



**CONTRIBUCIÓN DEL ANILLAMIENTO
AL CONOCIMIENTO Y CONSERVACIÓN
DE LAS AVES EN ESPAÑA:
PASADO, PRESENTE Y FUTURO**

CONTRIBUCIÓN DEL ANILLAMIENTO AL CONOCIMIENTO Y CONSERVACIÓN DE LAS AVES EN ESPAÑA: PASADO, PRESENTE Y FUTURO

Juan Arizaga, José I. Aguirre, Beatriz Arroyo, Raúl Aymí, Eva Banda, Emilio Barba, Antoni Borràs, Gerard Bota, Luis M. Carrascal, Carlos Gutiérrez-Expósito, Iván de la Hera, Juan C. del Moral, Jordi Figuerola, Gabriel Gargallo, Santiago Guallar, Marc Illa, Arantza Leal, Germán M. López-Iborra, Pascual López, Santiago Mañosa, Juan S. Monrós, Alejandro Onrubia, Ana Sanz-Aguilar, Juan C. Senar, Giacomo Tavecchia, José L. Tellería, Manolo Suárez.

Diciembre de 2021



SOCIEDAD DE CIENCIAS
SCIENCE SOCIETY
SOCIÉTÉ DE SCIENCES

CONTRIBUCIÓN DEL ANILLAMIENTO AL CONOCIMIENTO Y CONSERVACIÓN DE LAS AVES EN ESPAÑA: PASADO, PRESENTE Y FUTURO

Los autores firmantes de este documento están afiliados a las siguientes entidades:



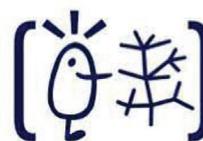
SOCIEDAD DE CIENCIAS
SCIENCE SOCIETY
SOCIÉTÉ DE SCIENCES



Grup Balear d'Ornitologia
i Defensa de la Naturalesa



Institut Català d'Ornitologia



UNIVERSITAT
ID VALÈNCIA



Instituto de Investigación
en Recursos Cinegéticos
CSIC - UCLM - JCCM



museonacionaldecienciasnaturales



museu de
ciències naturals
de Barcelona



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante



UNIVERSITAT DE
BARCELONA



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID



UNIVERSITAT
ID VALÈNCIA



SOCIEDAD DE CIENCIAS
SCIENCE SOCIETY
SOCIÉTÉ DE SCIENCES

Edita: Sociedad de Ciencias Aranzadi

Fecha: 2021.

Recomendación para la cita de esta obra:

Arizaga, J., Aguirre, J.I., Arroyo, B., Aymí, R., Banda, E., Barba, E., Borràs, A., Bota, G., Carrascal, L.M., Gutiérrez-Expósito, C., De la Hera, I., Del Moral, J.C., Figuerola, J., Gargallo, G., Guallar, S., Illa, M., Leal A., López-Iborra, G.M., López, P., Mañosa S., Monrós, J.S., Onrubia, A., Sanz-Aguilar, A., Senar, J.C., Tavecchia, G., Tellería, J.L., Suárez, M., 2021. Contribución del anillamiento al conocimiento y conservación de las aves en España: pasado, presente y futuro. Sociedad de Ciencias Aranzadi, Donostia.

Fotografías: S. C. Aranzadi y Shutterstock, excepto las indicadas en las imágenes.

ISBN 978-84-17713-49-2

NOTA: la nomenclatura de las especies de aves sigue la lista de las aves de España publicada por SEO/BirdLife, edición de 2019^[1].

CONTENIDOS

Resumen ejecutivo	6
Introducción y cifras globales	
1.- Introducción al anillamiento de aves	8
2.- El anillamiento de aves en España, en cifras	9
El anillamiento en estudios	
3.- Movimientos dispersivos y migratorios	13
4.- Parada migratoria	17
5.- Reproducción	19
6.- Demografía	22
7.- Enfermedades	24
8.- Morfología	26
9.- Muda	30
10.- Sistemática, taxonomía	33
Aplicaciones en el ámbito de la gestión y conservación	
11.- Conservación	36
12.- Gestión cinegética	39
13.- Cambio global	42
Vertiente social	
14.- Educación ambiental y formación	44
15.- Ciencia ciudadana	47
Perspectivas de futuro	
16.- Retos y mejoras	50
Bibliografía citada	54



RESUMEN EJECUTIVO

El anillamiento científico de aves es una técnica de estudio con más de un siglo de historia que, probablemente, ha contribuido como ninguna otra metodología al conocimiento de la biología de este grupo faunístico. A pesar del desarrollo de nuevas tecnologías, el marcaje individual de aves mediante anillamiento sigue siendo una técnica plenamente vigente y necesaria. Aunque la evidencia científica sobre los beneficios de la aplicación del anillamiento en la Ornitología moderna es abrumadora, hoy vivimos un proceso de creciente desinformación que cuestiona el anillamiento de aves y su utilidad. Este dossier se ha elaborado con el fin de ofrecer una visión actualizada de la utilidad del anillamiento científico de aves en España. Ha sido elaborado por un nutrido grupo de expertos asociados a universidades y centros de investigación que abarcan buena parte de las áreas del conocimiento implicadas en el estudio y conservación de las aves.

El dossier se divide en cuatro grandes apartados.

- (1) En primer lugar se hace una introducción sobre el anillamiento como metodología y se resumen las grandes cifras del anillamiento en España donde, hasta la fecha, se han anillado algo más de 10.000.000 de aves y se han registrado 700.000 recuperaciones (en la actualidad se anillan unas 380.000 aves y se obtienen unas 30.000 recuperaciones anualmente).
- (2) En un segundo bloque se resume la aplicación del anillamiento en diferentes aproximaciones al estudio científico de las aves, que van apoyadas por numerosas referencias bibliográficas sobre trabajos llevados a cabo en España. Gracias al anillamiento se han podido abordar múltiples estudios sobre movimientos y migraciones, reproducción, demografía, enfermedades, morfología, muda e identificación y taxonomía.
- (3) Un tercer bloque se centra en la utilidad del anillamiento más allá de la investigación básica. Es el caso de la conservación, la gestión de especies cinegéticas y el estudio de los impactos del cambio global sobre las aves, por un lado, y la educación ambiental, formación y ciencia ciudadana, por otro.
- (4) Finalmente, se abordan algunas ideas sobre los retos actuales y perspectivas de futuro del anillamiento en España.





