



Facultad de Veterinaria  
Universidad Zaragoza



# Trabajo Fin de Grado en Veterinaria

**Aves: atención clínica veterinaria y su importancia en onehealth**

*Birds: veterinary clinical care and its importance in onehealth*

Autor

Ruth López Pinar

Director

Fco. Javier Miana Mena

Facultad de Veterinaria

2023

---

## ÍNDICE

1. Resumen.....	2
1.1. Summary .....	2
2. Introducción .....	3
2.1. El panel de los centros de recuperación de fauna autóctona.....	3
2.2. Grupo de Rehabilitación de la Fauna Autóctona y su Hábitat (GREFA): programa de voluntariado e instalaciones.....	4
2.3. Las aves silvestres como pacientes: características anatómicas y fisiológicas para tener en cuenta como clínicos .....	5
3. Justificación y objetivos.....	10
4. Metodología .....	11
5. Resultados y discusión .....	12
5.1. Importancia de las aves como bioindicador en el contexto emergencia climática y onehealth .....	12
5.2. Estudio descriptivo de los animales ingresados.....	16
5.2.1. Caracterización de los ejemplares ingresados .....	16
5.2.2. Motivo del ingreso, tiempo de estancia en el centro y su resolución .....	18
5.3. Protocolo básico de atención clínica en aves.....	21
5.4. Desarrollo de protocolos específicos para el diagnóstico y el tratamiento de las causas de ingreso más frecuentes .....	24
5.4.1. Protocolo traumatológico .....	24
5.4.2. Protocolo electrocución .....	27
5.4.3. Protocolo infeccioso.....	30
5.4.4. Protocolo para una intoxicación por plomo.....	33
6. Conclusiones.....	35
6.1. Conclusions .....	36
7. Valoración personal.....	36
8. Bibliografía .....	37

## 1. RESUMEN

Las aves silvestres son hoy por hoy uno de los grupos zoológicos estudiados para conocer el impacto real que se está produciendo por el cambio global, fragmentación de los ecosistemas y contaminación del medio, ya que muchas de ellas están siendo amenazadas por todos estos factores. Dichos factores hacen que cada año aumenten los ingresos en los Centros de recuperación de Fauna Silvestre, cobrando también importancia los veterinarios que trabajan en ellos. La rehabilitación de las diversas especies aviares que se tratan en un centro de recuperación es importante tanto por su valor biológico intrínseco como por toda la información que nos pueden aportar sobre cambios y riesgos ambientales emergentes.

Por este motivo, el presente trabajo trata de mostrar mediante un análisis más detallado, contrastando la información que ha sido estudiada a lo largo de los últimos años, la importancia que tienen las aves como bioindicadores biológicos (qué especies son importantes para el estudio junto qué parámetros o muestras son relevantes) y que dicha importancia justifica lo necesario que es una buena atención clínica para todas estas especies. Esto último, se logra conociendo las causas de ingreso más frecuentes mediante la realización de un estudio descriptivo en un centro de estudio (GREFA) y la elaboración de protocolos específicos para cada una de ellas.

### 1.1. SUMMARY

Wild birds are nowadays one of the zoological groups studied to find out the real impact that is being produced by global change, fragmentation of ecosystems and environmental pollution, since many of them are being threatened by all these factors. For these reasons, every year those admitted to the Wildlife Recovery Centers increase, and the veterinarians who work there are gaining importance. The rehabilitation of the various avian species that are treated in a recovery center is important both for their intrinsic biological value and for all the information they can provide us about emerging environmental changes and risks.

For this reason, the present work tries to show, through a more detailed analysis, contrasting the information that has been studied in recent years, the importance of birds as biological bioindicators (which species are important for the study together with which parameters or samples are relevant) and that such importance justifies the need for good clinical care for all these species. The latter is achieved by knowing the most frequent causes of admission by conducting a descriptive study in a study center (GREFA) and the development of specific protocols for each of them.

## 2. INTRODUCCIÓN

### 2.1. EL PANEL DE LOS CENTROS DE RECUPERACIÓN DE FAUNA AUTÓCTONA

En Europa, durante las décadas de los 50, 60 y 70, se fue dando un cambio social de mentalidad en el que la población parecía aceptar tener cierta responsabilidad ecológica como describió Hans Jonas (Jonas, 1979), que cada vez se fue haciendo más evidente con la redacción de la “Ley de Aire Limpio” (1956) que nació tras el accidente que cubrió de *smog* la ciudad de Londres en 1952, la publicación de la Primavera Silenciosa (Carson, 1962) y la fundación de diversas organizaciones ecologistas (WWF en 1961 o Greenpeace en 1973) (López Mendoza, 2012).

Todo ello generó una mayor preocupación social sobre la importancia de la conservación de las especies autóctonas y la protección de la naturaleza, propiciando el origen de los Centros de Recuperación de Fauna Silvestre (CRFS), que han pasado a ser verdaderas piezas claves en la conservación de la biodiversidad (Dajoz, 2002). Concretamente en España, el primer centro inaugurado fue el de Recuperación de Rapaces de la Estación Biológica de Doñana en 1965 (Santamaría García, 2007), y desde entonces se han ido fundando más de 60 CFRS: Centros de recuperación de Fauna Salvaje (Figura 1) repartidos en las diferentes comunidades autónomas y financiados tanto por entidades públicas como privadas (Molina, 2013). Dichos centros, asumen diferentes funciones desde el control veterinario de la fauna silvestre para su recuperación y reintroducción al medio natural, hasta labores tan importantes como son la vigilancia epidemiológica, investigación científica, educación y monitorización ambiental (Sleeman, 2008).



Figura 1. Distribución de los CFRS: Centros de recuperación de Fauna Salvaje. En rojo los centros privados y en verde los públicos. Elaboración propia con datos obtenidos de: <https://www.grefa.org/esta-en-tumano/centros-de-recuperacion-defauna-en-espana> [Disponible 16-10-2022].

## 2.2. GRUPO DE REHABILITACIÓN DE LA FAUNA AUTÓCTONA Y SU HÁBITAT (GREFA): PROGRAMA DE VOLUNTARIADO E INSTALACIONES

Entre los CRFS a los que acabo de hacer alusión, quisiera destacar el Grupo de Rehabilitación de la Fauna Autóctona y su Hábitat (GREFA), en Majadahonda (Madrid), centro en cuyas instalaciones realicé prácticas externas en el verano de 2022, y que ha sido el origen del presente Trabajo Fin de Grado. GREFA es una organización no gubernamental sin ánimo de lucro, que nació en 1981 como asociación tanto para el estudio como para la conservación de la naturaleza y ha ido creciendo hasta hoy, con la elaboración de numerosos proyectos y líneas de investigación, gracias a la colaboración de todos los voluntarios que realizamos prácticas para nuestra formación profesional en dicho centro.

En GREFA trabajan cuarenta y cinco personas de manera permanente, siendo un equipo multidisciplinar de profesionales coordinados, de los cuales siete son veterinarios. Habitualmente suele haber entre 20 y 50 voluntarios o estudiantes colaborando en las labores del centro, reuniendo un total de más de 100 voluntarios anuales. No obstante, la atención de los más de 6000 animales que ingresan en el centro no sería posible sin la ayuda económica de diversas subvenciones y convenios (públicos y privados), los más de 123 socios y 49 padrinos.

Por lo que respecta a las instalaciones, dispone de tres áreas diferentes: una zona equipada para atender a animales heridos, que constituye el Hospital y otra para recibir visitantes, con una extensión de 4000 m<sup>2</sup> construidos, a las que se suma una tercera, dedicada a la cría en cautividad de poblaciones de especies que se encuentran amenazadas en la región. En total, el complejo ocupa una superficie de casi 20 hectáreas (GREFA, 2019). Así mismo, el Hospital de Fauna Salvaje de GREFA, se puede dividir en cinco zonas: entrada, zona de uso común, hospital clínico, necropsias y anatomía patológica y rehabilitación y alimentación (Figura 2).

El área de hospitalización cuenta en total con 28 cubículos o mudas independientes donde se alojan los animales (de estos, 14 son mudas de UCI y el resto de observación, estando aisladas o no del exterior respectivamente). De manera general, se pueden alojar en solo esta área más de 30 animales en total, ya que dependiendo de la especie se podrían introducir varios ejemplares en una misma muda (Samour, 2010).

En función del estado de salud, todas las instalaciones deben ser acordes al tamaño, el comportamiento y el estado de salud de la especie que se vayan a alojar, ejemplos de ellos son las aves acuáticas a las que siempre que no tengan alguna patología o lesión deben de disponer de una piscina donde puedan beber, nadar, comer o bañarse, o en el caso de las aves

cantoras, que al ser tan estresables, es recomendable proporcionarles zonas de sombra y perchas naturales donde puedan ocultarse y sentirse seguras (Samour, 2010).

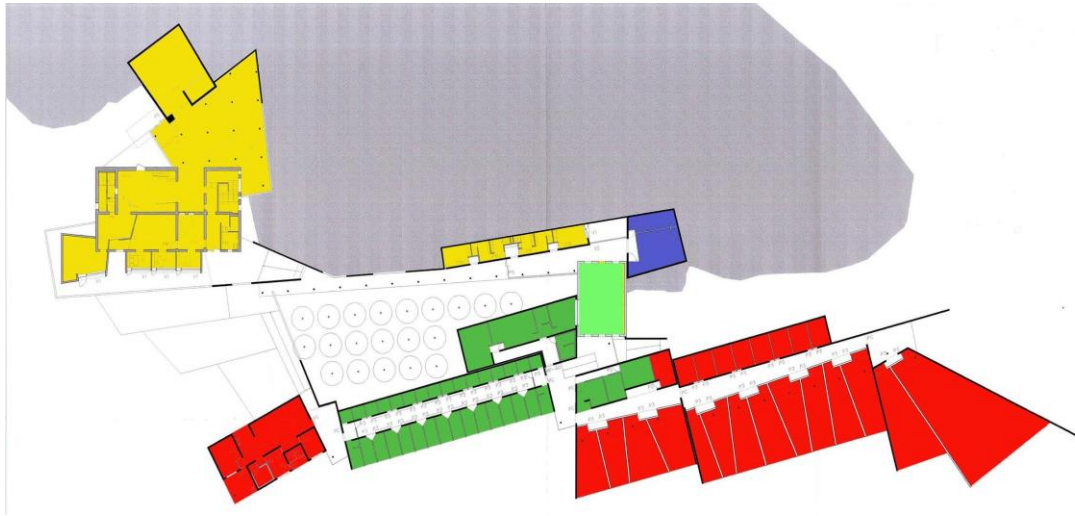


Figura 2. Instalaciones de GREFA. Entrada (gris), zona de uso común con: salón de actos, sala reuniones, eco-tienda, despachos, biblioteca, cafetería, albergue, vestuarios (amarillo), hospital clínico (verde), necropsias (azul) y anatomía patológica (azul) y rehabilitación y alimentación (roja). Mapa cedido por la administración del centro GREFA (2022).

En el caso de las jaulas de UCI es imprescindible disponer de alguna estructura o soporte que permita que el animal no roce directamente con el suelo ya que se podrían dañar las rectrices o timoneras, plumas de la cola que son imprescindibles para marcar la dirección del ave y sostener su vuelo (López Mendoza, 2012). En el caso de las mudas de observación, la conducta de las diferentes aves determina alojarlas en grupo o de manera individual (como es el caso de las garzas o los pájaros carpinteros de carácter más agresivo). Además, hay que tener en cuenta que durante la época de cría y reproducción muchas especies son más agresivas y territoriales (Miller, 2012).

Por otro lado, todos los materiales de las jaulas deben ser de fácil limpieza y desinfección, disponiendo de una toma de agua corriente para facilitar dicha limpieza, además de un sistema de desagüe para eliminar el exceso de agua (Miller, 2012). Todas ellas, deben proporcionar una distancia de seguridad entre el animal y el ser humano, permitiendo la observación del paciente desde el exterior para minimizar la interacción y reducir el estrés garantizando el bienestar de estos (Samour, 2010).

### 2.3. LAS AVES SILVESTRES COMO PACIENTES: CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS Y FISIOLÓGICAS PARA TENER EN CUENTA COMO CLÍNICOS

Las aves se incluyen en el clado de dinosaurios *Theropoda*, lo que hace que presenten mayores similitudes con los reptiles que con los mamíferos (König, Korbelt y Liebich, 2016).

Las diferencias con los reptiles radican en la aparición de las plumas, el presentar sangre caliente, el desarrollo del pico muy ligero (ranfoteca), además de la neumatización y la reducción en número o fusión de los huesos, esto último fue indispensable para darles a alrededor de 10 000 especies de aves actuales la aptitud de vuelo (König, Korbelt y Liebich, 2016).

El hecho de su distanciamiento de los mamíferos hace que las aves supongan un reto en la aplicación de la medicina veterinaria ya que, además, cada una de las especies cuenta con diversas peculiaridades anatómicas, fisiológicas y etológicas. Dichas diferencias han supuesto un fracaso a la hora de aplicar numerosas terapias, con la aparición de resistencias y/o reacciones adversas, ya que los diferentes protocolos y la posología estaba definida para mamíferos (Carpenter, 2017).

#### *Metabolismo de las aves y pérdidas de calor.*

El **metabolismo** de las aves es muy elevado (su temperatura corporal oscila entre 39 y 44°C) requiriendo de altas tasas de energía al día (Samour, 2010). Dicho calor lo mantienen gracias a las plumas, que no solo juegan un papel importante en el vuelo si no también en la termorregulación del ave, junto con otros mecanismos como el jadeo, pérdida de calor a través de los sacos aéreos o zonas sin plumas, conducta de acicalamiento o dilatación de vasos sanguíneos superficiales (O'Malley *et al.*, 2008).

El **plumaje** suele cambiar periódicamente en función de diversos factores como la especie o ciertas condiciones ambientales. Por ello, dado que cuando se pierde una pluma no crecerá hasta la siguiente muda, durante nuestra intervención como clínicos hay que intentar lesionarlas lo mínimo posible (especialmente en especies migratorias). Otra de las técnicas para evitar pérdidas de calor cuando actuamos como clínicos, es el calentamiento de las soluciones empleadas o utilizar clorhexidina en lugar de alcohol, ya que este aumenta la pérdida de calor por evaporación (O'Malley *et al.*, 2008).

