera descripción de un caso de intoxicación se realizó en un ejemplar de Porrón Común *Aythya ferina* en el Parque Nacional de Doñana (Carranza Guzmán *et al.*, 1982). Por otra parte, Llorente (1984) encontró perdigones en la molleja de varios ánades en el Delta de l'Ebre en sus estudios de alimentación de las anátidas en esta zona húmeda (Tabla 1.8).

**Tabla 1.8. - Presencia de perdigones en la molleja de patos recogidos en el Delta de l'Ebre a principios de la década de los 80.<sup>1</sup>**

Especie	n	Psitivos	(%)
---------	---	----------	-----

Pato cuchara	24	5	20.8
Cerceta Común	20	1	5.0
Anade Real	43	9	20.9
Pato Colorado	33	1	3.0

1) Fuente: Llorente, 1984.

En estudios para detectar niveles de metales pesados (González *et al.*, 1983; Hernández *et al.*, 1984), aparecen ejemplares de diferentes especies de aves acuáticas y rapaces (Flamenco Común *Phoenicopterus ruber*, Cigüeña Blanca *Ciconia ciconia*, Lechuza Común *Tyto alba*, Ratónero Común *Buteo buteo*) procedentes de Doñana y del macizo del Moncayo que tienen niveles de plomo superiores a las 2 ppm sobre peso fresco, y por tanto son sospechosos de sufrir intoxicación. Un estudio efectuado en 1989 en el Delta de 1,Ebre (Guitart *et al.*, 1992b) cuyos resultados se resumen en la Tabla 1.9, también muestra varios casos de envenenamiento.

Se han diagnosticado, en trabajos ya centrados en la búsqueda de casos de plumbismo, ejemplares con esta enfermedad de Anade Real, Anade Rabudo, Tarro Blanco *Tadorna tadorna* y Gaviota Reidora *Larus ridibundus*, todos en el Parque Natural del Delta de 1,Ebre entre 1989 y 1992 (Cerradelo y Guitart, 1990; Mateo *et al.*, 1991). Durante la temporada de caza 1991-92 se llevó a cabo el examen rutinario de las aves muertas en el centro de recuperación 'del Delta de 1,Ebre, revelando la presencia de perdigones en cuatro especies como se muestra en la Tabla 1.10 (Guitart *et al.*, 1992a).

En diferentes zonas húmedas españolas se han ido registrando casos de mortalidades masivas de aves por plumbismo, que han sido más manifiestas cuando las especies afectadas han sido aves de gran tamaño que son siempre más fáciles de encontrar muertas en la marisma. Recientemente, en el Parque Nacional de Doñana se ha descrito la afectación por plumbismo de un grupo de 52 Flamencos Comunes, de los cuales 16 fueron necropsiados, encontrándose entre 8 y 328 perdigones en la molleja y con niveles de plomo en hígado entre 12 y 122 ppm (Ramo *et al.*, 1992).

**Tabla 1.9. - Resultados de la analítica de plomo ( $\mu$  g/g en peso fresco) en hígado de 28 aves del Delta de 1'Ebre.<sup>1</sup>**

Especie	n	Concentración (media)	Concentración (min-max)
<i>B. ibis</i>	11	0,067	<0,020-0,198
<i>A. cinirea</i>	2	0,246	0,139-0,353
<i>Ph. ruber</i>	2	0,138	0,067-0,209
<i>L. ridibundus</i>	2	0,242	0,114-0,370
<i>A. platyrhynchos</i>	1	<0,020	
<i>A. acuta</i>	1	0,124	
<i>C. hyemalis</i>	1	0,286	
<i>A. strepera</i>	1	1,063	
<i>A. atthis</i>	1	0,160	
<i>P. nigricollis</i>	1	0,194	
<i>V. vanellus</i>	1	12,460	
<i>L. cachinnans</i>	1	0,050	
<i>L. melanocephalus</i>	1	0,032	
<i>E. garzetta</i>	1	0,122	
<i>T. alba</i>	1	0,068	

1) Fuente: Guitart *et al.* (1992b).

En otras zonas de España hay claros indicios de plumbismo, como son la Albufera de Valencia, las Salinas de Santa Pola y el El Fondo. En esta última zona se dio recientemente un grave caso de intoxicación masiva. Entre noviembre de 1992 y enero de 1993 fueron recogidos 49 flamencos muertos y 7 moribundos. Todos presentaban

claros signos de envenenamiento por plomo, conteniendo sus mollejas numerosos perdigones así como elevadas concentraciones de este metal en sus vísceras. Por las mismas fechas en las cercanas Salinas de Santa Pola también se encontraron una veintena de flamencos, que padecían una intoxicación aguda por plomo que les provocó su muerte. Este episodio será mejor detallado posteriormente en el presente estudio.