1 INTRODUCCIÓN

El anillamiento científico de aves es una técnica que nació en 1899^[2], de la mano de un clérigo danés, Hans Christian Cornelius Mortensen. En esencia, consiste en colocar una anilla metálica con un código de números y/o letras único, que permite por tanto identificar al ave individualmente. La recuperación (o lectura a distancia) de los individuos anillados permite, así, abordar el estudio de múltiples cuestiones. Probablemente, el anillamiento científico ha contribuido como ninguna otra técnica al conocimiento de la biología de las aves. A pesar del desarrollo de nuevas tecnologías, el marcaje individual de aves mediante anillamiento sigue siendo una técnica plenamente vigente y necesaria.

La evidencia científica sobre la utilidad del anillamiento en estudios de muy diferente naturaleza es abrumadora. No obstante, hay que reconocer que una buena parte de la población no tiene acceso a la literatura científica o, cuando lo tiene, encuentra dificultades para comprender unos documentos que, a menudo, son complejos por su naturaleza técnica y alto nivel de especialización.

En paralelo, vivimos un tiempo en el que ha aumentado la sensibilidad hacia el bienestar animal a la par que se reclama la conservación de la biodiversidad mediante una gestión basada en el conocimiento científico. En este contexto, hay quien discute la utilidad de la manipulación de las aves (y del anillamiento en particular) en estudios científicos, pero sin ese conocimiento es imposible aplicar políticas adecuadas y eficaces que redunden en una mejora del estado de conservación de nuestras aves.

Este dossier se elabora con el fin de ofrecer una visión actualizada de la utilidad del anillamiento científico de aves en España. Ha sido elaborado por un nutrido grupo de expertos de todo el Estado, asociados a universidades y centros de investigación, que abarcan buena parte de las áreas del conocimiento implicadas en el estudio y conservación de las aves. Este documento tiene como objetivo, por tanto, informar sobre la aplicación y utilidad del anillamiento en las diferentes aproximaciones al estudio científico de las aves que conforman la Ornitología moderna.

EL ANILLAMIENTO DE AVES EN ESPAÑA, EN CIFRAS



El anillamiento de aves en España empezó en la segunda mitad del siglo pasado. Desde entonces, se ha consolidado como uno de los estados de Europa donde más aves se anillan, con una media de unas 380.000 aves anilladas por año (Fig. 1).

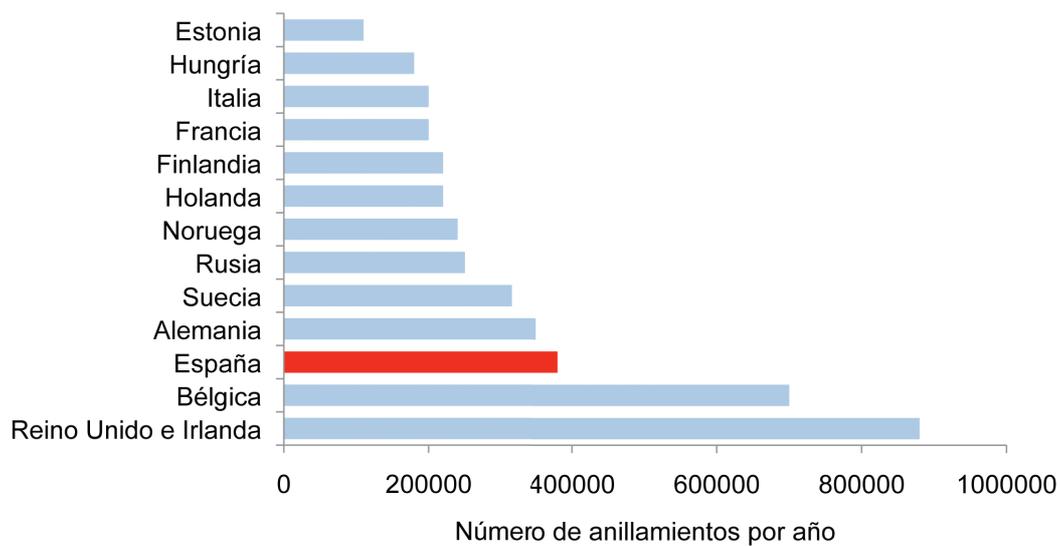


Fig. 1. Número medio de aves anilladas por año en aquellos estados europeos en los que se marcan más de 100.000 aves anualmente.



En paralelo, según la lista de la Universidad de Stanford^[3], España es uno de los países europeos con mayor número de investigadores especializados en Ornitología, después de Reino Unido (Fig. 2). De esto puede deducirse que existe una alta relación entre el volumen de anillamientos y la actividad científica en Ornitología. Además, téngase en cuenta que España es un territorio con un elevado número de endemismos o que acoge los mayores contingentes de varias de las especies más amenazadas de Europa.

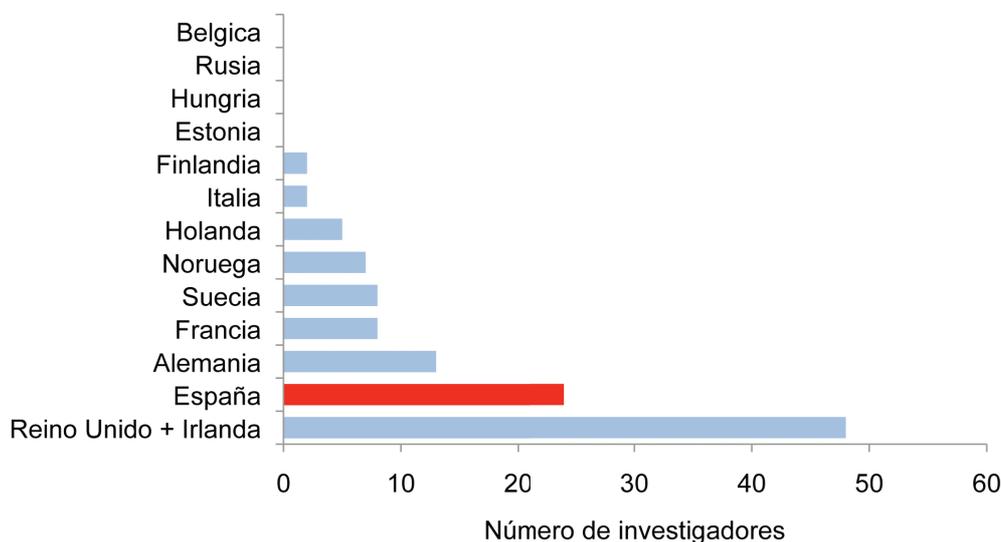


Fig. 2. Número de investigadores altamente citados en el área de la Ornitología, según la lista de la Universidad de Stanford.