#### *El tubo digestivo de las aves*

La cubrición de las elevadas necesidades energéticas que requieren se consigue gracias al **aparato digestivo** tan eficiente que poseen, con un intestino de menor longitud y volumen que los que tienen mamíferos del mismo tamaño, haciendo que el tránsito sea muy elevado. Esto lo deberemos tener en cuenta, ya que la biodisponibilidad de fármacos vía oral será baja (requeriremos administrar dosis más altas o aumentar la frecuencia de administración) (Proszkowiec-Weglarz, 2022). Por todo ello, al requerir mucha energía a cambio de gran eficiencia requieren aumentar su frecuencia de ingestión de alimento, algo para tener en

cuenta a la hora de instaurar periodos de ayuno antes de cualquier cirugía, puesto que habrá que tomar una decisión principalmente en función de la especie y tamaño del ave (Murray, 2014). Las pequeñas Passeriformes como el Alcaudón común (*Lanius senator*) no permitirán ayunos tan prolongados como un ave con buche como una rapaz diurna (Carpenter, 2017).

El buche, típico de Psitaciformes o de especies granívoras como las Galliformes y las Columbiformes (en otras especies aviares solo se aprecia una distensión temporal de esta estructura como en la mayoría de las aves rapaces, piscívoras y algunas frugívoras) permite que, tras la caza, el ave ingiera su presa con rapidez y quede almacenada, para que la digestión se realice cuando el ave esté en reposo (König, Korbel y Liebich, 2016). A la hora de la exploración física en aves con buche, habrá que comprobar si este está lleno o no, ya que durante la manipulación del animal existe riesgo de neumonía por aspiración por una posible regurgitación (Samour, 2010).

El estómago está formado por dos compartimentos, el primero es el proventrículo o estómago glandular que posee pH muy variables (en rapaces diurnas próximo a 1,5 y nocturnas cercano a 2,4), pero especialmente en carroñeras como los buitres, el pH es muy bajo (menor a 1,6) lo que favorece en aves intoxicadas la liberación del plomo y absorción sistémica posterior de este, conduciendo a un agravamiento de la patología (Martorell, 2009). El segundo compartimento, es el ventrículo o molleja, donde en algunas aves se encuentra el *grit* o gastrolitos, que son partículas sólidas de diferente naturaleza que favorecen la digestión y degradación de alimento (Proszkowiec-Weglarz, 2022).

Debido a la ausencia de epiglotis y a las características anatómicas descritas anteriormente, se considera un riesgo el uso de antieméticos en aves, empleándose como sustitutos, los lavados gástricos u otras medidas que neutralicen o disminuyan la absorción (Proszkowiec-Weglarz, 2022). También es importante tener en cuenta en la administración oral de fármacos, la posible eliminación presistémica de estos por regurgitación de egagrópilas, siendo conveniente evitarlo administrando en numerosas ocasiones papillas mediante sondaje esofágico (Rodríguez Fernández, Waxma Dova y Lucas Burneo, 2017).

#### *El aparato respiratorio de las aves*

Por otro lado, los órganos **respiratorios** son muy ligeros y competentes comparados con otros vertebrados ya que el sistema respiratorio en aves es una estructura continua, en el que se llevan a cabo el intercambio gaseoso en los pulmones, tanto en inspiración como espiración gracias al sistema de ocho sacos aéreos (clavicular, cervical, dos torácicos craneales, dos torácicos caudales y dos abdominales) que acumulan el aire (Roca, 2007).



Además, la respiración es un proceso activo y el hecho de no tener diafragma hace que sea posible que se dé con mayor facilidad una depresión respiratoria e hipoxia cerebral en posiciones muy prolongadas de decúbito supino (Crosta, 2021).

#### *El aparato excretor de las aves*

También cuentan con un sistema de reciclaje o absorción del agua muy eficaz, que les permite recorrer grandes distancias volando sin necesidad de beber agua, esto es gracias a que los tóxicos resultantes del metabolismo celular son filtrados por los **riñones** produciendo mayoritariamente ácido úrico y agua, la cual, al ser mayormente reabsorbida en el recto, produce una orina semisólida que constituye la capa blanca que aparece junto con las heces de las aves (König, Korbelt y Liebich, 2016). Si observamos heces en la zona de la cloaca es posible que el animal tenga diarrea y una deshidratación muy grave o que no apoye correctamente alguna extremidad (es el caso de ciertos problemas a nivel neurológico o pododermatitis en rapaces) (Rodríguez Fernández, Waxma Dova y Lucas Burneo, 2017) .

La adaptación para poder volar basada en la reducción del peso mencionada anteriormente está relacionada también la ausencia de vejiga de orina, al igual que el único desarrollo del ovario y oviducto izquierdo en las hembras de la mayoría de las especies aviares. Aunque también cabe resaltar que las **gónadas** tanto de hembras como de machos aumentan su tamaño sustancialmente durante las épocas de reproducción (O'Malley *et al.*, 2008).

#### *El sistema cardiocirculatorio de las aves*

Por el contrario, el **sistema cardiovascular** aunque similar al de los mamíferos tiene diferencias en el tamaño del corazón (dicho órgano es el mayor que poseen, en el caso del colibrí representa un 2,5% de su peso corporal) y la morfología eritrocitaria, ya que estas células son nucleadas y muy numerosas (hematocrito entre valores del 45-55%), además, otra diferencia es que la presión sanguínea y frecuencia cardíaca son muy elevadas (la presión arterial media puede estar entre 108-250 mmHg, y la frecuencia cardíaca puede alcanzar los 1000 lpm, en el caso del colibrí) (König, Korbelt y Liebich, 2016). Esto hace posible que se puedan producir taquicardias ligadas a un mal manejo que tengan como consecuencia complicaciones a nivel cardiovascular o incluso, hemorragias perivasculares debidas a la fragilidad de sus vasos, ya que las aves presentan un menor coeficiente de elasticidad y una pared vascular muy delgada (Scaney y Dridi, 2022).

### *El sistema nervioso de las aves*

Relativo al sistema nervioso, el **cerebro** de las aves es 20 veces más grande que el de los reptiles, estando los **órganos de los sentidos** altamente desarrollados, especialmente los oídos y los ojos (a excepción del kiwi). Los ojos presentan en la retina una gran cantidad de fotorreceptores con lo que es coherente afirmar que tienen una percepción muy buena de los colores de su entorno (especialmente amarillo y verde). Así mismo, su capacidad por percibir luz en el espectro ultravioleta juega un papel importante a la hora de reconocer a sus presas e incluso a sus propios huevos, ya que la luz no refleja de la misma forma en huevos de cáscara brillante o mate (König, Korbelt y Liebich, 2016).

Además, los ojos se posicionan en algunas aves lateralmente lo que les permite junto con el movimiento de la cabeza (en rapaces nocturnas de hasta 170°), tener un amplio campo de visión (Scanes y Dridi, 2022). En el caso de las rapaces nocturnas, la disposición cambia a frontal permitiéndoles tener un campo de visión binocular de unos 60-70°. Sin embargo, el olfato y el gusto son bastante limitados en las aves (a excepción, por ejemplo, de patos, gansos o el kiwi) (Scanes y Dridi, 2022). Todo ello, es importante tenerlo en cuenta tanto en el manejo (reducimos el estrés reduciendo la visión y los ruidos fuertes alrededor de nuestro paciente o evitando ciertos colores en las instalaciones y/o material médico), en la exploración física (que incluirá siempre la exploración ocular) como en nuestro criterio de liberación (un ave migratoria sin capacidad de visión o de orientación no se considera apta para la puesta en libertad) (Graham y Heatley, 2007).

### *El sistema tegumentario de las aves*

La **piel** que poseen es muy fina, transparente y poco elástica con poco riego sanguíneo e inervación lo que supondrá menor riesgo de hemorragias, pero genera cierto riesgo a la hora de suturar, siendo común los desgarros e infecciones en heridas suturadas por primera intención (O'Mallet *et al.*, 2008; Samour, 2010). En general, carecen de glándulas sebáceas y sudoríparas a excepción de las glándulas sebáceas del oído y la glándula uropígea, la cual está situada en la zona dorsal a la base de la cola y segrega una sustancia oleosa rica en aceites y ácidos grasos que favorece la impermeabilización de las plumas y es aplicada por las aves en el momento de acicalarse, por ello, la aplicación tópica de ciertos productos está desaconsejada en la mayoría de las especies ya que pueden ser ingeridos y dejar de ser eficaces (Rodríguez Fernández, Waxma Dova y Lucas Burneo, 2017).

Referido al **plumaje**, el buen estado de este es vital para que el animal pueda desplazarse, alimentarse o realizar cortejos, siendo el cambio de pluma gradual en muchas aves (una vez al año en rapaces o aves de presa). Por ello, durante el manejo y rehabilitación del ejemplar, hay que tener cuidado con: las plumas en crecimiento (ya que una rotura en esta fase puede suponer un daño del folículo de por vida), las pérdidas de plumas autoinducidas por estrés y, por último, con el crecimiento de plumas de baja calidad (que suponen presencia de barras de interrupción del crecimiento o barras de estrés, generalmente asociadas a una dieta de bajo valor calórico y nutricional). Para evitar estos fenómenos, hay que seleccionar la dieta, las instalaciones y el equipo de inmovilización (toalla, bolsa de tela, caperuza, sedación, etc.) más adecuado en función del ejemplar (Samour, 2010).

### 3. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

Las aves silvestres son hoy en día, una de las especies más amenazadas por los cambios que se están dando a nivel global con implicación directa sobre la destrucción y fragmentación de su hábitat. Según el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, dichas causas son: contaminación (urbana, industrial, basuras), alteración de los ecosistemas (extracción agua, incendios, degradación hábitat), prácticas agropecuarias intensivas o desarrollo urbanístico (electrocución, colisión, atropellos) (Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico y SEOBirdLife, 2021).

Debido a la gran diversidad de avifauna existente en España, se aprobó en el Real Decreto 556/2011 elaborar cada cinco años simultáneamente un Libro Rojo de las Aves, donde se recogen las especies que están incluidas dentro de alguna categoría de amenaza y una Lista Roja de las aves, donde se asigna a cada especie una de las nueve categorías de conservación que establece la Unión Internacional de la Conservación de la Naturaleza (UICN, por sus siglas en inglés). De esta manera, de los 359 taxones incluidos en la Lista Roja, el 42,5% de las especies están amenazadas, de las cuales: 51 (14,2%) especies están cercanas a la amenaza (NT), 90 (25,1%) están amenazadas (CR, EN y VU) y 12 (3,3%) están en extinción (EX, RE). Siendo 49 especies (13,6%) de las que no se tiene información acerca de sus poblaciones.

No obstante, para prevenir este decremento de especies se han ido poniendo en marcha diversas ayudas y proyectos que apoyan la labor de los Centros de recuperación de Fauna Salvaje y de los veterinarios dedicados a ello. El éxito de los centros en la puesta en libertad del mayor número de especies posible está directamente relacionada al desarrollo de buenos protocolos de atención y patologías frecuentes asociadas a especies aviarias, que representan un 90% del total de ingresos en los centros (GREFA, 2019).

Es imprescindible la atención veterinaria de estas especies tanto por su importancia medioambiental como por ser bioindicadores de diversos riesgos ambientales y control en la aparición de enfermedades infecciosas emergentes (influenza, encefalitis del Nilo occidental, tuberculosis, campylobacteriosis, enfermedad de Lyme, salmonelosis, clamidiosis) (Sleeman, 2008).

Los objetivos específicos de este trabajo de fin de grado de Veterinaria son:

- Estudiar la importancia de las aves en el contexto de emergencia climática y onehealth
- Evaluar las causas más frecuentes de ingreso y el tiempo de permanencia de las aves silvestres en el centro de recuperación en estudio
- Mostrar la importancia de los protocolos de atención clínica en aves silvestres autóctonas de manera práctica en función de los casos clínicos tratados durante la estancia en prácticas
- Analizar las posibilidades terapéuticas actuales para las principales causas de ingreso en un centro de recuperación de aves silvestres

#### 4. METODOLOGÍA

En parte, este trabajo se ha podido realizar gracias a la estancia que realicé durante un mes como residente en el Hospital Clínico de Recuperación de Fauna silvestre autóctona en Madrid, donde desarrollé también mis prácticas externas de la carrera. Mi trabajo práctico consistió en realizar un rotatorio en tres departamentos: clínica, necropsias y laboratorio, donde con ayuda de los veterinarios del centro, pude recopilar mucha información sobre aquellos casos que yo misma traté y otros que me resultaron interesantes desde el punto de vista clínico.

La revisión bibliográfica se realizó a partir de varias fuentes de información, especialmente libros de la biblioteca de la Facultad de Veterinaria de Zaragoza y trabajos publicados en webs oficiales y buscadores de referencia (Pubmed, Web of Science, Scopus, Alcorze o Google académico) que más se ajustaban a mis objetivos.

Por otra parte, gracias a los datos históricos cedidos por el centro anteriormente citado y a mi propia experiencia durante las prácticas, pude realizar un estudio estadístico descriptivo en el que se muestran aquellos casos clínicos estudiados durante mi estancia y aquellos casos que son más frecuentes o patologías con especial importancia en el ámbito de la medicina veterinaria silvestre aplicada a las aves.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1. IMPORTANCIA DE LAS AVES COMO BIOINDICADOR EN EL CONTEXTO EMERGENCIA CLIMÁTICA Y ONEHEALTH

El índice de calidad de vida va incluyendo cada vez más aspectos culturales, biológicos y ambientales. Y en ellos, las aves son un verdadero termómetro para medir la calidad de los ecosistemas, del medio ambiente y, en definitiva, de la calidad de vida.

De hecho, la oficina estadística europea Eurostat (Eurostat, 2022) incluye el seguimiento cuantitativo de las poblaciones de aves entre los índices “Índice de Aves Comunes” o “Common Bird Index” más importantes para evaluar la sostenibilidad y el bienestar social junto con otros como el nivel de empleo, el consumo de energía o la esperanza de vida. Las aves parecen ser muy susceptibles a los cambios que se producen en su entorno, de hecho, por la pérdida y fragmentación del hábitat se ha observado un decremento de las especies de aves a nivel mundial, no solo en especies amenazadas sino también en aquellas que son comunes o tienen una distribución amplia (IUCN, 2022). También otros parámetros relacionados con el cambio climático pueden detectarse investigando las tendencias de ciertas aves con relación a algunos parámetros biológicos, de distribución y reproductores, especialmente en aves migratorias.