Estos casos de plumbismo en flamencos constituyen la tercera y cuarta descripción mundial, tras los casos de Francia (Bayle *et al.*, 1986) y México (Aguirre-Álvarez, 1989; Schmitz *et al.*, 1990).

El primer estudio encaminado a conocer la incidencia del plumbismo en las aves acuáticas en una zona húmeda española fue realizado en el Delta de l'Ebre en la temporada de caza de 1991-92 (Guitart *et al.*, 1992a; 1994). En este estudio se muestrearon un total de 50 anátidas, de las cuales 40 eran Ánades Reales y los 10 restantes eran cuatro Patos Cucharas, tres Cercetas Comunes, un Pato Colorado, un Ánade Silbón y un Ánade Friso. Este estudio, además de servir para conocer la prevalencia del plumbismo en el Delta de l'Ebre, permitió determinar en función de tres métodos de diagnóstico (presencia de perdigones en molleja, niveles de plomo en hígado y niveles de plomo en riñón) los niveles de plomo en vísceras que determinan que un ave ha estado expuesta a los perdigones de plomo. Estos niveles se establecieron en 1,5 ppm en hígado y 3 ppm en riñón, ambos sobre peso fresco, y 5 ppm de plomo en peso seco de hígado. Dependiendo del método diagnóstico empleado la prevalencia de la exposición del Ánade Real oscila entre el 20 y el 40% (Tabla 1.11). De todo esto se desprende que el Ánade Real es una especie bastante afectada - en el Delta de l'Ebre, con una prevalencia similar a la que presenta en otras zonas húmedas de la zona mediterránea. Las otras especies muestreadas no presentaron indicios de exposición al plomo, si bien la muestra no era en absoluto representativa.

**Tabla 1. 10. - Presencia de perdigones en mollejas de aves acuáticas del Delta de l'Ebre.<sup>1</sup>**

Especie	n	Positivos	Grit <sup>2</sup>
<i>Podiceps cristatus</i>	1	0	ND
<i>Ixobrychus minutus</i>	1	0	0
<i>Nycticorax nycticorax</i>	2	0	0
<i>Ardea cinerea</i>	8	0	0
<i>Egretta garzetta</i>	7	0	0
<i>Bubulcus ibis</i>	3	0	0
<i>Ardeola ralloides</i>	1	0	0
<i>Phoenicopterus ruber</i>	3	1	S,G
<i>Anas platyrhynchos</i>	4	1	G
<i>Anas acuta</i>	2	2	G
<i>Anas crecca</i>	1	0	G
<i>Netta rufina</i>	1	0	S,G
<i>Tadorna tadorna</i>	2	0	S,G
<i>Rallus aquaticus</i>	1	0	ND
<i>Fulica atra</i>	1	0	S,G
<i>Burhinus oedícnemus</i>	1	0	ND
<i>Charadrius alexandrinus</i>	6	0	0
<i>Pluvialis squatarola</i>	1	0	0
<i>Vanellus vanellus</i>	1	0	G
<i>Calidris canutus</i>	1	0	S
<i>Calidris ferruginea</i>	2	0	S,G

<i>Calidris alpina</i>	6	0	S,G
<i>Calidris minuta</i>	3	0	S,G
<i>Recurvírostra avosetta</i>	2	1	ND
<i>Haematopus ostralegus</i>	1	0	S
<i>Himantopus himantopus</i>	3	0	G
<i>Limosa lapponica</i>	1	0	S,G
<i>Limoso limosa</i>	1	0	0
<i>Glareola pratincola</i>	1	0	0
<i>Numenius arquata</i>	1	0	S
<i>Tringa glareola</i>	10	0	0
<i>Philomachus pugnax</i>	2	0	G
<i>Larus cachinnans</i>	8	0	0
<i>Larus audouinii</i>	7	0	0
<i>Larus ridibundus</i>	8	0	0
<i>Larus genei</i>	1	0	0
<i>Sterna hirundo</i>	1	0	0
<i>Chlidonias niger</i>	1	0	0
<i>Chlidonias hybrida</i>	1	0	0
TOTAL	108	5	-

1) Fuente: Guitart *et al.*, 1992a.

2) G = grava; S = arena; 0 = nada; ND = no determinado.