En la actualidad, el anillamiento de aves en España se realiza a través de cuatro Oficinas de Anillamiento: la Sociedad de Ciencias Aranzadi, la Sociedad Española de Ornitología (que comenzó a anillar a través del Museo Nacional de Ciencias Naturales), el actual Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico (que puso en marcha el remite de anillas 'ICONA' a partir de 1970 c.) y el Institut Català d'Ornitologia (que comienza a usar el remite "Museo de Ciencias Naturales de Barcelona" a partir de 2021). Cada una de estas oficinas mantiene su propio remite, si bien existe una adecuada coordinación entre todas ellas para garantizar el correcto funcionamiento de la actividad. En conjunto, España cuenta con un histórico de algo más de 10.000.000 de aves anilladas y 700.000 recuperaciones. En la actualidad, se anillan anualmente unas 380.000 aves al año y se obtienen unas 30.000 recuperaciones (medias obtenidas para el periodo 2000-2019). Los principales remites utilizados hoy en día son los de Aranzadi, SEO/BirdLife y el Museo de Barcelona. El antiguo remite 'ICONA' se usa solamente en proyectos muy concretos de algunas Administraciones Públicas y algunos Centros de Recuperación de Fauna. A estos hay que unir remites que se utilizaron en el pasado y que no se encuentran activos en la actualidad, como son el de Museo de Ciencias Naturales (Madrid) y el remite de la Estación Biológica de Doñana.

Los datos generados por el anillamiento en España se van incorporando al mayor repositorio mundial de datos de biodiversidad, la plataforma GBIF (Global Biodiversity Information Facility). Esta plataforma acumula ya casi 2.000 millones de registros biológicos, que proceden de 62.286 bases de datos o colecciones, pertenecientes a 1.741 instituciones. Hasta la fecha, se han publicado más de 6.200 artículos científicos que han usado los datos contenidos en la plataforma GBIF. GBIF España contiene ya algo más de 33 millones de registros, de 326 bases de datos pertenecientes a 108 instituciones. De todos ellos, más de 10 millones (esto es, una tercera parte) provienen del anillamiento, tal y como puede verse en la siguiente Tabla 1.

Entidad	Registros
SEO/BirdLife	9.203.660
Sociedad de Ciencias Aranzadi	1.327.933
Institut Català d'Ornitologia	89.762

Tabla 1. Histórico acumulado de registros de anillamiento de aves publicados en GBIF de las diferentes entidades. Nótese que algunas entidades, como Aranzadi, custodian registros que no están todavía publicados en GBIF. Aranzadi, así, cuenta con un histórico que supera el millón de registros.



El anillamiento de aves en España se desarrolla en todo el territorio pero, como es lógico, la intensidad de la actividad es mayor en las zonas más pobladas y/o que concentran un mayor número de universidades y/o centros de investigación (Fig. 3).