En estas últimas, por un aumento de la temperaturas en otoño (y reducción de la estacionalidad) muchas aves retrasaron la fecha media de paso de migración y cría en primavera, que como sugiere el modelo “Shifting Home” (Jaffré *et al.*, 2013), es posible que, a la larga, ciertas aves migratorias puedan llegar migrar a zonas más cercanas del lugar de reproducción o incluso convertirse en residentes de dicho lugar, pudiendo suponer una alteración en el ecosistema y en el suministro de servicios ecosistémicos ofrecidos (Pulido y Berthold, 2010).

Por otro lado, se han realizado estudios donde se han empleado a gorriones comunes (*Passer domesticus* L.) como bioindicadores de la calidad del aire (Herrera-Dueñas *et al.*, 2017). Mediante análisis de sangre se ha podido evaluar la interacción entre los organismos vivos y los contaminantes ambientales, evaluando así las posibles consecuencias fisiológicas que estos suponen.

En especial, se detectó una pérdida del poder antioxidante de las células sanguíneas del gorrión (reducción de la actividad de la enzima superóxido dismutasa SOD, catalasa y glutatión peroxidasa) pudiéndose emplear en un futuro, la determinación del estrés oxidativo de las aves, como herramienta para medir el estándar de calidad del aire en las ciudades (Herrera-Dueñas *et al.*, 2017).

Así mismo, las aves de presa o rapaces (Falconiformes, Strigiformes o Accipitriformes) cumplen un papel imprescindible como bioindicadores en el estudio de contaminantes ambientales (Figura 3). La razón de ello es que al ser ejemplares longevos y ocupar las posiciones más altas en la cadena trófica alimentaria bioacumulan mayor concentración de metales tóxicos (mercurio y plomo), químicos PBT u contaminantes orgánicos persistentes (COP) que otras especies de aves (Kovács, Mammen y Wernham, 2008). Generalmente mediante métodos en los que se emplea sangre, plumas, huevos o aceite las glándulas uropigiales se muestrea la cantidad de COP entre los que son más comunes los plaguicidas organoclorados (OCP) (Ibáñez-Pernía *et al.*, 2022), rodenticidas de segunda generación (SGARS: *Second-Generation Anticoagulant Rodenticides*) (Oliva-Vidal *et al.*, 2022), bifenilos policlorados (PCB) y éteres de polibromodifenilos (PBDEs) (Blanco *et al.*, 2018).

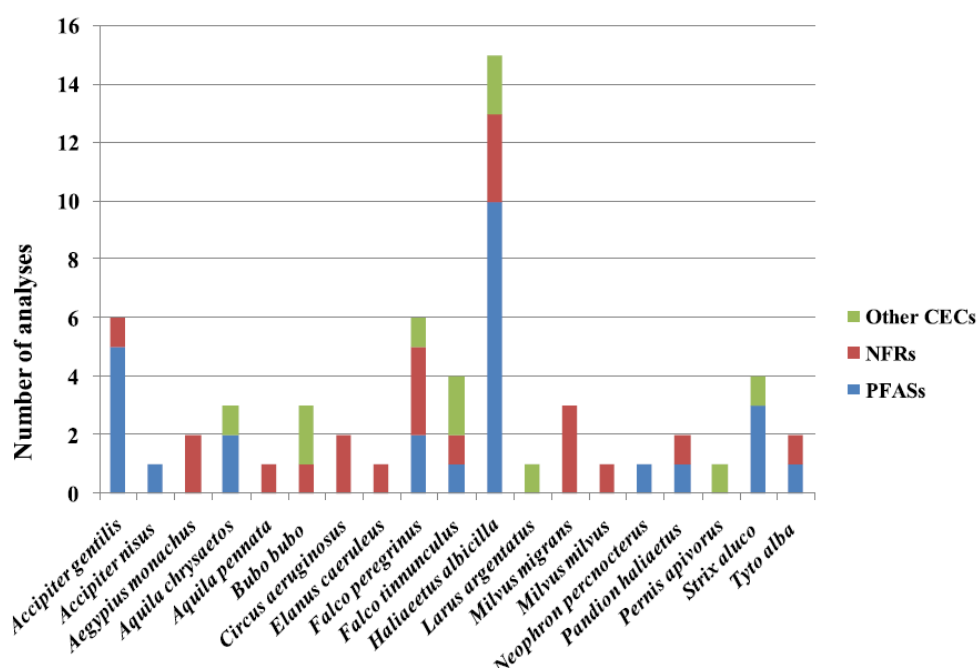


Figura 3. Número de estudios sobre sustancias perfluoroalquiladas y polifluoroalquiladas (PFASs), retardantes de llama (NFRs) y otros contaminantes emergentes (CECs) en diferentes especies de rapaces en Europa (2002-2020) (González-Rubio *et al.*, 2021).

Además de todos estos, la investigación sobre los contaminantes de preocupación emergente (CE) en aves rapaces está cobrando importancia, especialmente en Europa, donde se está trabajando en su estudio desde los grupos de Biomonitorización de rapaces europeo (ERBFacility, COST Action CA16224) y LIFE APEX. La mayoría de los estudios se centran sobre los PFAS (sustancias perfluoroalquiladas y polifluoroalquiladas) y NFR, existiendo menos trabajos sobre otros CE como: neonicotinoides, parabenos o filtros UV (González-Rubio *et al.*, 2021).

Los PFAS, sustancias químicas empleadas desde la década de los 40 en muchos envases, repelentes de manchas y utensilios de cocina, han demostrado ser muy persistentes en el medio, encontrándose en todas las muestras recogidas excepto en el riñón y en la sangre, estando en una mayor cantidad en huevos, otros (aceite glándula uropígea y tejido adiposo) y en hígado (Figura 4). Dentro de este grupo existen dos contaminantes predominantes en aumento durante estos años, que son los PFOS (sulfonato de perfluorooctano) y PFCA (ácido perfluorocarboxílico) de cadena larga, los cuales parece que se acumulan en mayor medida en tejidos ricos en lípidos (incluidos los huevos). Según se demostró la mayoría de PFAS mostraron un aumento general de sus concentraciones (en PFCA de cadena larga hasta incrementos anuales del 5,6%) (Vorkamp *et al.*, 2019).

Como se muestra, otros de los contaminantes que aparecen con mayor frecuencia en huevos y plumas son los retardantes de llama NFRs (Figura 4), empleados como una alternativa a retardantes de llama heredados PBDE o hexabromociclododecanos HBCD que fueron eliminados en 2009 en el Convenio de Estocolmo (United Nations Environment Programme (UNEP), 2009). Así mismo, los bisfenoles A (BPA), originados durante la fabricación de plástico, son otros de los CE prohibidos desde 2011 en la Unión Europea (Comission Regulation (EU), 2011) de los que han ido apareciendo otros análogos BP que han ido siendo muestreados en aves silvestres, especialmente en hígado y músculo (Figura 4).

Por otro lado, otras clases de contaminantes menos estudiadas como los empleados en algunos productos de cosmética, son los llamados filtros UV que están presentes mayoritariamente en huevos, músculo e hígado (Figura 4). Entre ellos lo más encontrados son las benzofenonas (BzP), de las que fueron restringidas en Europa desde 2017 las de tipo BzP-3 (Comission Regulation (EU), 2017). Además de estos, los neonicotinoides son otro de los grupos que han sido muy poco investigados en aves (solo seis estudios), aun siendo regulados algunos por la Comisión Europea (Comission Implementing Regulation (EU), 2018).

De ellos, se han encontrado concentraciones relativamente bajas de  $3,3 \text{ ng mL}^{-1}$  en sangre de búhos reales (*Bubón bubón*), posiblemente relacionado a que dichas aves rapaces no son insectívoras por lo que están menos expuestas a presentar bioacumulación de estos compuestos (Li, Miao y Khanna, 2020).

Otros grupos como los de parafinas cloradas (CP) (químicos industriales empleados para corte de metales, plastificantes y selladores) o parabenos (sustancias empleadas como conservantes) requieren de más estudio, aunque algunas ya se han encontrado en grandes cantidades en músculo y huevos (González-Rubio *et al.*, 2021).

En suma, el objetivo de todos los proyectos antes citados es recoger datos válidos que sean útiles a la hora de elaborar directivas o reglamentos, ya que como se ha observado muchos de los nuevos CE, no están incluidos actualmente en los programas rutinarios de monitorización y se desconocen sus efectos ecotóxicos. No obstante, hay más de 700 CE identificados en el agua (NORMAN, 2016) como las parafinas cloradas y parabenos, retardantes de llama (NFR), sustancias de perfluoroalquilo (PFAS). Por ello, resulta imprescindible mejorar la eficacia de evaluación de riesgos y regulación de estos contaminantes en fauna salvaje para reducir los riesgos químicos para el medio ambiente y, por consiguiente, para la salud humana (González-Rubio *et al.*, 2021).

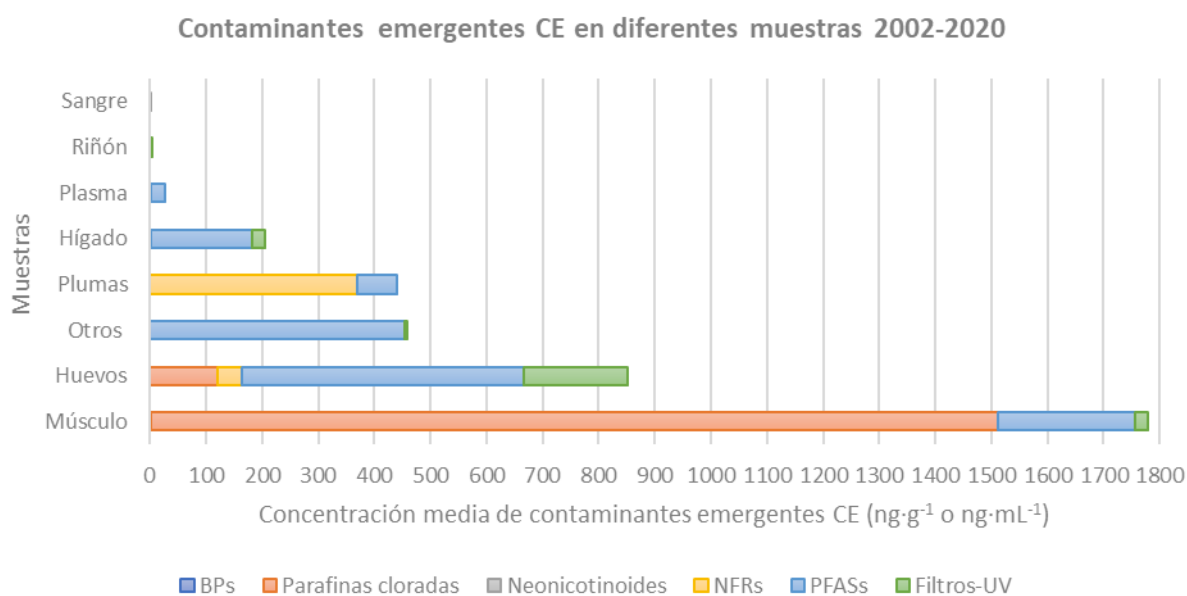


Figura 4. Concentraciones medias de contaminantes emergentes CE ( $\text{ng} \cdot \text{g}^{-1}$  o  $\text{ng} \cdot \text{mL}^{-1}$ ) en las diferentes muestras de rapaces encontradas desde 2002-2020. Adaptada de (González-Rubio *et al.*, 2021).



## 5.2. ESTUDIO DESCRIPTIVO DE LOS ANIMALES INGRESADOS

### 5.2.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS EJEMPLARES INGRESADOS

Durante mi estancia, los veterinarios del centro me cedieron los datos brutos de todas las especies ingresadas en el centro de los últimos 6 años, lo que equivale a un total de 11 688 fichas de registros (en las que aparecían la fecha de ingreso, nombre científico de la especie, causa de ingreso, edad, sexo, duración, la resolución, etc.). Tuve que seleccionar aquellos registros únicamente de aves que ascendían a un total de 10 148 para poder representar toda la información de manera gráfica en este estudio descriptivo.

El número de entradas anuales se ha ido modificando los últimos años, de manera que, de un total de 4000 animales que se recogían en 2014 se ha incrementado hasta más de 6000 animales en el 2021. De estos totales, en el último año de estudio, un 90% representa al grupo zoológico de las aves frente al 6%, 3% y 1% que representan mamíferos, reptiles y anfibios respectivamente (Figura 5). Si nos centramos en los últimos seis años (de 2016 a 2021) la media anual de ingresos se encuentra en 1680 ejemplares (Figura 6). Además, se observan dos máximos en el número de ingresos con 1800 y 2255 aves en los años 2019 y 2021 respectivamente. Dicho, incremento puede ser debido al aumento de actividades al aire libre que se empezaron a realizar a partir de la pandemia COVID-19 uniéndose también a una mayor implicación y perfeccionamiento de los equipos de recogida y rescate de animales que se pusieron en marcha (GREFA, 2019).

Ingresos por grupo zoológico en el último año 2021

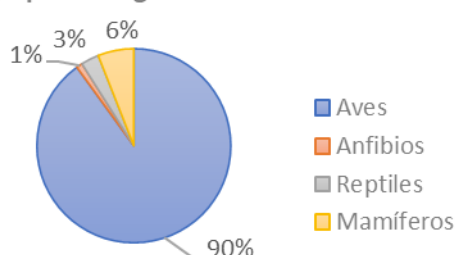


Figura 5. Número de ingresos en porcentaje de los ejemplares por grupo zoológico ingresados en GREFA en el último año de estudio 2021. Gráfica elaborada a partir de los datos recogidos y cedidos por los veterinarios del centro GREFA.