**Tabla 1.11. - Datos de plumbismo en Ánade Real del Delta de 1,Ebre, basados en el criterio de la presencia de perdigones en la molleja y por los niveles de plomo en vísceras.<sup>1</sup>**

Método	Estudiados (n)	Positivos (n)	Positivos (%)
Molleja	40	10	25
Hígado >2 ppm	39	8	20.51
Hígado >1,5 ppm		10	25.64
Riñón >2 ppm	39	15	38.46
Riñón >3 ppm		12	30.77

1) Fuente: Guitart *et al.*, (1994).

Estos datos contradicen las consideraciones realizadas por diversos autores como Cubells Parilla (1992), acerca de que la avifauna no se ve afectada por esta causa de intoxicación basándose en que la existencia en la actualidad de importantes poblaciones de aves tras casi 500 años de caza es buena prueba de ello. En España, a diferencia de otros países, los censos de aves son recientes (Dolz y Gómez, 1988), lo cual no permite averiguar si las poblaciones de anátidas han sufrido fluctuaciones. En la Camarga francesa, por ejemplo, las poblaciones han disminuido un poco en los últimos 25 años (Boutin *et al.*, 1991); en los Estados Unidos, donde hay censos desde principios de siglo, se observó un descenso de la población en dos especies representativas, como son el Ánade Real y el Ánade Rabudo, alcanzando en 1985 los niveles más bajos en 30 años de seguimiento. Ello llevó a las autoridades de EE.UU. y

Canadá a restringir la caza para favorecer su recuperación (U.S. Fish and Wildlife Service, 1990) y fue uno de los factores que influyó en la sustitución de los perdigones de plomo por acero. Si analizamos los censos por grupos de anátidas, encontramos que en España se ha observado en la subfamilia de los patos buceadores (A, Ythynae) desde 1978 a 1987 un descenso de las poblaciones que estadísticamente es significativo (Dolz y Gómez, 1988). Quizás los perdigones de plomo no sean los responsables, pero casualmente este grupo es el más afectado por el plumbismo (ver Tabla 1.7) y esta hipótesis puede resultar sugerente.

### 1.3.2.2. - Incidencia en las aves rapaces

La vía normal de intoxicación suele ser la ingestión de perdigones que contienen sus presas al ser heridas o muertas por un arma de fuego. También es posible que el consumo de carne o vísceras con un alto contenido en plomo, sea la causa de la enfermedad (Reiser y Temple, 1981), aunque esta última vía de intoxicación sea considerada poco probable en condiciones naturales (Patte y Hennes, 1983). Frenzel y Anthony (1989) estudiaron la dieta de Águilas Calvas del sudoeste de los EE.UU. y determinaron el contenido de plomo del total del cuerpo (homogenizado de tejidos) de las presas más típicas, resultando que los niveles medios oscilaban entre las 0,15 y 4,79 ppm de plomo sobre peso fresco.

Un ejemplo de exposición al plomo en ciertas poblaciones de rapaces nos lo proporciona un estudio de campo en el que entre el 10 y el 70% de las egagrópilas de Águila Calva contenían perdigones (Platt, 1976; Pattee y Hennes, 1983). Aunque éstos fueran regurgitados, la intoxicación puede producirse de igual modo (Pattee *et al.*, 1981).

La mayoría de casos de intoxicación por plomo en rapaces se han detectado en Estados Unidos y Canadá en especies como el Águila Calva, Águila Real *Aquila chrysaetos*, Cóndor de California *Gymnogyps californianus*, Ratonero Calzado *Buteo lagopus* y Ratonero de Cola Roja *Buteo jamaicensis* (Platt, 1976; Jacobson *et al.*, 1977; Redig *et al.*, 1980; Pattee y Hennes, 1983; Reichel *et al.*, 1984; Janssen *et al.*, 1986; Wiemeyer *et al.*, 1988; Carbajo *et al.*, 1988; Pattee *et al.*, 1990; Craig *et al.*, 1990; Langelier *et al.*, 1991). Existen sospechas de intoxicación en otras especies, como el Halcón de las Praderas *Falco mexicanus*, Cóndor de los Andes *Vultur gryphus* y Buitre Real *Sarcorhampus papa* (Locke *et al.*, 1969; Benson *et al.*, 1974; Decker *et al.*, 1979).

Los casos del Águila Calva están bien documentados. Quizás al ser este animal el símbolo o emblema de los Estados Unidos de América, ha motivado que se realicen muchos estudios. Además, se trata de una especie en peligro de extinción en todos los estados de los EE.UU., excepto en Alaska, lo que aumenta más el interés (U.S. Wildlife Service, 1990). Reichel *et al.* (1984), en un estudio realizado sobre 293 ejemplares, encontraron 17 con niveles de plomo en hígado que indicaban una intoxicación por este metal. En otro estudio, Craig *et al.*, (1990) diagnosticaron plumbismo en 5 de 6 ejemplares estudiados. En un estudio retrospectivo, Redig *et al.*, (1991) hallaron niveles de plomo en sangre superiores a 0.6 ppm (suficientes para producir ya efectos) en 30 de 203 Águilas Calvas ingresadas en el Centro de Recuperación de Rapaces de la Universidad de Minnesota, mientras que otras 70 poseían niveles superiores a los normales para este metal.