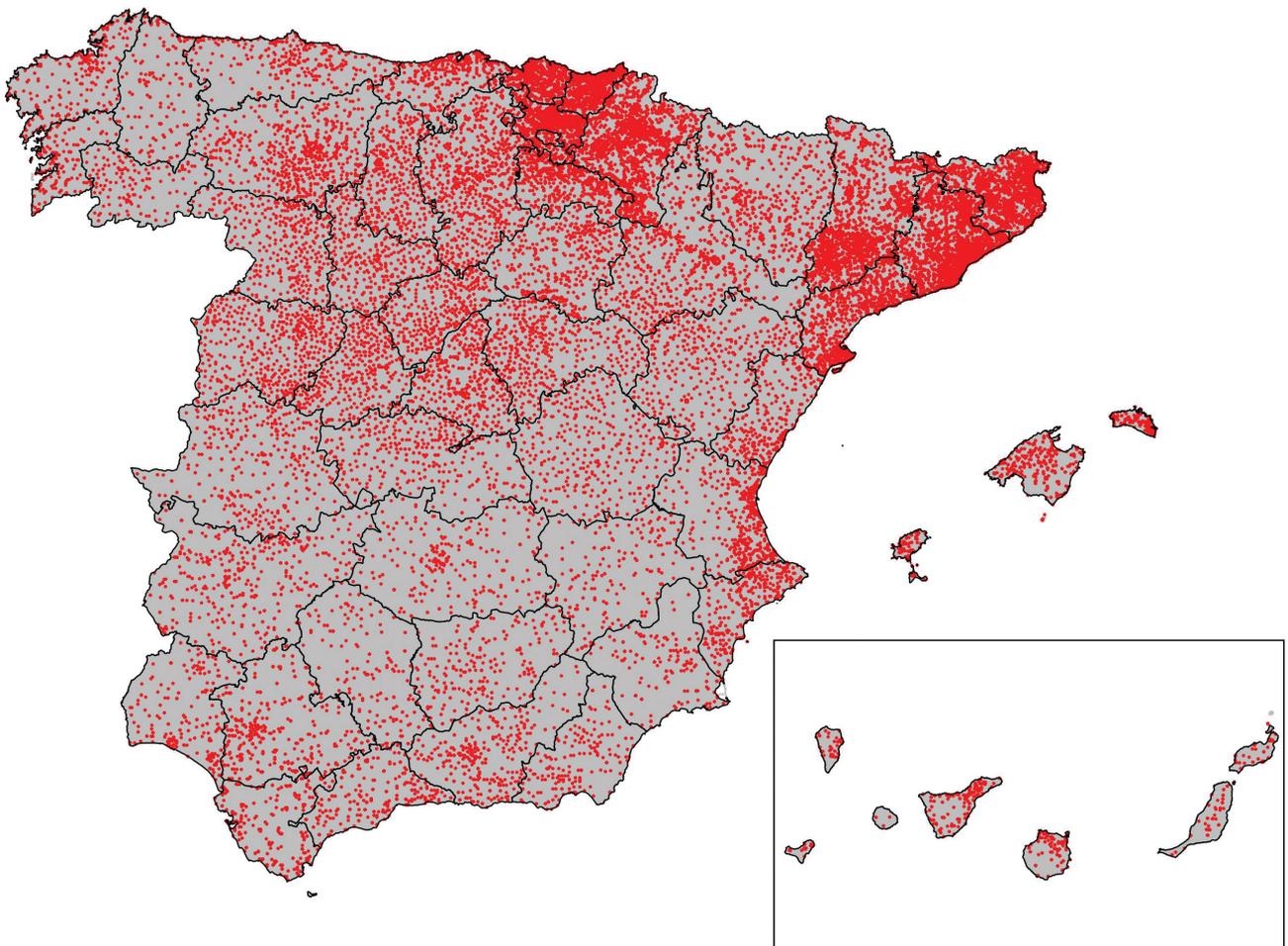


Fig. 3. Distribución geográfica de los anillamientos y recuperaciones de aves en España. El mapa muestra el histórico acumulado. Se representan aquí todas las localizaciones registradas hasta la fecha ($n = 38.436$). Téngase en cuenta que una localidad puede contener uno o más anillamientos o recuperaciones (algunas localidades incluso miles de anillamientos o cientos de recuperaciones). Es, por tanto, un mapa de carácter cualitativo, no cuantitativo.



3 MOVIMIENTOS DISPERSIVOS Y MIGRATORIOS

El anillamiento ha contribuido como ninguna otra técnica a conocer las rutas migratorias de un elevadísimo número de especies en España, tanto si son aves ibéricas como si son especies del centro o norte de Europa que cruzan la península ibérica en sus rutas hacia África, o se quedan para pasar el invierno. Desde los pioneros trabajos de Bernis^[4-7] han aparecido numerosas publicaciones que, basadas en el anillamiento, han ayudado a esclarecer las rutas, fenología y velocidades de paso de diversas especies, entre otras algunas anátidas^[8], limícolas^[9] y varios grupos de passeriformes como túrdidos^[10-12], sílvidos^[13-16], fringílidos^[17,18], emberícidos^[19] o motacílidos^[20]. En otras ocasiones, los datos de anillamientos y recupera-

ciones se han utilizado para validar patrones de distribución geográfica y la relación de tales patrones con las principales rutas migratorias^[21-25] o esclarecer la segregación geográfica por edades, sexos o poblaciones^[26-30].

Las nuevas tecnologías basadas en seguimiento satelital y geolocalizadores que registran la luminosidad proporcionan unos datos de gran calidad para analizar los movimientos de las aves con una elevada precisión, tanto espacial como temporal^[31]. Sin embargo, estas técnicas son instrumentalmente caras, se utilizan en pocas especies, normalmente de tamaño medio o grande, proporcionan datos de relativamente pocos individuos y suelen restringirse sólo a unas pocas localidades/poblaciones, con



lo que el grado de generalización de los resultados obtenidos puede tener un alcance limitado. En contraposición, el anillamiento masivo de muchas especies llevado a cabo por numerosas personas y en numerosas localidades distribuidas por todo el territorio constituye la única manera de conseguir un alto volumen de datos a largo plazo^[32,33]. Esta realidad aún puede verse más favorecida si, en el caso de ciertas especies, el anillamiento se produce en colonias de cría con el marcaje sistemático de adultos y/o pollos^[34-36]. Es obvio que el resultado de esta actividad de anillamiento masivo y generalizado suele producir resultados a corto plazo, pero el acúmulo de datos conseguidos a lo largo de muchos años siguiendo la misma metodología acaba generando muestras suficientemente grandes para establecer patrones abarcando grandes escalas espaciales y temporales^[37-40]. La clave para tener mayor eficacia en estos programas de anillamiento radica en establecer y mantener en el tiempo protocolos estandarizados con control de la localización, fechas y esfuerzo de anillamientos-recapturas que permitan análisis de datos robustos^[32,41].



Por otro lado, los movimientos dispersivos de muchas especies de aves no siempre implican largas distancias, sino que acontecen en escalas geográficas de carácter regional o local. A pesar de ello, su conocimiento tiene también importantes implicaciones en la biología de la conservación, tanto si se trata de especies amenazadas^[42] como de especies comunes. A nivel más general, poder caracterizar los movimientos locales de las aves tiene importantes implicaciones en ecología animal, al permitir analizar factores tales como la dispersión sexual diferencial, el balance energético diario, la variación estacional en las áreas de distribución, el uso diferencial del hábitat a escala regional, las respuestas a abruptos cambios meteorológicos, el uso secuencial de territorios para la reproducción en especies migratorias, etc. Los recientes desarrollos tecnológicos han llevado a la miniaturización de los dispositivos satelitales u otros medios de geolocalización^[43,44], aunque su tamaño, precisión o duración de la batería condicionan en gran medida su uso durante largos períodos de tiempo y grandes escalas espaciales en aves de pequeño o mediano tamaño. Esto es especialmente relevante en especies con un estado de conservación problemático con masas corporales inferiores a 150 g^[42,45]. En estas ocasiones, el anillamiento es el único enfoque viable a largo plazo para el estudio de varias estaciones o años, ya que proporciona registros en largos períodos de tiempo, utilizando anillas de metal de un peso mínimo que no afectan la maniobrabilidad y los costes energéticos de vuelo y locomoción cursora. El valor del anillamiento se puede incrementar con la adición de anillas u otras marcas que permiten la identificación individual a distancia sin necesidad de recapturar a las aves. Esto está especialmente indicado para especies de difícil captura, para minimizar las molestias a las aves

relacionadas con la recaptura, o cuando la probabilidad de recaptura disminuye como consecuencia de capturas anteriores^[46].