No obstante, respecto a la cantidad de machos y hembras ingresadas hay una gran similitud y no se encuentran grandes alteraciones a lo largo de los años, aunque también hay que tener en cuenta que salvo los ejemplares con dimorfismo sexual conocer el sexo de las aves es complejo y requiere de técnicas específicas (König, Korbel y Liebich, 2016).

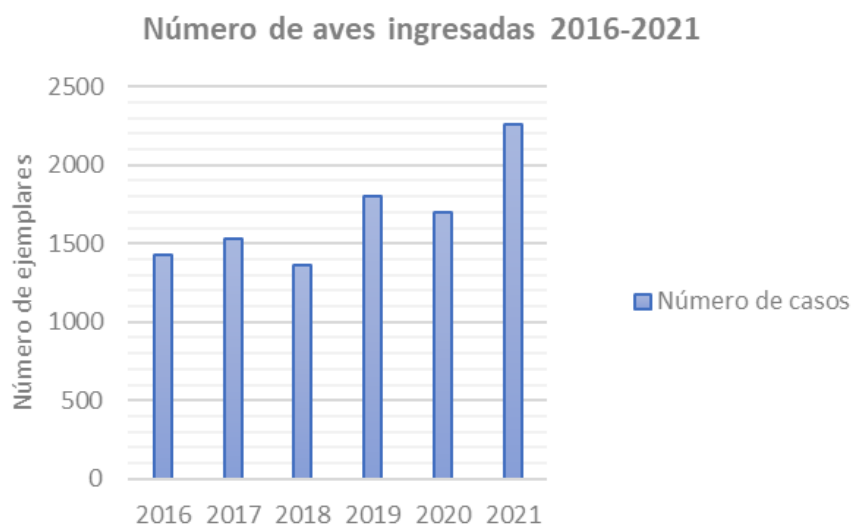


Figura 6. Número de aves ingresadas entre 2016-2021. Gráfica elaborada a partir de los datos recogidos y cedidos por los veterinarios del centro GREFA.

Por otro lado, teniendo en cuenta el total de aves (Figura 7), las especies que ingresan con mayor frecuencia al centro son las especies pertenecientes a la orden de las Passeriformes (Urracas, Mirlo común, Verderón), incluso comparándose con otras tan conocidas como la de las Stringiformes (Búho real, Cárabo común, Mochuelo, Autillo), Falconiformes (Cernícalo vulgar y primilla, halcón peregrino) y Accipitriformes (Milano real y negro, Buitre negro y leonado, águilas), que son órdenes donde se incluyen aves con especial interés clínico como son rapaces nocturnas y diurnas.

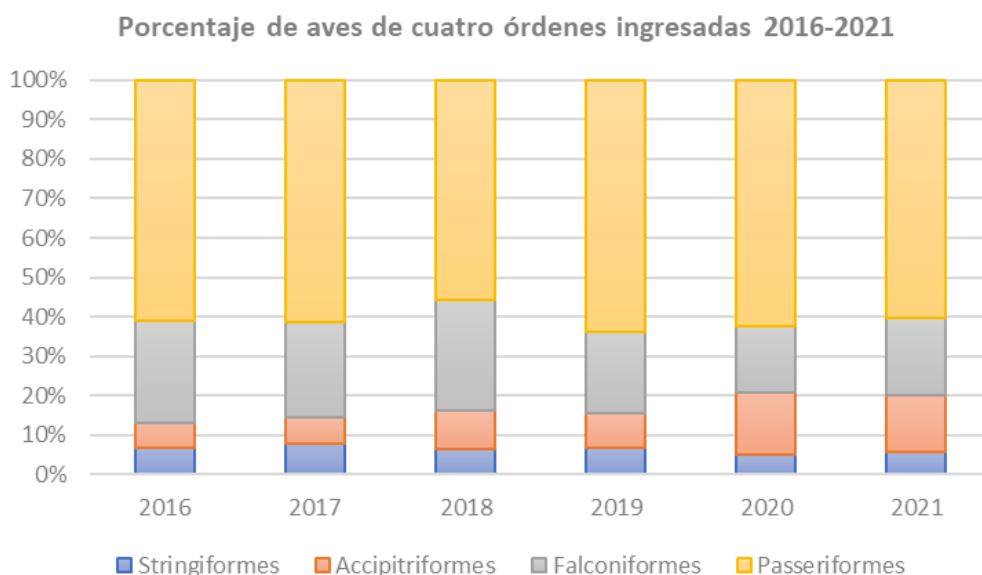


Figura 7. Comparativa del tanto por ciento de ejemplares ingresados por los órdenes de aves más frecuentes (Stringiforme, Accipitriforme, Falconiforme y Passeriforme) respecto al total de aves de 2016-2021. Gráfica elaborada a partir de los datos recogidos y cedidos por los veterinarios del centro GREFA.

Generalmente las aves presentan diversos motivos de ingreso que van variando a lo largo de las estaciones (Figura 8), coincidiendo el mayor número de casos en época de cría y migración en primavera-verano con más de 8000 ejemplares totales (de los que más de 4000 ingresan por caída del nido), descendiendo el número de ingresados hasta alcanzar un mínimo en invierno de 3000 aves en total (donde la mayor causa de ingreso es la traumática con más de 2000 casos).

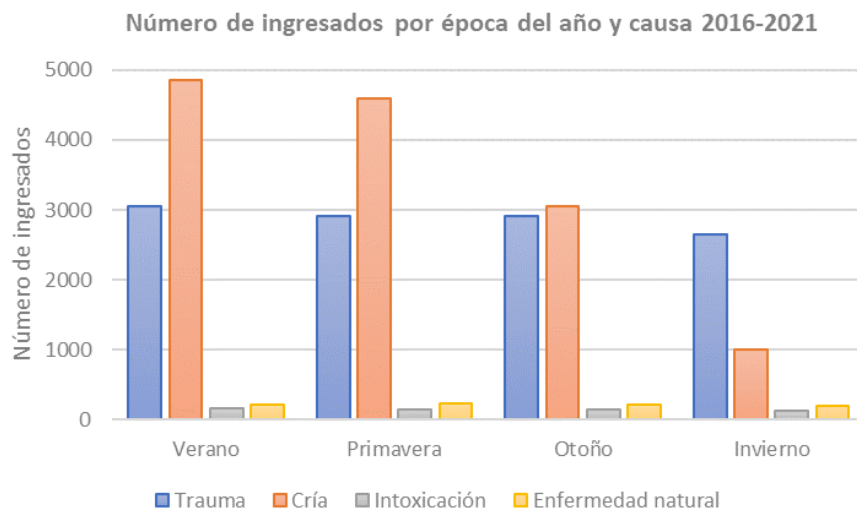


Figura 8. Causas más frecuentes de ingreso de aves por estación de 2016-2021. Gráfica elaborada a partir de los datos recogidos y cedidos por los veterinarios del centro GREFA.

### 5.2.2. MOTIVO DEL INGRESO, TIEMPO DE ESTANCIA EN EL CENTRO Y SU RESOLUCIÓN

Investigar el motivo de ingreso es realmente importante ya que algunas causas de ingreso suelen ser derivadas de una acción o motivo humano como es la presencia de infraestructuras urbanas (cristales, vallas o muros) que favorecen la colisión de las aves, así como otros de importancia como son la ingestión de venenos/tóxicos, el atropello o el disparo (Figura 9).

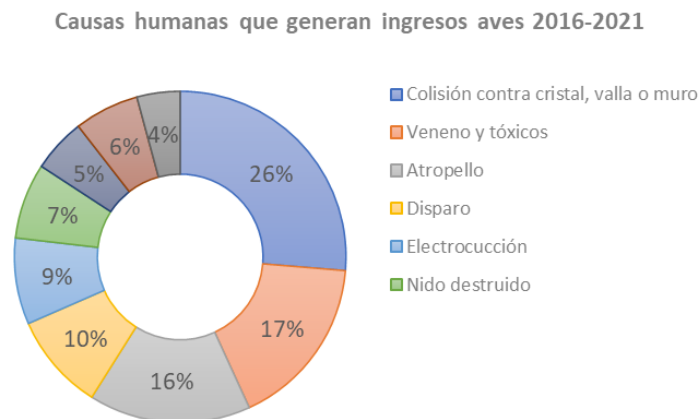


Figura 9. Causas humanas más frecuentes que generan el ingreso de aves silvestres en el centro de 2016-2021. Gráfica elaborada a partir de los datos recogidos y cedidos por los veterinarios del centro GREFA.

A nivel clínico, muchas de estas razones de ingreso como las colisiones, los disparos, los atropellos o las electrocuciones se traducen en una lesión traumática que habrá que intentar diagnosticar y tratar. El motivo de causa de ingreso también depende de la edad del animal, ganando protagonismo entre los animales de menor edad (cría, pollo y volantón) los traumatismos asociados mayoritariamente a caída del nido accidental o bien por destrucción de este, mientras que las intoxicaciones afectan en mayor medida a jóvenes, subadultos y adultos (Figura 10).



Figura 10. Porcentajes de las causas de ingreso más frecuentes que se han dado durante 2016-2021 (izquierda). Causa de ingreso por edad durante 2016-2021 (derecha). Gráfica elaborada a partir de los datos recogidos y cedidos por los veterinarios del centro GREFA.

Las causas de ingreso se dividen en ocho categorías, como se muestra en la figura 11. Según los datos aportados por el Centro, el tiempo de permanencia medio es de 2 meses. No obstante, este está directamente relacionado con la causa de ingreso (Figura 11). De esta manera, las categorías de “otros” (que engloba otras causas como son la ingestión de cuerpos extraños o la malnutrición), “nacido en cautividad” o “enfermedad natural” requieren de hasta 5 meses de resolución del caso (Figura 11).

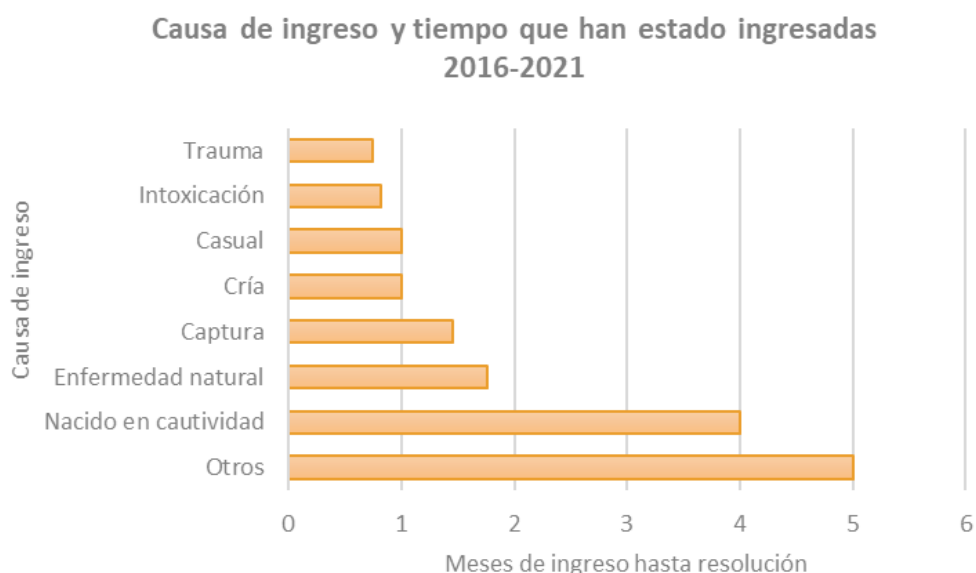


Figura 11. Tiempo medio en meses por causa de ingreso en aves que se requiere para dar como resuelto el caso de 2016-2021. Gráfica elaborada a partir de los datos recogidos y cedidos por los veterinarios del centro GREFA.

Esto es posible que se produzca ya que existen enfermedades naturales muy comunes en aves, como la aspergilosis de curso crónico cuya resolución es compleja (Samour, 2010). Por el contrario, los ejemplares que han sufrido problemas traumatológicos o de intoxicación, al ser procesos agudos y tratados de máxima urgencia, la media para su resolución se encuentra alrededor del mes (Figura 11).

Por otro lado, las resoluciones se tratan mayoritariamente de liberaciones (43,84%) y bajas (36,19%), representando la eutanasia (17,92%), los traslados (1,30%) y los animales irrecuperables (0,75%), el menor porcentaje. Teniendo en cuenta la causa de ingreso, se observa que, en casos de traumatología, aunque mayoritariamente terminan siendo bajas o eutanasias, existe un gran número de liberaciones (28%), mientras que, en el caso de las intoxicaciones, el número de resoluciones en bajas (42%) y liberaciones (39%) son prácticamente similares.

Además, de los casos evaluados anteriormente que suponen un mayor tiempo para su recuperación (nacido en cautividad, enfermedad natural y otros), la mayoría de las resoluciones son liberaciones (Figura 12).

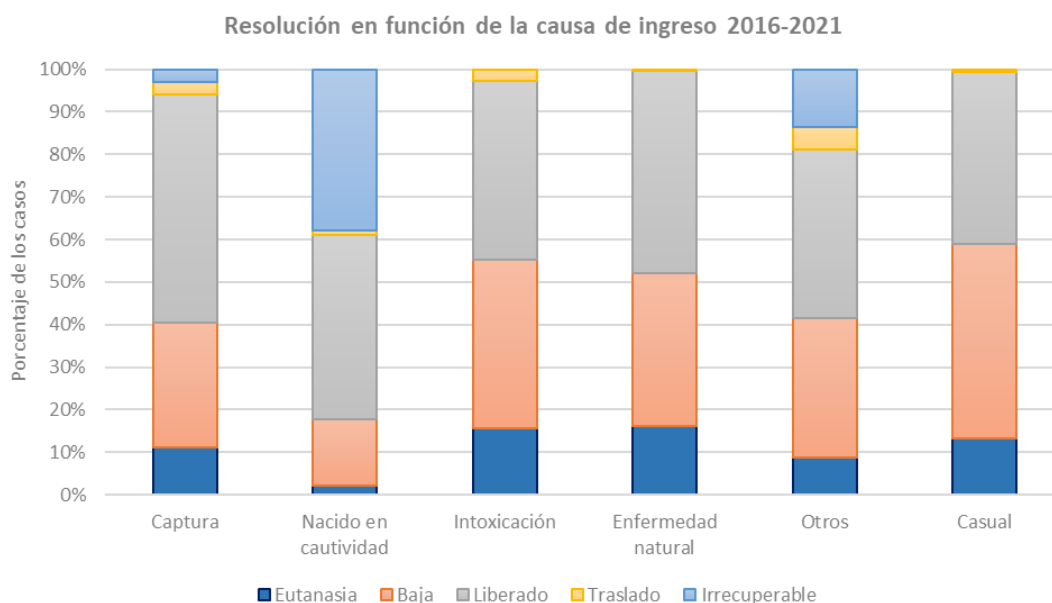


Figura 12. Resolución en función de la causa de ingreso 2016-2021. Gráfica elaborada a partir de los datos recogidos y cedidos por los veterinarios del centro GREFA.