Se ha calculado que la intoxicación por plomo en las Águilas Calvas representa entre el 5,2 y el 7,6% de las causas de mortalidad para un período comprendido entre la mitad de la década de los '60 y principios de los '80 (Pattee y Hennes, 1983; Reichel *et al.*, 1984). En cifras esto representa que, unos 120 ejemplares de esta especie han muerto víctimas del plumbismo desde 1966 hasta finales de la década de los 80, y más de la mitad de las mismas se han producido desde 1980 (U.S. Fish and Wildlife Service, 1990); estas son las cifras que se han podido diagnosticar, y habría que tener en cuenta todas aquellas que han muerto y no se encontraron sus cadáveres.

En Europa ha estado citado el caso de 10 Águilas Reales intoxicadas en Suecia (Borg, 1975). Del mismo modo, en Noruega el 70% de las egagrópilas de esta especie presentan perdigones de plomo (citado en Pain y Amiard-Triquet, 1993). En Francia se han encontrado niveles elevados de plomo en dos Gavilanes Comunes *Accipiter nisus*, un Azor Común *Accipiter gentilis* y cinco Ratoneros Comunes que habían muerto en los centros de recuperación entre 1988 y 1989 (Pain and Amiard-Triquet, 1993). En cuanto a estudios de campo, el Aguilucho Lagunero ha resultado ser una rapaz bastante expuesta en Francia debido a que se alimenta de presas heridas (aves y mamíferos) que no han sido recuperadas por los cazadores (Pain *et al.*, 1993). En la Camarga un 26% de los Aguilucho Laguneros presentan más de 300 ppb de plomo en sangre y en Charente-Maritime el porcentaje asciende al 35%.

Por lo que respecta a España, se ha detectado el caso de intoxicación por plomo de dos Águilas Reales. Esto supone la primera descripción a nivel español para esta especie (Cerradelo *et al.*, 1992). Uno de los ejemplares presentaba radiológicamente claras evidencias de tener unos 40 perdigones en la molleja, hecho destacable, ya que no suele ser habitual en rapaces (Redig, 1987). A pesar de los esfuerzos realizados en el Centro de Recuperación de

Torreferrussa (Barcelona), donde fueron tratados, los dos animales murieron a los pocos días, presentando claros síntomas de intoxicación por plomo.

Otro caso, del cual existen pocos datos, es un ejemplar de Lechuza Común *Tyto alba* encontrado en el macizo del moncayo (González *et al.*, 1983). Este animal tenía niveles altos de mercurio, cadmio, cobre y zinc en el hígado si se compara con otras lechuzas o rapaces del mismo estudio, pero destacan los 73,01 ppm de plomo (sobre peso fresco) que fueron detectados. El hecho es destacable, dado lo infrecuente de esta intoxicación entre las rapaces nocturnas (ver Tabla 1.6).

Por último indicar que en un estudio de campo que estamos llevando a cabo en el Delta de l'Ebre sobre la exposición del Aguilucho Lagunero (Mateo *et al.*, 1994), los resultados están resultando similares a los obtenidos en Francia por Pain *et al.*, 1993). En este trabajo se ha estudiado la exposición a los perdigones de plomo en función de la presencia de perdigones en egagrópilas recogidas en dormideros y de los niveles de plomo en sangre de individuos capturados mediante ballesta y liberados con marcas alares entre los meses de enero y abril de 1993 y 1994. El análisis radiográfico de 496 egagrópilas reveló la presencia de entre 1 y 12 perdigones en un 11,7% de las muestras. No se observaron diferencias en la frecuencia de aparición de perdigones entre dormideros o épocas de la invernada (Tabla 1.12).

**Tabla 1. 12. - Egagrópilas de Aguilucho Lagunero recogidas en los dormideros del Delta del Ebro.<sup>1</sup>**

Zona	Data	n	Número con perdigones (%)
Encanissada	18-01-93	91	10 (11)
	21-02-93	118	16 (13,6)
	18-03-93	87	10 (11,5)
	02-12-93	26	2 (7,7)
Canal Vell	14-03-94	150	18 (12)
Illa de Buda	11-03-94	24	2 (8,3)

1) Fuente: Mateo *et al.*, 1994.