La desventaja del anillamiento está relacionada con sus registros ocasionales en comparación con los sistematizados en períodos regulares de tiempo que se obtienen con dispositivos de seguimiento a distancia (GPS, radioemisores, etc.). Esta limitación metodológica dificulta los análisis estadísticos, especialmente si no se dispone de datos detallados sobre la inversión en seguimiento para obtener tasas de recaptura fiables (tanto de la distribución espacial de las localidades de muestreo, como de la época del año y la frecuencia de muestreo)^[47]. Este es el precio a pagar por el uso de una metodología de bajo costo, que sin embargo continúa siendo especialmente adecuada cuando los recursos económicos disponibles para el seguimiento de poblaciones son escasos o inexistentes, lo cual afecta incluso a especies amenazadas. Además, el hecho de que las anillas permanezcan en las patas de las aves aumenta permanentemente su valor relativo temporal frente a otras metodologías más sofisticadas, que no aportan ninguna información una vez agotadas las baterías o cuando los animales no pueden ser recapturados para leer los datos acumulados. Es más, hay muchas especies para las que el anillamiento aporta datos de suficiente calidad, como ocurre con varias especies de passeriformes comunes^[28,48,49] y acuáticas, tales como flamencos, gargetas, moritos y gaviotas^[50-53]. Estos hechos determinan que, como se ha demostrado, exista un apoyo científico muy grande al anillamiento de aves para el estudio de sus movimientos, dada su contribución a la generación de conocimiento y a la conservación y manejo de especies escasas y en peligro de extinción^[54,55].

PARADA MIGRATORIA

4



A lo largo de sus viajes migratorios, la mayor parte de las aves necesitan parar para descansar y, sobre todo, reponer la energía consumida para afrontar con éxito las siguientes etapas de vuelo. Es importante conocer dónde se ubican estas zonas de parada y cómo son utilizadas, dada su importancia en la conservación de las aves migratorias^[56]. El análisis de parámetros como el tiempo de estancia, la tasa de engorde o la probabilidad de permanencia en cada una de estas áreas en función de factores como la meteorología^[57] o la existencia de molestias de origen humano^[58,59] es clave para entender la estrategia migratoria y determinar los factores que afectan la capacidad migratoria de las aves.

El cálculo de los parámetros arriba descritos no puede ser obtenido más que con la existencia de individuos marcados. Así por ejemplo, la recaptura de aves anilladas previamente en una estación operativa en paso migratorio permite calcular tasas de engorde o estimar tiempos de estancia en la zona^[60-63]. El estudio del comportamiento de aves en puntos de parada migratoria constituye una de las aplicaciones clásicas del anillamiento en estudios sobre migración^[64-66]. En España disponemos de algunos buenos ejemplos de trabajos que han contribuido a conocer el uso del territorio por las aves migratorias y



revelar las estrategias de múltiples especies, tanto a escala peninsular como continental y transcontinental. Algunos de estos estudios se han realizado con especies amenazadas y han sido claves para evaluar la importancia de algunos humedales ibéricos para su conservación. Ejemplo de ello son los trabajos sobre ecología de parada migratoria de la espátula común en las marismas de Santoña^[67,68] o del carricerín cejudo a lo largo de la costa cantábrica^[45] y los humedales del interior peninsular^[69-71], incluida la emblemática laguna de La Nava^[72]. Estos últimos han sentado las bases para la solicitud de catalogación del carricerín cejudo como Vulnerable en el Catálogo Español de Especies Amenazadas.

Los estudios en puntos de parada migratoria también juegan un papel muy destacado en nuestra comprensión sobre las estrategias que los migrantes de larga distancia utilizan para cruzar barreras geográficas amplias. En este contexto, debe destacarse el anillamiento en islas a través del programa *Piccole/sole*, orientado a entender el papel ecológico y evolutivo del Mediterráneo como barrera migratoria^[73,74]. Las islas pequeñas concentran un elevado número de migrantes y, como son muy pocas las especies nidificantes en ellas, se puede obtener mucha información sobre individuos en migración.

Al margen de lo ya mencionado, conocer el tiempo de parada migratoria es también fundamental a la hora de estimar el número de individuos que pasan por un lugar concreto. Como es sabido, una de las obligaciones que toda Administración estatal y autonómica tiene es la de evaluar el estado de conservación de las especies declaradas como 'elementos clave' en las Zonas de Especial Conservación (ZEC), así como de los listados de aves que han de ser objeto de seguimiento en las Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA), ambas conformantes de la Red Natura 2000. A diferencia de las poblaciones más o menos estables en el tiempo, en el caso de las aves migratorias existe un reemplazo continuo de individuos (aves que llegan y que se van). Saber cuántos individuos paran y usan un espacio concreto y cómo ese número se relaciona con el número máximo de individuos censados es un reto no menor, aunque por otro lado es una necesidad primordial para la conservación. Por ejemplo, muchos humedales de importancia internacional (Ramsar) se han declarado a partir del número de individuos de especies migratorias que paran en los mismos. Para resolver este problema no basta con censos más o menos periódicos, sino que es fundamental conocer el tiempo de parada migratoria^[75]. En el caso de España, este es un tema no resuelto para un alto número de especies en la mayoría de los espacios protegidos de la Red Natura 2000. El anillamiento, aquí, debería ser una herramienta esencial para que las Administraciones puedan cumplir con sus obligaciones.

5 REPRODUCCIÓN



En las aves, un evento reproductor abarca desde que comienza la búsqueda y selección de pareja por parte de los candidatos a progenitores hasta que los pollos nacidos alcanzan la independencia. Este proceso abarca así la búsqueda y selección del lugar donde construir el nido, la construcción y mantenimiento de éste, la puesta e incubación de los huevos y la ceba de los pollos, tanto durante su estancia en el nido como, en muchas especies, un tiempo más o menos largo después de volar. Las aves son organismos iteróparos, es decir, abordan

varios eventos reproductores a lo largo de su vida. En general, las aves de ambientes templados, como España, se reproducen durante la primavera y comienzos del verano, realizando durante este periodo al menos un evento reproductor, aunque muchas especies abordan más de uno por temporada. Muchos estudios necesarios para conocer los detalles de todos estos procesos requieren del marcaje individual y, a veces, permanente de las aves, tanto de los individuos reproductores como de los pollos. Esto solo se puede conseguir mediante el anilla-



miento científico. Además, algunos estudios requieren de otro tipo de marcas, como anillas de color con código alfanumérico (para ser leídas a distancia), transpondedores o radioemisores con el fin de poder identificar a los individuos sin necesidad de realizar capturas repetidas. En las siguientes líneas exponemos algunos ejemplos de cómo marcar individualmente a las aves ha sido imprescindible para realizar muchos estudios relacionados con la reproducción de las aves. Como en otros capítulos de este dossier, se hace especial hincapié en investigaciones llevadas a cabo en España.