### 5.3. PROTOCOLO BÁSICO DE ATENCIÓN CLÍNICA EN AVES

Generalmente, los animales que llegan al centro son salvajes autóctonos en peligro crítico (CR), en peligro (EN), vulnerable (VU) y casi amenazado (NT) según la lista de la IUCN (IUCN, 2022), que son recogidos por agentes medioambientales o traídos directamente por particulares. Es en administración donde se les abre una ficha de admisión en la que aparecen todos los datos que resultan imprescindibles tanto para conocer mejor el origen del animal como para tener una mejor aproximación al estado de salud de nuestro paciente y, por tanto, al grado de urgencia con el que debe de ser atendido. Dicha ficha, se asemejaría a una primera anamnesis que se haría en clínica de pequeños animales. Tras estos primeros pasos, se lleva a cabo la exploración clínica, que es un procedimiento sistemático y ordenado que constituye una parte fundamental del diagnóstico. Realmente, comienza con una primera observación del ejemplar sin tocarlo para determinar cómo es su comportamiento o hacer una primera medición de su frecuencia respiratoria observando el balanceo de la cola (Figura 13).

Después, para favorecer el manejo se debe seleccionar un método eficaz de sujeción, empleando una toalla para recubrir al ave (generalmente para reducir el impacto que supone dicha inmovilización se emplean caperuzas en la cabeza, se reduce la luz, se trata al animal en

completo silencio), no obstante, en algunos casos es necesaria la sedación (inhalatoria con isoflurano). Posteriormente, se pesa al paciente en una báscula para más tarde, colocarse en la mesa de exploración y mientras una persona sujeta en todo momento al animal, otra explora al animal en menos de diez minutos, siguiendo el orden descrito a continuación (Samour, 2010):

- Quilla: se valora la condición corporal (caquexia, emaciación, normal, gordo u obeso) y estado de hidratación (escala en función de la pérdida de peso del ave, que se clasifica de 6 al 10%, correspondiendo 6% leve y 10% muy deshidratado). También se evalúa la presencia de fracturas o heridas.
- Extremidades anteriores y posteriores: deben flexionarse y extenderse todas las articulaciones, así como realizar movimiento de abducción y aducción para comprobar una buena movilidad y la presencia o ausencia de fracturas o heridas (Figura 13).
- Cabeza:
  - Ojos (Figura 13): comprobar la presencia del reflejo del tercer párpado, reflejos pupilares, ausencia de heridas/lesiones evidentes o secreciones, existencia de simetría entre ambos ojos (verificar presencia de inflamaciones, hundimiento del globo ocular, etc.). Si hay posibilidad se puede evaluar mediante un oftalmoscopio la cámara anterior y posterior, el cristalino y la retina.
  - Boca: color de las mucosas, presencia de hilos de baba que indiquen deshidratación, ausencia de placas o cuerpos extraños. Vigilar también el pico y las narinas por si existen lesiones, alteraciones en tamaño/aspecto, así como presencia o ausencia de exudados
  - Oídos: presencia o ausencia de parásitos, sangre u otras secreciones.
  - La obtención de datos fisiológicos como la frecuencia respiratoria y la frecuencia cardiaca en pacientes aviaros cobra mayor importancia cuando se encuentran bajo anestesia o sedación. La temperatura cloacal será esencial tomarla cuando las temperaturas son frías o en el caso de crías, pobre condición corporal, deshidratación grave, traumatismos craneoencefálicos o animales que ingresan mojados.
  - Plumas: el aspecto de las plumas y el patrón de muda pueden ser indicadores importantes del estado de salud

- En el caso de animales que no se mantienen en pie, deberá examinarse también la espalda del animal en busca de hematomas o heridas.

En los casos necesarios, este examen se completa con la recogida de pruebas que serán procesadas por el laboratorio para la realización de hematología, bioquímica, microbiología, parasitología, etc.



Figura 13. Examen visual de un Azor (*Accipiter gentilis*) con falta de apoyo pata izquierda (izquierda) y examen oftalmológico de un Búho real (*Bubo bubo*) (derecha). Fotografías realizadas durante la estancia en el centro GREFA.

Tras haber realizado la primera exploración del animal muchos de ellos requieren una actuación clínica rápida como es la de la aplicación de oxigenoterapia y la fluidoterapia. Generalmente los mililitros que se aplican se calculan multiplicando el grado de deshidratación estimada (%) por el peso corporal (g), administrándose el valor resultante de manera subcutánea en el patagio (cuando la deshidratación es leve,  $\leq 6\%$ ) o pliegue inguinal, intravenosa o mediante una cánula intraósea (cuando hay presencia de shock o deshidratación grave  $\geq 10\%$ ) (H.Olsen, G y E.Orosz, 2000). Los animales que ya son adultos y requieren de tratamiento ingresan en el hospital instalándose, en función de si su estado es muy grave (MG) o leve (L), en unidades de cuidados intensivos UCI o en mudas de observación con acceso al exterior respectivamente, que les permiten ejercitar mejor los músculos para, finalmente, terminar su rehabilitación y poner en libertad.

Dicha rehabilitación, no se podría llevar a cabo sin la existencia de protocolos estandarizados en función de cada caso clínico, porque además, hay que tener en cuenta que, la mayoría los casos recibidos en un hospital de fauna salvaje (ya sea por particulares, agentes para la protección de la naturaleza o agentes del seprona) se consideran como un caso de atención urgente independientemente de lo graves que estén, dado que las aves por su rápido metabolismo, mecanismos de termorregulación poco eficaces, alta frecuencia cardiaca y gran



estresabilidad, pueden fácilmente revertir en casos sin resolución médica, aun teniendo en primera instancia un pronóstico leve (H.Olsen, G y E.Orosz, 2000) .

#### 5.4. DESARROLLO DE PROTOCOLOS ESPECÍFICOS PARA EL DIAGNÓSTICO Y EL TRATAMIENTO DE LAS CAUSAS DE INGRESO MÁS FRECUENTES

Como se ha estudiado anteriormente, las causas de ingreso más frecuentes son los traumatismos (por lesión ósea u ocular, disparo y electrocución), enfermedades naturales, además de intoxicaciones. A continuación, se presentarán casos clínicos reales que representan la casuística más frecuente en el Centro, para mostrar que, una vez aplicado un protocolo básico de atención común se pueden desarrollar otras actuaciones estandarizadas en función de la patología.

---

##### 5.4.1. PROTOCOLO TRAUMATOLÓGICO

Dos de los cuadros más comunes dentro de traumatología son aquellos animales que presentan fracturas y alteraciones a nivel oftalmológico (Seruca *et al.*, 2012). En el caso que presentamos a continuación, ingresó un búho real (*Bubo bubo*) que a la exploración mostraba fractura abierta completa trasversa del radio izquierdo y del cúbito y radio derechos (Figura 14), hematoma en la región abdominal derecha, lesión en el ojo derecho, junto con una deshidratación del 6%. En estos casos es importante realizar una evaluación radiográfica para conocer el alcance de las fracturas, así como la presencia de perdigones (Figura 16). Dicha presencia, se confirmó en este ejemplar, aunque no existió alteración sistémica alguna por ellos. De hecho, en función del compromiso que tengan los órganos por los perdigones podremos realizar o no el tratamiento quirúrgico para reducir las fracturas (Samour, 2010). Así mismo, es conveniente realizar un examen oftalmológico completo (Figura 15) donde se incluya la prueba de la fluoresceína (en el ojo derecho en este caso) para comprobar la existencia de úlceras (Seruca *et al.*, 2012).

De esta manera, se observó que el colorante hidrosoluble quedó retenido en el estroma hidrofílico por la presencia de una úlcera corneal superficial en el ojo derecho, mientras que en la ecografía ocular (Figura 15) de este mismo ojo se descubrió la existencia un desprendimiento de retina, que generalmente se asocia con el impacto del ave contra superficies planas (como cristales) (Seruca *et al.*, 2012). El tratamiento frente a ello es aplicar pomada ocular antibiótica (tobrex colirio), en el caso de existir blefaroespasma y/o epífora se recomendaría también añadir terapia sistémica con antiinflamatorio (meloxicam 1 mg/kg) y analgesia (bruprenorfina 0,1 mg/kg o tramadol 15 mg/kg) (Harrison y Lightfoot, 2006).

Por otro lado, los objetivos del tratamiento quirúrgico no son en muchos casos la reducción exacta y anatómica de los fragmentos óseos, sino que los objetivos son estabilizar la fractura de manera que favorezca el reparto de carga y, por tanto, se dé una óptima cicatrización (Roca, 2007).

Para ello, se emplean diversos dispositivos ortopédicos fundamentalmente en aves silvestres fijadores externos, agujas intramedulares (agujas de Kirschner o clavos Steinmann) y fijadores híbridos (*tie-in* o fijador externo-interno) que buscan neutralizar las fuerzas que se dan en el hueso (tensión, torsión, flexión y cizallamiento), así como no lesionar el resto de las partes adyacentes cuando el animal se mueva (Samour, 2010).

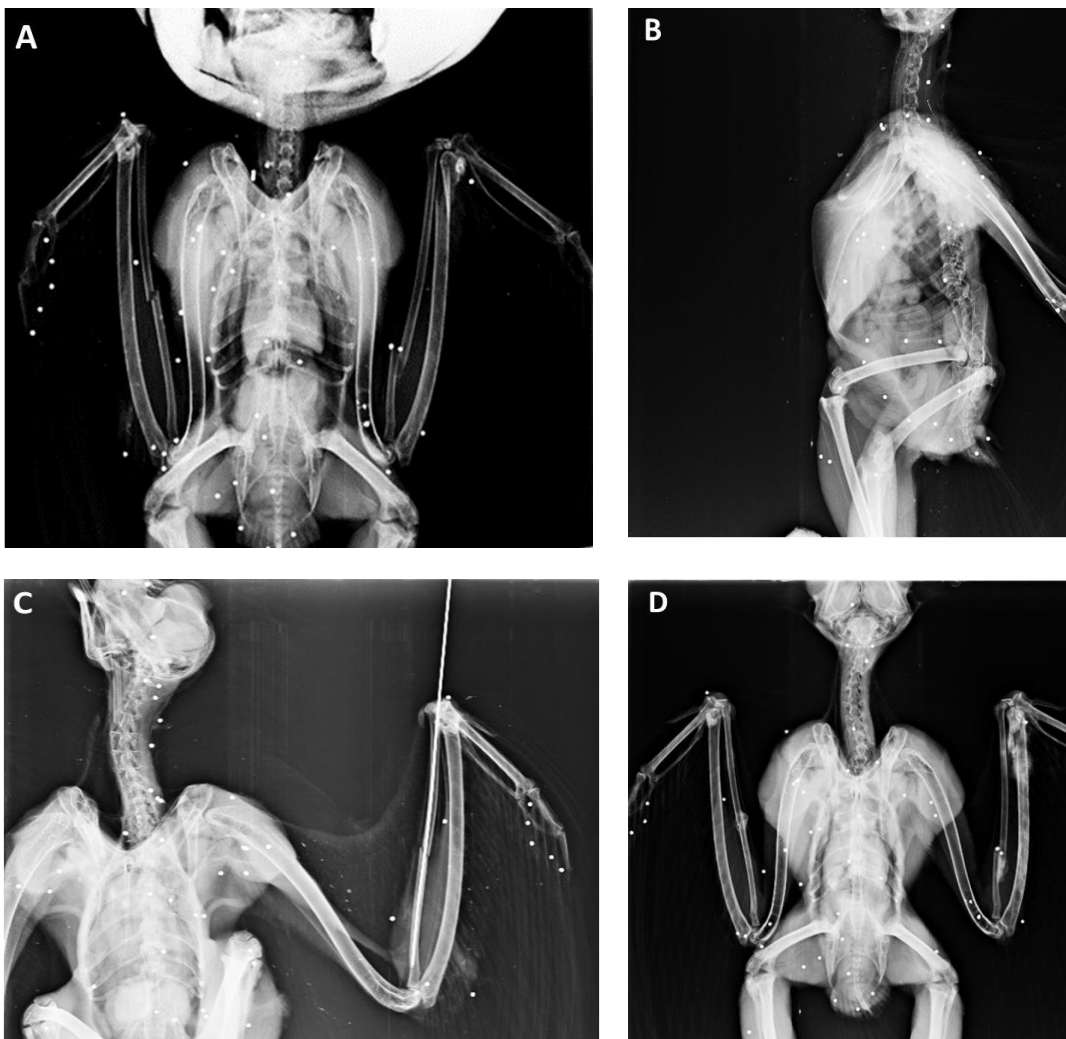


Figura 14. Radiografía VD fractura cúbito y radio derechos y radio izquierdo (A), radiografía LL no hay perdigones en tráquea ni corazón (B), radiografía VD tras cirugía de la aguja intraósea en radio izquierdo (C) y radiografía VD control evolución fractura ambas alas tras retirada de las agujas (D). Radiografías realizadas durante la estancia en el centro GREFA.

En este caso, se empleó enclavijamiento intramedular de cúbito derecho y radio izquierdo, además de coaptación en el radio derecho. El enclavijamiento es una técnica empleada cuando la fractura está localizada en los tres cuartos distales del hueso y se basa en la introducción de una aguja de manera normógrada por el extremo distal del hueso.