Los niveles de plomo en sangre han sido superiores a 0,20  $\mu$  g/ml en 17 de las 34 aves capturadas (50%) . Se han observado niveles superiores en las aves residentes, con más de 10 días de observación en la zona, que en las aves divagantes. Los niveles de plomo en sangre fueron mayores durante la temporada de caza, bajando a niveles basales a principios de marzo, posiblemente por el descenso de la disponibilidad de presas tiroteadas (Figura 1. 1). La exposición a los perdigones de plomo resulta similar a las registradas en la especie en zonas húmedas de Francia (Tabla 1.13) y superior a la registrada en las Marismas del Guadalquivir (González, 1991).

**Figura 1. 1. - Evolución temporal de los niveles de plomo en sangre de los Aguiluchos Laguneros del Delta del Ebro.**

**Tabla 1.13.- Resultados de los niveles de plomo en sangre de Aguilucho Lagunero en el Delta del Ebro<sup>1</sup> contrastados con los de dos zonas de Francia<sup>2</sup>.**

Zona	n	Ejemplares (%) con concentración de plomo en sangre (ppb)			% con niveles elevados de Pb >300 ppb
		300-600	600-1000	>1000	
Charente-Maritime	26	3 (12)	2 (8)	4 (15)	35
Camarga	43	5 (12)	5 (12)	1 (2)	26
Delta de l'Ebre	10	9 (26)	2 (6)	1 (3)	35

1) Fuente: Mateo *et al.*, 1994.

2) Fuente: Pain *et al.*, 1993.

Más recientemente, en 1994, hemos diagnosticado en Catalunya los casos de un Buitre Común *Gyps fulvus* y un Ratónero Común que habían muerto por esta causa. En el caso del Buitre Común se observó un único fragmento de plomo en la molleja, posiblemente un trozo de bala o posta, que resultó ser suficiente para provocarle la muerte.

### **1.3.2.3.- Incidencia en otras especies de aves**

Hutton y Goodman (1980) registraron concentraciones elevadas de plomo en sangre de Palomas Domésticas *Columba livia* urbanas que vivían en el área de la ciudad de Londres. Estas palomas presentaban claros síntomas de intoxicación, especialmente evidenciables a nivel de sistemas renal y hematopoyético (Hutton, 1980). La explicación más plausible de este hecho podría encontrarse en la costumbre de estos animales de comer a nivel del suelo, o en la comida contaminada con polvo con un alto contenido en plomo, procedente de los tubos de escape de los automóviles. Casos semejantes también han sido estudiados en la ciudad de Tokio (Ohi *et al.*, 1974), París (Jenkins, 1975), Lucknow en la India (Husain y Kaphalia, 1991) y en España, en Alcalá de Henares (González y Tejedor, 1991).

También se han registrado casos de intoxicación en ciertas especies salvajes de galliformes, como son el Faisán (Calvert, 1876; Clausen y Wolstrup, 1979) y la Perdiz Pardilla *Perdix perdix* (Clausen y Wolstrup, 1979; Keymer y Stebbings, 1987). También en la Paloma Enlutada *Zenaidura macroura* en Nuevo México se ha visto que en ocasiones ingiere perdigones (Best *et al.*, 1992).

Una revisión del plumbismo en especies de aves silvestres no anseriformes fue realizado por Locke y Friend (1992), recogiendo datos de un total de 31 especies.

### **1.3.2.4. - Incidencia en las aves en cautividad**

Por último, cabe mencionar que en diferentes especies de aves en cautividad, también se han descrito casos de intoxicación (Pain, 1991d). Las causas son básicamente dos: consumo por parte de aves carnívoras de presas (aves acuáticas, palomas, conejos, etc.) que habían estado heridas o que habían ingerido perdigones, y la ingestión de pintura con plomo u otros objetos que contienen este metal. Respecto a la exposición a la pintura plomada, hay por ejemplo un caso bien documentado en los EE.UU. con varios ejemplares de Grulla Canadiense *Grus canadensis* (Kennedy *et al.*, 1977).

Un grupo de aves que sufre la intoxicación en cautividad es el de los psitácidos, y algunos casos bastante interesantes han sido descritos por Woerpel y Roszkopf (1982a; 1982b), Roszkopf y Woerpel (1982), Panigrahy *et al.* (1979), Giddings (1980) y McDonald (1986). Esta familia de aves sufre frecuentemente la intoxicación por ser animales bastante curiosos y que normalmente están sueltos por la casa, lo que propicia que puedan ingerir algún objeto de plomo.