Como hemos indicado, lo primero es la selección y mantenimiento de la pareja. En algunas especies esto se solapa o sucede a la búsqueda, selección y mantenimiento de un territorio, aspecto que no vamos a tratar en esta sección. En los organismos con reproducción sexual, la elección de pareja suele ser prerrogativa de las hembras y se basan para ello en algunas características más o menos perceptibles de los machos, como su coloración, su canto, su comportamiento o su nivel de heterocigosidad^[76-82]. También, combinando el marcaje individual con técnicas moleculares, se ha determinado la incidencia de cópulas extra-pareja, y sus causas y consecuencias, en algunas especies^[83-85].

Las aves deben elegir un lugar donde construir el nido, y este lugar se puede mantener o cambiar tanto en intentos reproductores sucesivos durante la misma estación reproductora, como

entre años. Es el marcaje individual, nuevamente, el que permite un seguimiento de estos cambios, que pueden luego relacionarse con el éxito de la nidada, las características de los padres, cambios en el hábitat, etc.^[86-91].

Tras elegir el lugar donde criar, la mayor parte de las aves construyen nidos más o menos elaborados, que en muchas ocasiones hay que mantener o modificar tras su construcción. La contribución relativa de los individuos reproductores a estas tareas no tiene por qué ser fija, y puede modificarse en función de circunstancias externas o de las propias características de los individuos implicados. Todas estas cuestiones precisan del marcaje individual de las aves y muchos trabajos de investigadores españoles han abordado algunas de ellas^[92-95].

Después de construir el nido, es la hembra la que, obviamente, pone los huevos, pero la incubación de los mismos puede correr a cargo de ésta, compartirla con el macho o, en unas pocas especies, ser llevada a cabo exclusivamente por el macho. Es de interés conocer la contribución de cada sexo a la incubación y el patrón de incubación, es decir, cuánto tiempo pasa incubando cada individuo y cuánto tiempo están los huevos desatendidos, tanto a lo largo del día como durante todo el periodo de incubación. También es de interés conocer qué factores, tanto ambientales como relacionados con las características de los individuos implicados, afectan al patrón y duración de la incubación. De nuevo, diversos trabajos tratan



estos temas, con la ayuda imprescindible del marcaje individual de las aves^[96-101]. En algunas especies en las que incuba la hembra, el macho le proporciona una parte de su alimento, y este comportamiento también ha sido estudiado con ayuda de marcas individuales^[102].

El marcaje individual de los pollos en el nido posibilita hacer un seguimiento de su crecimiento y desarrollo morfológico y fisiológico durante esta fase, permitiendo determinar los efectos de diferentes factores, ocurrentes de forma natural^[103-107] o experimental^[108-112] sobre estos caracteres. Como el anillamiento no suele ser posible hasta que el pollo alcanza un determinado tamaño, si es necesario seguir a los pollos desde su nacimiento se han utilizado diferentes métodos para el marcaje temprano, como pintar diferentes partes del cuerpo, cortar las uñas o usar cintas de colores^[104,105,113], para luego anillarlos cuando alcanzan el tamaño adecuado. Este marcaje individual es también necesario cuando se quiere estudiar el efecto de diferentes tratamientos experimentales en pollos del mismo nido^[114,115] o en casos en los que se han cambiado pollos entre nidos, para discernir entre los efectos genéticos y ambientales en la determinación de un carácter^[108,110].

Desde que nacen, y al menos durante su estancia en el nido, los pollos son alimentados, en general, por los dos padres. Diferentes trabajos, que han implicado el marcaje individual de padres y/o pollos, muchas veces acompañado de grabaciones, se han enfocado en cuestiones

como la temporización de las cebas, la contribución relativa de cada padre, el reparto de comida entre los pollos presentes o la respuesta de alguno de los padres ante diversas situaciones de estrés generadas experimentalmente^[116-123]. Por otra parte, algunas especies de aves tienen "ayudantes de cría", individuos que colaboran con los padres en la atención a los pollos. Este comportamiento también ha sido estudiado en España mediante el uso de marcas individuales^[124,125].

Una vez los pollos abandonan el nido, su marcaje individual es imprescindible para su seguimiento posterior. En esta sección nos centraremos en dos aspectos principales. El primero es que los pollos todavía dependen de los padres durante un tiempo tras dejar el nido; el segundo es que, considerando que el fin último de la reproducción es dejar descendientes que se incorporen a la población reproductora, conocer la supervivencia de los pollos hasta su madurez reproductora y las causas que la condicionan es muy relevante. Ambos temas han sido objeto de numerosos estudios de campo^[126-134].

En resumen, el estudio detallado de la reproducción, así como del análisis de los diferentes factores que modulan las diferentes etapas de este proceso, muy a menudo requiere del marcaje individual de ejemplares, tanto adultos como pollos. En este contexto, el anillamiento resulta una técnica indispensable e insustituible permitiendo obtener información sobre los factores que inciden en el desarrollo y éxito reproductor de las aves.

6 DEMOGRAFÍA



Los procesos demográficos, es decir el balance entre nacimientos y muertes y entre inmigración y emigración, así como los factores que los influyen, determinan por qué las poblaciones aumentan o disminuyen. Mientras que las variables relacionadas con la fecundidad (nacimientos) han sido muy estudiadas (véase en este contexto, también, el Capítulo 5), estimar la probabilidad de supervivencia o la dispersión a otra localidad requiere el seguimiento de un número elevado de individuos. Además, para averiguar los factores ambientales y/o antrópicos que condicionan la mortalidad o dispersión de las especies, el seguimiento tiene que durar un periodo de tiempo suficientemente largo para poder establecer con robustez relaciones de causa-efecto. Este tipo de seguimientos a largo plazo son fundamentales para entender, por ejemplo, cómo las aves están respondiendo al cambio climático y su impacto sobre su demografía, fenología y ecología. Por otro lado, no todos los individuos son iguales en cuanto a sus probabilidades de supervivencia, dispersión o respuestas a cambios ambientales, pues éstas variarán en función del sexo, la edad o las características morfológicas, entre otras variables, por lo que el número de individuos a seguir debe ser elevado y representativo. Estos estudios son imposibles de realizar sin recurrir al anillamiento que permite un seguimiento longitudinal a lo largo de la vida de los individuos.