No obstante, hay una alta probabilidad de que se genere sinostosis (puente óseo entre radio y cúbito) ya que el radio tiene gran movilidad incluso si el cúbito está intacto (Roca, 2007). Por ello, en estos casos también podría emplearse un *tie-in* como fijador en el cúbito y para favorecer la estabilización del radio emplear una aguja intramedular que evite la formación de sinostosis. La aguja intramedular se dispone de manera normógrada para evitar lesión en la articulación en el extremo proximal justo distal al punto de inserción de anclaje del tendón tríceps mientras que la aguja en el radio se coloca de manera retrógrada saliendo por el carpo, finalmente en el punto de salida se dobla la aguja y se dispone una barra conectora fijándola con un acrílico reparador (Samour, 2010). Al terminar la operación, durante el postoperatorio se rehidrató al animal, y se hicieron curas en la zona de incisión aplicando clindamicina como tratamiento antibiótico (150 mg/kg vía oral) y ciprofloxacino (50 mg/kg vía oral), suero fisiológico y yodo, apósito Kendall e inmovilización de la extremidad izquierda mediante un vendaje en ocho para favorecer la osificación.



Figura 15. Prueba de fluoresceína positiva a úlcera corneal en ojo derecho (imagen izquierda) y ecografía ocular donde se observa desprendimiento de retina del ojo derecho en Búho real, "Bubo bubo". Fotografías realizadas durante la estancia en el centro GREFA.

De esta forma, transcurridos 40 días desde el ingreso, se realizó una radiografía de control para comprobar la osificación de la fractura, que, aunque evolucionó correctamente sí existió una leve sinostosis entre cúbito y radio izquierdo (Figura 14). Cinco días después el ejemplar fue trasladado de las instalaciones de UCI a las de rehabilitación para ganar musculatura para el vuelo.

Normalmente, durante el postoperatorio (Figura 16) es importante realizar radiografías control a los 10-14 días y 20-24 días tras la cirugía, ya que radiográficamente se apreciará presencia de complicaciones (como los secuestros óseos) a partir de los 21 días, en caso de no existir complicación grave toda fijación deberá eliminarse alrededor de los 42 días (H.Olsen, G y E.Orosz, 2000).



Figura 16. Protocolo específico trauma. Elaboración propia a partir de la información recopilada.

#### 5.4.2. PROTOCOLO ELECTROCUCIÓN

Las electrocuciones son de las primeras causas de origen humano que producen grandes daños en nuestras aves autóctonas, formando parte del grupo de causas de ingreso más frecuentes del centro. En esta parte de la exploración física general habría que analizar con mayor precisión si existe o no sensibilidad, riesgo sanguíneo o necrosis en las extremidades, esto último a partir de una fotografía termográfica.

Ponemos como ejemplo un caso real, en el que se recibió un cernícalo primilla (*Falco naumanni*) que presentaba necrosis de la zona carpometacarpiana izquierda y una deshidratación del 8%, además de emaciación. Una vez identificada la lesión (Figura 18) en la exploración clínica y posteriormente a través de una radiografía, se comenzó con una pauta de fluidoterapia al 8% de ringer lactato durante dos días, además de aplicar medicamentos que favorecieron el riego sanguíneo en áreas dañadas y tejidos colindantes para evitar su necrosis como son los vasodilatadores periféricos (Propentofilina 5 mg/kg vía oral al día), antiinflamatorios (meloxicam 1 mg/kg vía oral, cada 12 horas), analgésicos (buprenorfina 0,1 mg/kg intramuscular el primer día y tramadol 15 mg/kg vía oral los dos días siguientes) y antibióticos, estos últimos para prevenir infecciones provenientes de las heridas originadas por

las quemaduras que como se trataba de heridas abiertas es recomendable emplear ciprofloxacina (50 mg/kg vía oral) por ser una fluoroquinolona de amplio espectro eficaz frente a gram negativos aerobios junto con la clindamicina (150 mg/kg vía oral), bacteriostático eficaz frente a gram positivos aerobios, bacilos gram negativos aerobios y Mycoplasmas. Algo importante es que, ambos se administran vía oral junto con la comida, algo con lo que se evita daños en la musculatura pectoral e incrementos del estrés por manejo diario que supondría una administración intramuscular (Samour, 2010).

Además, se debe limpiar la herida, aplicar curas (generalmente con suero fisiológico y clorhexidina o F10 diluido) utilizando apósitos específicos que ayuden a mantener la humedad de las heridas (por ejemplo, apósitos de tul o Tegaderm hidrogel), evitando en la medida de lo posible vendajes ya que es necesario que las heridas traumáticas vayan drenando para que cierren (Roca, 2007). Pasada una semana, y al no observarse mejoría, se realizó cirugía de amputación a nivel del carpo proximal izquierdo ya que el área necrosada estaba bien definida. Además, se desbridó todo el tejido necrosado tanto blando como óseo y suturando finalmente la muscular con puntos simples (sutura reabsorbible 6/0) y disponiendo encima un apósito Kendall sobre la herida y un vendaje en ocho. Las heridas tras la operación evolucionaron bien y el ejemplar fue trasladado a otras instalaciones para formar parte del grupo de animales irrecuperables del centro.

No obstante, como se comentó anteriormente, los casos de electrocución son complicados de resolver con una liberación y mayoritariamente terminan con la baja o eutanasia del ejemplar ya que estos no responden bien al tratamiento o durante la exploración y/o fotografías termográficas se observan que muchas de las estructuras que se consideran esenciales para la puesta en libertad están muy dañadas. La termografía es una técnica no invasiva muy útil en aves en las que fácilmente se pueden observar tanto aumentos de temperatura indicativos de inflamación como disminuciones de la misma por la pérdida de riego sanguíneo, inervación, agua y saturación de oxígeno producida por una necrosis (Figura 17) (Hochman, 2018).

En casos graves de heridas muy severas se suele añadir al tratamiento médico comentado anteriormente una técnica de rehabilitación como es la terapia con láser o terapia de fotobiomodulación (PPBMT). Esta tecnología puede ayudar a mejorar la cicatrización de heridas ya que al acelerar el metabolismo celular (por fotoestimulación de la enzima citocromo c oxidasa de la cadena respiratoria mitocondrial) se incrementan: las sustancias reactivas de oxígeno (ROS); activan enzimas endógenas antioxidantes (superóxido dismutasa y catalasa), el adenosín trifosfato (ATP); aporta energía adicional para la reparación de tejidos y

el óxido nítrico (NO); que promueve la angiogénesis, media en la vasodilatación y modula la respuesta inflamatoria e inmune (Bogdan, 2001).

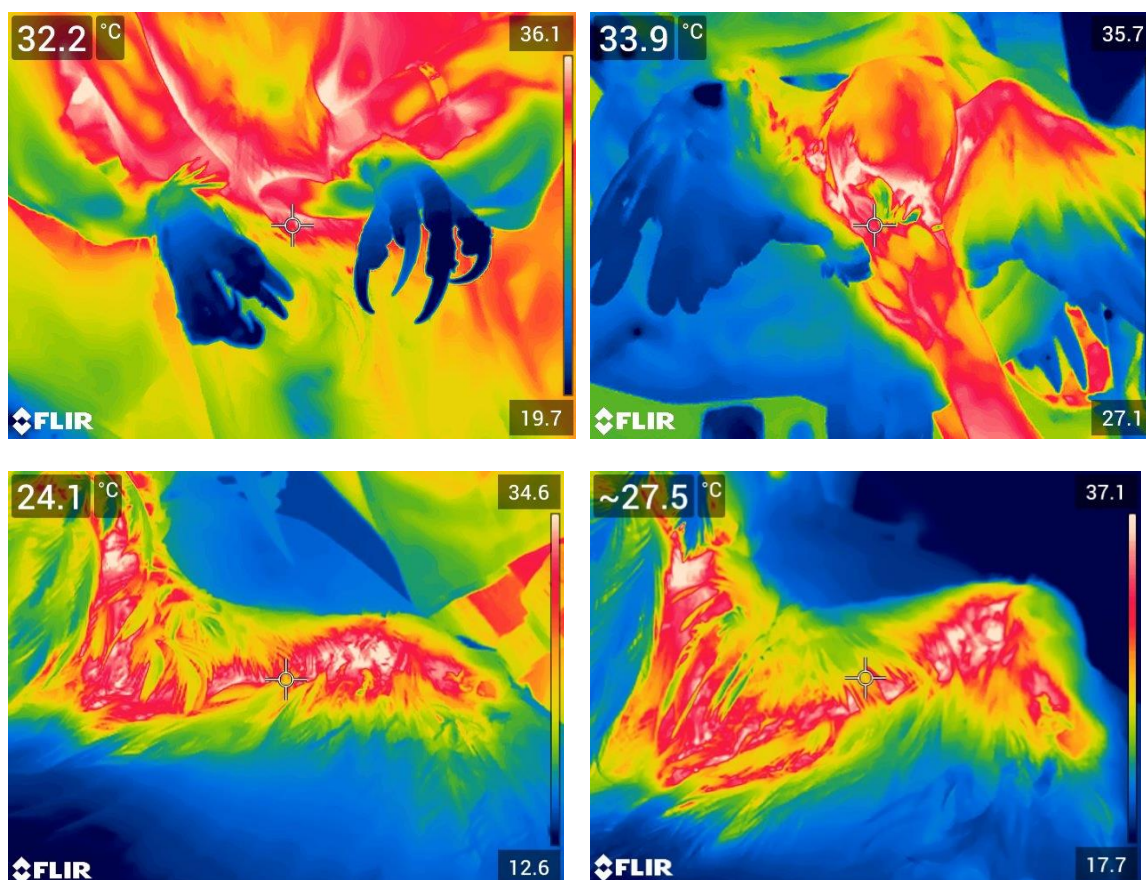


Figura 17. Fotografías termográficas. En la fila superior se observan dos fotografías termográficas de un Águila calzada, "Hieraetus pennatus". Debido a la electrocución, se observa una coloración más azulada en dedos III y IV de las extremidades posteriores (imagen superior izquierda) y en el ala derecha (imagen superior derecha), lo que indica una baja temperatura, posiblemente por la falta de irrigación de la zona. En la fila inferior, se observan dos fotografías termográficas de un Milano real "Milvus milvus", a la derecha se observa un incremento de la temperatura, con respecto a la fotografía de la izquierda, tras recibir una sesión de laserterapia. Fotografías realizadas durante la estancia en prácticas en el centro GREFA.

De hecho, el efecto de la terapia es inmediata observándose una gran diferencia en el patrón térmico en la extremidad dañada minutos más tarde de aplicar la fisioterapia (Figura 17). No obstante, se requiere de más estudios para estandarizar las dosis a aplicar de láser, ya que una dosis demasiado baja puede no inducir respuesta, pero si es superior a lo debido puede llegar a ser lesiva, de manera general se recomienda una dosis de 4-6 J/cm<sup>2</sup> (Bjordal, 2012). Respecto a la periodicidad, es mejor en procesos agudos aplicar la terapia de manera más frecuente (diaria) que en procesos crónicos (semanalmente). No obstante, a veces es empleado un protocolo basado en aplicar tratamientos muy frecuentes a corto plazo "dosis de carga" hasta detectar mejoría clínica para pasar a un programa de mantenimiento (Hochman, 2018).

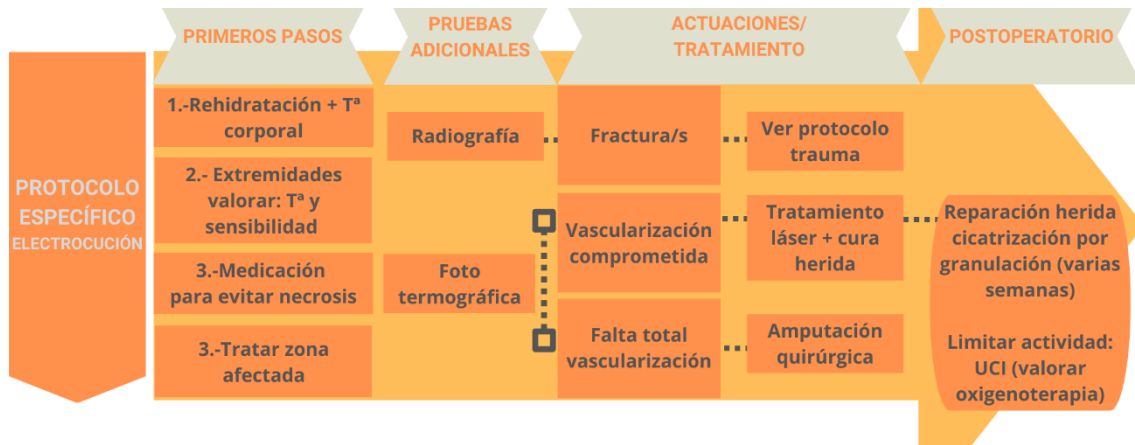


Figura 18. Protocolo de actuación en caso de una electrocución. Elaboración propia a partir de la información recopilada.

#### 5.4.3. PROTOCOLO INFECCIOSO

En este tercer caso se mostrará otra de las afecciones más frecuentes con la que son ingresados los animales en el centro, se trataba de un azor (*Accipiter gentilis*) subadulto que fue encontrado por un particular en un polideportivo y trasladado al centro de GREFA. En la exploración general el animal se observó con una deshidratación grave del 10%, emaciado, con posible fractura/luxación en extremidad anterior (EA) y con una costra en el dedo IV de la extremidad posterior derecha (EPD) y con sangre en cavidad oral por la presencia de una espiga. Se realizó ese mismo día un examen radiológico para conocer si existía una posible fractura o luxación en la EA y/o EPD que impidiera volar a este ejemplar, pero no se encontró nada en la radiografía solo un ligero aumento de radiodensidad en el campo pulmonar y a nivel proximal de la cortical del húmero derecho cerca de la articulación glenohumeral derecha (Figura 19).

Debido al estado crítico del animal, se optó por establecer una pauta de fluidoterapia y seguir el protocolo para ejemplares emaciados e ir evaluando la evolución de dicha radiodensidad en los días siguientes, así como la herida del dedo IV de la EPD. Se instauró (Carpenter, 2017):

- Rehidratación intravenosa al 2% de su peso vivo en gramos con ringer lactato el primer día y en los dos días siguientes combinado con suero fisiológico en proporción 1:1
- Papilla Emeraid al menos dos veces al día hasta que no empezara a comer
- Catosal (Butafosfán 100 mg Cianocobalamina (vitamina B12) 0,05 mg) intramuscular a dosis de 0,5 ml/kg como estimulante del metabolismo

Debido a que el animal no podía volar y estaba muy grave se instauró un tratamiento para paliar el dolor que tuviera, además de antibiótico por posible infección al tener una herida y un aumento muy ligero de la radiodensidad en el campo pulmonar (Figura 19):

- Buprenorfina a dosis de 0,1 mg/kg intramuscular como analgésico el primer día y luego cambiar a tramadol a dosis de 15 mg/kg oral durante 3 días
- Meloxicam a dosis de 1 mg/kg oral como antiinflamatorio durante 3 días
- Amoxicilina-clavulánico a dosis de 125 mg/kg oral durante 7 días

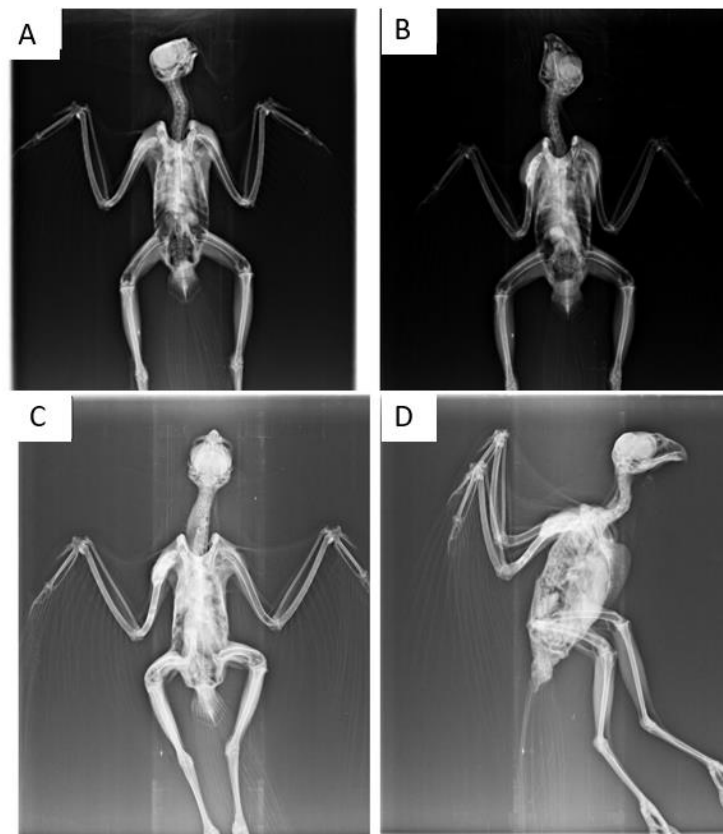


Figura 19. Evolución radiográfica de las lesiones. (A) Radiografía VD del 27/07/2022: ligero aumento de radiodensidad en el campo pulmonar y a nivel proximal de la cortical del húmero derecho cerca de la articulación glenohumeral derecha. (B) Radiografía VD del 08/08/2022: callo óseo con osteomielitis. (C) Radiografía VD y (D) LL post-mortem: húmero derecho con engrosamiento en zona proximal, aumento exacerbado de la radiodensidad a nivel pulmonar no dibujándose el patrón “reloj de arena” típico en aves. Radiografías cedidas por los veterinarios del centro GREFA.

A los doce días el animal presentaba ruidos inspiratorios muy acusados y descolgaba el ala derecha, por lo que se pasó a realiza pruebas de microbiología, proteinograma, bioquímica y hematología que confirmaron el diagnóstico presuntivo de una *Aspergilosis*:

- Microbiología: a partir de un cultivo traqueal (obtenido empleando una torunda nasofaríngea) en agar sangre. Se observó formación de una colonia azulada verdosa,



de superficie pulverulenta. También se empleó tinción de azul de anilina-lactofenol observándose estructuras micoides compatibles con hongos del género *Aspergillus*.

- **Proteinograma:** albúmina muy baja respecto al valor de referencia debido a un aumento elevado de las alfa globulinas 1 y 2 que indican presencia de una inflamación aguda (Mitchell y Johns, 2008)
- **Bioquímica:** se observó que el sodio tenía unos valores altos para la especie, pero no se observó ninguna anomalía más (Harrison y Lightfoot, 2006).
- **Hematología:** presentaba una anemia microcítica e hipocrómica no regenerativa característico de una anemia por depresión o hipoproliferativas en la que debido a una enfermedad inflamatoria y/o crónica (en este caso la aspergilosis) se produce un bloqueo en la movilización de los depósitos de hierro, un acortamiento en la vida media de los hematíes y una menor respuesta de la médula ósea a la eritropoyetina debido a que el organismo está sintetizando mayor cantidad de glóbulos blancos (Mitchell y Johns, 2008). De hecho, existía en la serie blanca un leucograma inflamatorio con leucocitosis, neutrofilia/heterofilia y desviación izquierda regenerativa, además de monocitosis, característica de enfermedades granulomatosas que suelen acompañarse de neutrofilia en infecciones agudas y situaciones de estrés (Mitchell y Johns, 2008).

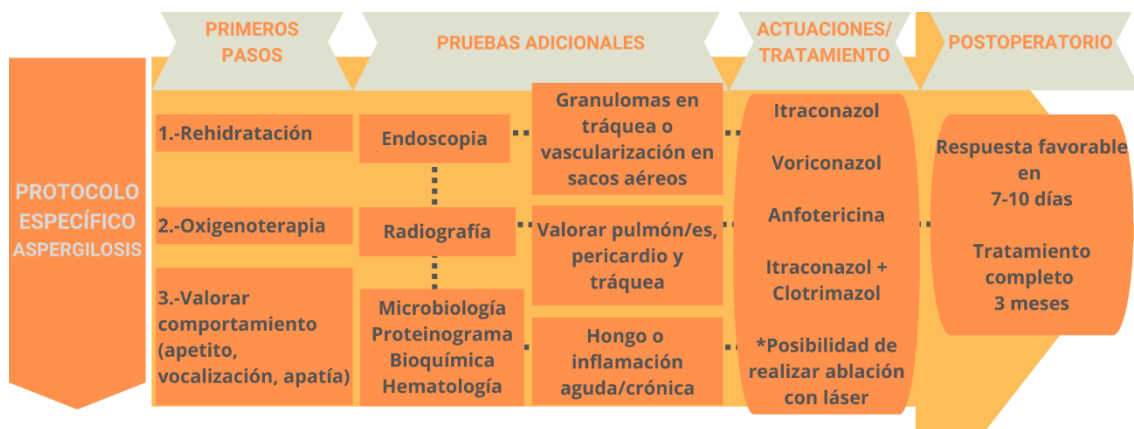


Figura 20. Protocolo de actuación en caso de aspergilosis. Elaboración propia a partir de la información recopilada.

La aspergilosis es una enfermedad fúngica, generada por varias especies de *Aspergillus* implicadas (aunque la más frecuente es *Aspergillus fumigatus*), que afecta principalmente al sistema respiratorio (más grave cuando se da a nivel de pulmones y sacos aéreos) muy frecuente en aves silvestres que se manifiesta especialmente cuando estas están debilitadas o inmunosuprimidas (por alguna lesión, inanición, etc.). En este caso apunta que la infección comenzó en sacos aéreos y llegó a afectar al húmero, hueso neumático para después extenderse hasta afectar pulmones y sacos aéreos (Samour, 2010).

Su diagnóstico es muy complejo (Figura 20) debido a la variabilidad y sutileza de los signos clínicos aportando una mayor información algunas técnicas como la endoscopia o detección de anticuerpos con un ELISA indirecto, sin embargo, su disponibilidad es limitada hoy en día (Samour, 2010). Por otro lado, el tratamiento más utilizado se basa en el empleo de itraconazol 5-15mg/kg vía oral cada 12 horas los primeros 5 días, después se pasa a administrar cada 24 horas durante 3-4 meses o bien emplearlo combinado con clotrimazol, este último en nebulización (Samour, 2010).

Más recientemente, se ha observado que el uso de voriconazol a dosis de 12,5 mg/kg vía oral dos veces al día durante 4 días tiene mejor resultado que el itraconazol. La desventaja de este fármaco es que se absorbe mejor cuando no hay alimento en el aparato gastrointestinal, lo que en el caso del manejo de aves silvestres dificultaría mucho su administración ya que generalmente el itraconazol se incorpora a los trozos de comida de manera que no es necesario manipular al ave tantas veces al día (Samour, 2010). Otro tratamiento más intenso que requiere anestesia general es el de la ablación endoscópica con láser de los granulomas presentes y administración directa de fármacos antifúngicos en granulomas accesibles (Samour, 2010). En resumen, la aspergilosis siendo una patología muy común en aves y existiendo protocolos muy diversos de tratamiento ninguno garantiza el éxito al completo especialmente en casos graves (H.Olsen, G y E.Orosz, 2000).

---

#### 5.4.4. PROTOCOLO PARA UNA INTOXICACIÓN POR PLOMO

Las intoxicaciones representan otra de las causas frecuentes de ingreso a lo largo de todo el año (especialmente durante primavera). Representan a un grupo muy extenso, ya que pueden ser producidas por plomo, rodenticidas anticoagulantes, petróleo, pesticidas, etc. Por ello, es importante saber identificar los síntomas indicativos de envenenamiento (Martorell, 2009): síntomas generales (debilidad, letargia, pérdida de peso), gastrointestinales (hipersalivación, diarrea, coloraciones verdes oscuras-pardas, regurgitación), neurológicos (posición anormal de alas y cuello, temblores de cabeza, parálisis posteriores, convulsiones), signos radiográficos (presencia de perdigones de plomo) o muestras de sangre en heparina donde se puede hacer medición de niveles de plomo en caso de sospecha o recoger muestras para análisis toxicológico como: contenido del esófago y estómago, hígado (especialmente para rodenticidas anticoagulantes), encéfalo (para carbamatos y organofosforados), etc.

En este caso pondremos como ejemplo un buitre leonado (*Gyps fulvus*) que ingresó deshidratado al 10%, con presencia de incoordinación de movimientos, letargia y mala condición corporal, siendo sospechoso de intoxicación por plomo.

Dicho tóxico puede provenir de un disparo o después de haber ingerido cadáveres de animales cazados con restos de plomo (Harrison y Lightfoot, 2006). De forma general, en estos casos se suele aplicar (Figura 21) una pauta de fluidoterapia mínima del 6% del PV vía intravenosa (suero fisiológico y ringer lactato), emético como metoclopramida (0,5 mg/kg vía oral cada 12 horas) y vitamina B para estimular el apetito. Podría añadirse al tratamiento carbón activado para evitar la absorción del tóxico a nivel gastrointestinal además de en casos de intoxicación por plomo, sal disódica cálcica (EDTA) (35 mg/kg vía intramuscular cada 12 horas) como quelante del plomo.

También, se recogieron muestras de sangre detectando un nivel de plomo del 26,9 µg/dL (valor de referencia normal es de menos de 20 µg/dL) (Gupta, 2012). Así mismo, se podría evaluar a nivel hematológico la presencia de anemia ya que el plomo se adhiere a los eritrocitos e interfiere con enzimas implicadas en la biosíntesis del grupo hemo lo que supone un aumento de la fragilidad de estas células (Gupta, 2012). Además, algunas enzimas séricas se ven afectadas, como la creatina Fosfoquinasa (CPK, CK) que aumenta por encima de los niveles de referencia (110-480 UI/l, en avestruces hasta 400-900 UI/l) por neuropatía asociada a una intoxicación por plomo (Harrison y Lightfoot, 2006). Tras seguir este tratamiento, cuatro meses más tarde de su ingreso, el ejemplar fue trasladado a rehabilitación para ser posteriormente liberado. Con ello, se corrobora que un diagnóstico precoz y comienzo del tratamiento es un factor crucial entre la supervivencia y la mortalidad (Gupta, 2012).

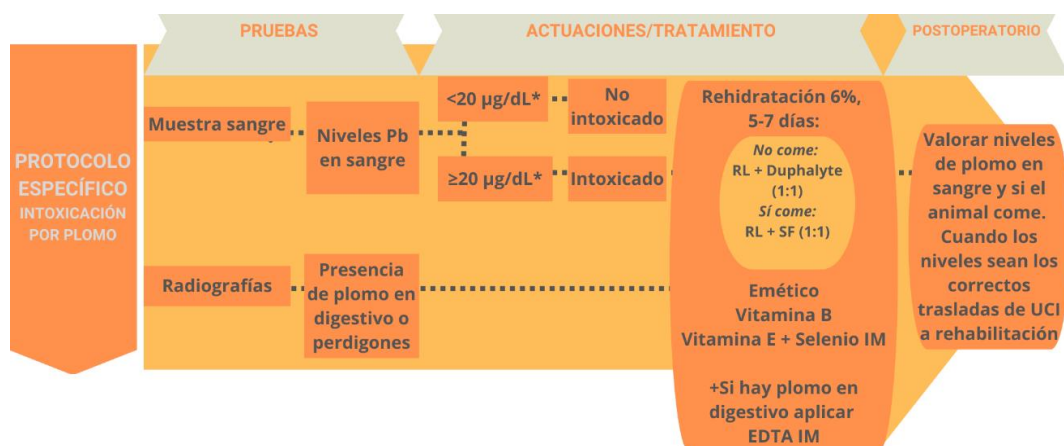


Figura 21. Protocolo de actuación en intoxicación por plomo. (\*)Depende de los valores de referencia de cada especie, están representados los de buitre leonado (*Gyps fulvus*). Elaboración propia a partir de la información recopilada.

No obstante, la intoxicación supone un desafío para el tratamiento debido a que en muchos casos hay que abordar el daño de muchos aparatos y sistemas (Gupta, 2012).

Otra de las intoxicaciones comunes es la que se produce con rodenticidas anticoagulantes, en estos casos además del protocolo antes descrito habrá que inyectar vitamina K (2 mg/kg) vía intramuscular y en algunos casos valorar la trasfusión de sangre cuando existe hemorragias muy severas y el hematocrito es menor del 20%. Dicha transfusión (1% del peso vivo) en aves se realiza empleando una aguja intraósea de un donante sin patología de la misma especie. Si bien es cierto que en aves domésticas se han encontrado 3 sistemas de grupos sanguíneos diferentes (B, L y N), en el resto de las aves se desconocen, por lo que se recomienda realizar una comparación cruzada antes de la transfusión cuando se emplea un donante heterólogo o cuando el ave está recibiendo su segunda transfusión (Martinho, 2009).