Los primeros estudios en este sentido siguieron aproximaciones sencillas, basadas en la proporción de individuos recapturados para estimar supervivencias mínimas o longevidades^[135,136]. A partir de la década de 1970 tuvo lugar un intenso desarrollo de modelos matemáticos que permitió obtener mejores estimas de la supervivencia y probabilidad de dispersión, entre otros parámetros demográficos, teniendo en cuenta la probabilidad de detección de un animal marcado^[137]. El desarrollo de estos modelos ha permitido grandes avances en el conocimiento de los procesos demográficos subyacentes a la dinámica de poblaciones silvestres. Este conocimiento es fundamental para la protección de especies en un estado de conservación desfavorable o para la gestión de las especies invasoras o de interés cinegético^[36,126,138-140].

La integración de las estimas de supervivencia y fecundidad en modelos demográficos que tengan en cuenta su variabilidad debida a factores estocásticos constituye la base de los análisis de viabilidad poblacional, que permiten estimar la probabilidad de extinción de la población en diferentes escenarios y por tanto

contribuyen a la selección de las mejores estrategias para la conservación o el control de las especies^[141]. Si este tipo de modelos se acopla a una serie temporal larga de estimas de la abundancia de la población, esta información contribuye a mejorar las estimas de los parámetros demográficos y la comprensión de los procesos que moldean la dinámica de las poblaciones. Los modelos integrados de poblaciones se han aplicado en España para estimar el tamaño de la población no reproductora de especies de máximo interés para la conservación, como el quebrantahuesos, así como identificar y cuantificar el impacto de los factores que condicionan su demografía^[142,143]. Estos modelos permiten determinar por ejemplo el momento óptimo de suelta (aquel en el que se maximiza la probabilidad de sobrevivir) en el caso de especies amenazadas que son reintroducidas en el medio natural^[144].

A partir de los programas de anillamiento continuado en España se han publicado los parámetros demográficos de más de 40 especies de aves autóctonas. Las aves marinas y las asociadas a humedales han sido objeto de diversos estudios, incluidas varias especies de pardelas y paíño europeo^[145-147], flamenco común^[148], morito común^[149], cormorán moñudo^[150], focha moruna^[151], chorlitejo patinegro^[139], chocha perdiz^[140] o gaviotas^[51,152-155]. Asimismo, se han publicado también estimas de estos parámetros para varias especies de rapaces diurnas^[156-164] y una nocturna^[165]. En cuanto a paseriformes, los diferentes estudios llevados hasta la fecha aportan estimas para aproximadamente una veintena de especies^[30,166-177]. Aunque estos resultados han supuesto importantes avances, en su conjunto estas especies representan aún un pequeño porcentaje de las existentes en la avifauna ibérica.

La generación de bases de datos que recopilan la supervivencia de una amplia diversidad de especies que difieren en sus historias de vida está sirviendo para comprender las presiones evolutivas que las moldean. Hoy en día existen varios proyectos internacionales que se nutren, en el caso de las aves, de los resultados de estudios basados en anillamiento. Aquí cabe citar las bases de datos COMADRE^[178], *Demography Across the Tree of Life* y *The Amniote Life History Database*^[179] o *SPI-Birds Network & Database* (NIOO, Países Bajos).

Finalmente, la estandarización del esfuerzo de captura en una misma localidad a lo largo de los años permite obtener índices de abundancia, productividad y supervivencia que informan de las tendencias demográficas de las especies y, en consecuencia, permiten evaluar su estado de conservación. Aunque los índices de abundancia también se pueden conseguir mediante conteos, los que están basados en anillamiento generan información adicional sobre la composición de sexo y edades de la población o la evolución de la condición física de los individuos, además de información sobre su productividad a partir de la proporción de jóvenes en la muestra, que es imposible obtener con los censos. Por este motivo se han desarrollado diversos programas de seguimiento basados en estaciones de esfuerzo constante: PASER y EMAN a nivel estatal y SYLVIA en Cataluña, que están generando información importante para evaluar las tendencias demográficas, especialmente de paseriformes^[180-183].



Tagus Ringing Group



7 ENFERMEDADES

El anillamiento de aves permite obtener valiosa información sobre la incidencia y el impacto de distintos patógenos sobre la biología de las aves. Del mismo modo permite obtener información relevante para la vigilancia e investigación en diversas enfermedades zoonóticas que pueden amenazar al ser humano. Un ejemplo relevante lo constituye la investigación sobre las garrapatas y las infecciones por ellas transmitidas. Es difícil que un único investigador pueda recoger muestras de un elevado número de garrapatas porque su presencia en las aves no alcanza prevalencias elevadas. Sin embargo, la

colaboración entre anilladores y microbiólogos a lo largo de toda Europa ha permitido identificar algunos de los patógenos que viajan en las garrapatas presentes en las aves migratorias. De esta manera Hoffman *et al.* (2018)^[184] detectaron la presencia del virus Alkhurma en garrapatas de aves capturadas en Grecia y Turquía. Este virus se ha detectado infectando humanos en África y Arabia Saudí y puede producir fiebres hemorrágicas. Mediante esta colaboración se pudo valorar el riesgo de introducción en Europa. Este tipo de colaboraciones entre anilladores e investigadores en salud animal y salud



pública es previsible que permita obtener estimas más realistas de los flujos de garrapatas entre continentes o entre distintos países debido a los movimientos de las aves silvestres. Del mismo modo, los rápidos avances en el diagnóstico y detección molecular de patógenos ya están permitiendo mejorar el conocimiento que tenemos del patobioma presente en las garrapatas y otros ectoparásitos hematófagos. La colaboración de los anilladores parece prioritaria para el progreso de esta línea de investigación^[185,186].