## 6. CONCLUSIONES

- Las aves, especialmente las rapaces, que llegan al centro de recuperación son indicadores biológicos muy importantes de la salud del ecosistema, debido a sus hábitos migratorios y su extensa distribución geográfica.
- A partir de los datos obtenidos en el centro de GREFA, se concluye que las causas más frecuentes de ingreso son por trauma (disparo y electrocuciones), enfermedades de origen infeccioso además de intoxicaciones. Siendo el tiempo de recuperación medio de cinco meses en casos de infecciones y de un mes en traumatismos e intoxicaciones. No obstante, el porcentaje de mortalidad en todas las causas de ingreso citadas es superior al 50%.
- Es necesario que el veterinario disponga de un protocolo general de actuación para el diagnóstico y estabilización del paciente ya que las causas más frecuentes de ingreso estudiados se tratan habitualmente como urgencias médicas.
- Una vez aplicado el protocolo básico para estabilizar al paciente, se aplica unos pasos específicos de diagnóstico según el caso. En el protocolo traumatológico la técnica de diagnóstico más relevante son las radiografías, mientras que en casos de lesión por electrocución cobra importancia el uso de fotos termográficas para valorar el compromiso vascular. En intoxicaciones o aspergilosis será importante el diagnóstico laboratorial. No obstante, en aspergilosis se requiere la puesta a punto de nuevas técnicas de diagnóstico y tratamiento más específicas y eficaces.
- En cuanto al protocolo estándar de tratamiento, en los casos de traumatología se centra en la estabilización quirúrgica, mientras que en las electrocuciones un punto clave es el tratamiento con láser. En protocolos de intoxicación por plomo cobra mayor importancia la fluidoterapia junto con el uso de quelantes.

## 6.1. CONCLUSIONS

- Birds of prey that arrive at the recovery center are very important biological indicators of the ecosystem's health, due to their migratory habits and their extensive geographic distribution.
- Based on the data obtained at the GREFA center, the most frequent causes in terms of the number of admissions are trauma (shot and electrocution), infectious diseases as well as poisoning. The average recovery time is five months in cases of infections and one month in trauma and poisoning. However, the percentage of mortality in all the aforementioned causes of admission is higher than 50%.
- It is necessary for the veterinarian to have a general action protocol for the diagnosis and stabilization of the patient since the most frequent causes of admission studied are usually treated as medical emergencies.
- Once the basic protocol has been applied to stabilize the patient, some specific diagnostic steps are applied according to the case. In the trauma protocol, the most relevant diagnostic technique is X-rays, while in cases of electrocution injury, the use of thermographic photos to assess vascular compromise becomes important. In poisoning or aspergillosis, laboratory diagnosis will be important. However, aspergillosis requires the development of new, more specific and effective diagnostic and treatment techniques.
- Regarding the standard treatment protocol, in traumatology cases it focuses on surgical stabilization, while in electrocutions a key point is laser treatment. In lead poisoning protocols, fluid therapy becomes more important together with the use of chelators.

## 7. VALORACIÓN PERSONAL

Realizar este trabajo ha supuesto un gran desafío personal dado que resulta complejo abordar de manera práctica algunos de los casos más frecuentes que ingresan en los centros de recuperación. No obstante, además de ello creo que es imprescindible conocer el valor biológico e intrínseco que tienen todas las especies aviares para de verdad elaborar unos protocolos estandarizados y efectivos a la hora de la práctica en la clínica de animales silvestres para poder tener unos resultados óptimos.

De igual manera, ha sido muy interesante investigar, recoger los datos y tratar a las especies que han ido apareciendo a lo largo del trabajo, porque me ha servido para aprender mucho más a cerca de las aves, además de aplicar muchos de los conocimientos que ido adquiriendo a

lo largo de la carrera y en diferentes ramas de la veterinaria. Por último, me gustaría agradecer a mi tutor, Fco. Javier Miana Mena por todo el apoyo y la orientación recibida durante la elaboración del trabajo, así como a los veterinarios del centro GREFA.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Bjordal, J. M. (2012). "Low level laser therapy (LLLT) and World Association for Laser Therapy (WALT) dosage recommendations". *Photomedicine and Laser Surgery*, 30, pp. 61–62. DOI:10.1089/pho.2012.9893.
- Blanco, G., Sergio, F., Frías, Ó., Salinas, P., Tanferna, A., Heraldó, F., Barceló, D. y Eljarrat, E. (2018). "Intergrating population connectivity into pollution assesment: overwintering mixing reveals flame retardant contamination in breeding areas in a migratory raptor". *Environmental sicience*, 166, pp. 553–561. DOI: 10.1016/j.envres.2018.06.037.
- Bogdan, C. (2001). "Nitric oxide and the immune response". *Nature inmunity*, 2(10), pp. 16-907. DOI:10.1038/ni1001-907.
- Carpenter, J. W. (2017). *Exotic Animal Formulary*. (5ª ed.) Missouri: Elsevier.
- Carson, R. (1962). *Primavera silenciosa*. Barcelona: Critica.
- Comission Implementing Regulation (EU). (2018). *2018/784 of 29 May 2018 amending implementing regulation (EU) No 540/2011 as regards the conditions of approval of the active substance clothianidin*. *Off. J, UE* 132.
- Comission Regulation (EU). (2011). *No 540/2011 of 14 january 2011 on plastic materials and articles intended to come into contact with food*. *Off. J, UE*.
- Comission Regulation (EU). (2017). *2017/238 of 10 February 2017 amending Annex VI to regulation (EC) No 1223/2009 of European Parliament and of the Council on cosmetic products*. *Off J., UE* 36.
- Crosta, L. (2021). "Respiratory Diseases of Parrots: Anatomy, Physiology, Diagnosis and Treatment". *Veterinary Clinics of Nort America: Exotic Practice*, 24(2), pp. 397–418. DOI: doi.org/10.1016/j.cvex.2021.01.005.
- Dajoz, R. (2002). *Tratado de ecología*. Barcelona: Mundi-Prensa.
- Eurostat. (2022). Common BirdIndex. Disponible en: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/environment/information-data/protected-areas-birds> [Consultado 30-04-2023].

- González-Rubio, S., Ballesteros-Gómez, A., Asimakopoulos, A. G. y Jaspers, V. L. B. (2021). "A review on contaminants of emerging concern in European raptors (2002–2020)". *Science of the Total Environment*, 760, pp. 1-20. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.143337.
- Graham, E. J. y Heatley, J. J. (2007). "Emergency Care of Raptors". *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, 10(2), pp. 395–418. DOI: 10.1016/j.cvex.2007.01.003.
- GREFA. (2019). Anuario 2019. Disponible en: <https://www.grefa.org/multimedia/descargas/category/4-anuarios> [Consultado 30-04-2023].
- Gupta, R. (2012). *Veterinary Toxicology: Basic and Clinical Principles*. USA: Academic Press.
- Harrison, G. y Lightfoot, T. (2006). *Clinical Avian Medicine*. Florida: Spix Publishing.
- Herrera-Dueñas, A., Pineda-Pampliega, J., Antonio-García, M. T. y Aguirre, J. I. (2017). "The influence of urban environments on oxidative stress balance: A case study on the house sparrow in the Iberian Peninsula". *Frontiers in Ecology and Evolution*, 5(106), pp. 101-110 DOI:10.3389/fevo.2017.00106.
- Hochman, L. (2018). "Photobiomodulation Therapy in Veterinary Medicine: A Review". *Topics in Companion Animal Medicine*. W.B. Saunders, pp. 83–88. DOI: 10.1053/j.tcam.2018.06.004.
- H.Olsen, G y E.Orosz, S. (2000). *Avian Medicine*. Tennessee: John Schrefer.
- Ibáñez-Pernía, Y., Hernández-Moreno, D., Pérez-López, M. y Soler-Rodríguez, F. (2022). "Use of poisoned baits against wildlife. A retrospective 17-year study in the natural environment of Extremadura (Spain)". *Environmental Pollution*, 303 (1), pp. 1-10. DOI: 10.1016/j.envpol.2022.119098.
- IUCN. (2022). Summary Statistics. Disponible en: <https://www.iucnredlist.org/resources/summary-statistics> [Consultado 30-04-2023].
- Jaffré, M., Beaugrand, G., Goberville, É., Jiguet, F., Kjellén, N., Troost, G., Dubois, P. J., Leprêtre, A. y Luczak, C. (2013). "Long-term phenological shifts in raptor migration and climate". *PLoS ONE*, 8(11). DOI: 10.1371/journal.pone.0079112.
- Jonas, H. (1979). *El principio de la responsabilidad*. (3ª ed.) H. Editorial. Paris: Flammarion.
- König, H. E., Korbelt, R. y Liebich, H. G. (2016). *Avian anatomy*. (3ª ed.) London: 5M Publishing. DOI:10.3382/ps.0431381a.

- Kovács, A., Mammen, U. y Wernham, C. (2008). "European monitoring for raptors and owls: state of the art and future needs". *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 37(6), pp. 408–412. DOI:10.1579/0044-7447(2008)37[408: EMFRAO]2.0.CO;2.
- Li, Y., Miao, R. y Khanna, M. (2020). "Neonicotinoids and decline in bird biodiversity in the United States". *Nature Sustainability*, 3(12), pp. 127–135. DOI:10.1038/s41893-020-0582-x.
- López Mendoza, I. (2012). "El ecologismo y los movimientos ecologistas en Europa y España". *Ecología y consumo responsable*. 980(1), pp. 39–42.
- Martinho, F. (2009). "Indications and Techniques for Blood Transfusion in Birds". *Journal of Exotic Pet Medicine*. W.B. Saunders, 18(2), pp. 112–116. DOI: 10.1053/j.jepm.2009.04.001.
- Martorell, J. M. (2009). "Intoxicación en aves". *Clínica de pequeños animales: revista oficial de AVEPA, Asociación Veterinaria Española de Pequeños Animales*, pp. 172–178.
- Miller, E. A. (2012). *Minimum standards for wildlife rehabilitation*. St. Cloud: NWRA & IWRC.
- Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico y SEOBirdLife. (2021). *Libro rojo de las aves de España*. Madrid: Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico.
- Mitchell, E. y Johns, J. (2008). "Avian Hematology and Related Disorders". *Veterinary Clinic of North America: Exotic Animal Practice*, 11(3), pp. 501–522. DOI: 10.1016/j.cvex.2008.03.004.
- Molina, R. (2013). *Morbilidad y mortalidad de rapaces ingresadas en el Centre de Recuperación de Fauna de Torreferrosa: análisis de los factores de riesgo durante el periodo 1995-2007*. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona.
- Murray, M. (2014). "Raptor gastroenterology". *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, 17(2), pp. 34–211. DOI: 10.1016/j.cvex.2014.01.006.
- NORMAN. (2016). List of emergencing contaminants. Disponible en: <https://www.norman-network.net/?q=node/81> [Consultado 30-04-2023].
- Oliva-Vidal, P., Martínez, J. M., Sánchez-Barbudo, I. S., Camarero, P. R., Colomer, M. À., Margalida, A. y Mateo, R. (2022). "Second-generation anticoagulant rodenticides in the blood of obligate and facultative European avian scavengers". *Environmental Pollution*. Elsevier Ltd, 315. DOI: 10.1016/j.envpol.2022.120385.
- O'Malley, B., Laborda Val, J., Gil, J. y Catalán i Bravo, R. (2008). *Anatomía y fisiología clínica de animales exóticos*. Zaragoza: Servet.
- Proszkowiec-Weglarz, M. (2022). *Stukie's Avian Physiology*. Barcelona: Elsevier.



- Pulido, F. y Berthold, P. (2010). "Current selection for lower migratory activity will drive the evolution of residency in a migratory bird population". *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107(16), pp. 7341–7346. DOI:10.1073/pnas.0910361107.
- Roca, L. (2007). "Traumatología en aves", *Argos: Informativo Veterinario*, pp. 38–41.
- Rodríguez Fernández, C., Waxma Dova, S. y Lucas Burneo, J. J. (2017). "Particularidades anatómicas, fisiológicas y etológicas con repercusión en medicina aviar (II): aparato digestivo, aparato cardiovascular, sistema esquelético, tegumento y otras características". *Panorama actual del medicamento*, 41(401), pp. 223–234.
- Samour, J. (2010). *Medicina aviaria*. (2ª ed.) Barcelona: Elsevier.
- Santamaría García, A. (2007) "100 años de Investigaciones Científicas. JAE-CSIC (1907-2007)". *Consejo Superior de Investigaciones Científicas*. Disponible en: <https://digital.csic.es/handle/1061/5290> [Consultado 30-04-2023].
- Scanes, C. y Dridi, S. (2022). *Stukie's Avian Physiology*. Barcelona: Elsevier.
- Seruca, C., Molina-López, R., Peña, T. y Leiva, M. (2012). "Ocular consequences of blunt trauma in two species of nocturnal raptors (*Athene noctua* and *Otus scops*)". *Veterinary Ophthalmology*, 15(4), pp. 236–244. DOI:10.1111/j.1463-5224.2011.00976. x.
- Sleeman, J. M. (2008). *Zoo and wild animal medicine*. Saint Louis: Elsevier-Saunders.
- United Nations Environment Programme (UNEP). (2009). *SC-4/14: Listing of hexabromodiphenyl ether and heptabromodiphenyl ether. Conference of the Parties of the Stockholm Convention. United Nations Environment Programme, Geneva*. Disponible en: <https://www.unenvironment.org/> [Consultado 30-04-2023].
- Vorkamp, K., Falk, K., Moler, S., Bossi, R., Rigét, F. F. y Sorensen, P. B. (2019). "Perfluoroalkyl substances (PFASs) and polychlorinated naphthalenes (PCNs) add to the chemical cocktail in peregrine falcon eggs". *Environmental Science & Technology*, 648, pp. 894–901. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.08.090.