El anillamiento ha permitido también obtener información detallada sobre el impacto que distintos patógenos tienen sobre la salud de las aves y sus poblaciones. Así, la recaptura de individuos previamente anillados permite estimar la transmisión de patógenos y su impacto sobre la supervivencia de las aves a largo plazo, tal como se vio en una investigación sobre viruela aviar en una población de serín verdeillo^[187]. En otros estudios, la combinación de estas técnicas de captura-recaptura con tratamientos de medicación ha permitido determinar el impacto de parásitos del género *Haemoproteus* sobre la salud de las aves silvestres. Durante muchos años se ha considerado que los protozoos del género *Haemoproteus* no tenían efectos negativos sobre la salud de las aves silvestres, pero al

eliminar o reducir la presencia de estos parásitos en algunos individuos mediante tratamientos farmacológicos en el campo se pudieron cuantificar los importantes efectos negativos de estos parásitos sobre la supervivencia de las aves^[188].

En general, el impacto que los patógenos pueden tener sobre las poblaciones de las aves ha sido poco estudiado y es necesario que el anillamiento contribuya a mejorar nuestros conocimientos. En este sentido, la aplicación de la aproximación *One Health* ha de contribuir a mejorar la salud humana, animal y ambiental. Los anilladores pueden aportar información de gran valor para mejorar nuestro conocimiento científico y gestión del riesgo que suponen las zoonosis. Es cierto que algunos programas basados en la observación de aves en el jardín han permitido obtener información relevante sobre la expansión de algunas enfermedades. Este es el caso del programa FeederWatch que permitió seguir la expansión de *Mycoplasma gallisepticum* en las poblaciones de camachuelo mexicano en Estados Unidos^[189]. Sin embargo, en la mayoría de los casos es necesario un examen más detallado de las aves, el reconocimiento a nivel individual de los individuos o la aplicación de medicamentos para poder estudiar en detalle la transmisión e impacto de estos patógenos.

MORFOLOGÍA



El anillamiento de aves proporciona la oportunidad única de cuantificar la dimensión y forma de diversas estructuras y características externas de aves vivas, lo que se conoce como información morfológica, biométrica o morfométrica. Las medidas morfológicas más frecuentemente obtenidas durante el proceso de anillamiento se pueden clasificar en tres tipos: **(1)** medidas del aparato de vuelo: longitudes del ala, plumas primarias, cola y fórmula alar; **(2)** medidas esqueléticas: longitudes del tarso y dimensiones de pico y cráneo; y **(3)** medidas de condición física: masa corporal e índices de grasa y músculo^[190,191].

Todas estas medidas tienen el potencial de variar en el espacio y en el tiempo, entre y dentro (e.g. sexos, edades) de especies y poblaciones^[192-195]. Esta variación es el resultado de diferentes presiones ambientales y procesos históricos, por lo que presenta un gran potencial a la hora de evaluar hipótesis ecológicas y evolutivas. Igualmente, muchos de estos datos, y particularmente los asociados a índices de condición corporal, pueden ser empleados como un termómetro del estado de salud y conservación de las poblaciones de aves, sirviendo como sistemas de alerta temprana en un contexto de rápida alteración antrópica de los



ecosistemas^[196]. A continuación hacemos una síntesis de las hipótesis y patrones de variación morfológica que han sido más habitualmente explorados con información derivada del anillamiento en España.

Un primer aspecto clave por el cual las medidas del aparato de vuelo y esqueléticas son relevantes en ornitología es que se pueden emplear independientemente o combinadas para estimar el tamaño de las aves. La determinación del tamaño es esencial en cualquier estudio que emplee la masa corporal como índice de condición física, ya que posibilita eliminar el efecto del tamaño general del ave (e.g. las aves más grandes son también más pesadas) para obtener medidas de condición corporal independientes de aquel^[197]. Esta aproximación de estima de la condición física es relativamente inmediata y barata, por lo que es de uso habitual en muchos estudios ornitológicos. Entre otros muchos ejemplos, las medidas de masa corporal corregida por el tamaño obtenidas a través del anillamiento se han empleado en España para ilustrar cómo la abundancia y disponibilidad de frutos^[198], las diferentes estrategias de uso del espacio durante el invierno^[199] o el grado de urbanización del entorno pueden influir en la condición de las aves^[200]. Aunque esta corrección por el tamaño no resulta necesaria cuando se analizan códigos de grasa o músculo^[201], la variación y precisión de estos últimos es normalmente menor y no mejoran, aunque sí comple-

mentan la información que se obtiene a partir de la masa corporal. En concreto, los códigos de grasa pueden resultar particularmente útiles para informar sobre la cantidad de energía disponible para el vuelo en aves en migración^[71,202,203]. En algunos casos, por ejemplo en pollos en proceso de crecimiento que no han alcanzado su tamaño definitivo, la masa corporal por sí sola, pero estandarizando la edad de los pollos a la que es tomada, es útil en estudios de seguimiento de poblaciones durante la reproducción. De tal manera, la masa corporal puede ser un buen indicador de la capacidad y estrategias de los padres al aprovisionar a sus pollos^[204,205] y es, en algunos casos, un buen predictor de la supervivencia de los jóvenes y de su probabilidad de incorporación a la población como reproductores^[129,168].

La variación natural en las medidas del aparato de vuelo y esqueléticas puede ser útil para diferenciar algunos grupos de aves conflictivos, como puede ser la distinción de especies o subespecies crípticas^[191,206,207], o la separación de machos y hembras en especies monocromáticas^[208-216], siendo este el campo más inmediato y prolífico de uso de datos morfológicos derivados del anillamiento en España y otros países. Además, el tamaño y/o proporciones de algunos rasgos morfológicos se ha demostrado que puede tener un importante papel en la atracción de pareja y en los procesos de selección sexual, como ocurre con la cola de la golondrina



común^[217], aunque el diseño morfológico está también muy determinado por procesos de selección natural^[218].

En el caso de la morfología de vuelo, la influencia de la selección natural se evidencia en la enorme variación que existe en las dimensiones y forma de las alas (fórmula alar) y la cola de las aves^[219]. Uno de los principales modeladores del diseño de las alas son los requerimientos de vuelo. Distintos estudios han mostrado que las aves que realizan viajes migratorios más largos, que son más móviles en el día a día, que realizan vuelos nupciales o que tienen una mayor capacidad de dispersión natal presentan alas más largas y puntiagudas^[220,221]. Partiendo de este supuesto, múltiples estudios han empleado la variación en el aparato de vuelo entre grupos de aves para analizar la posible relación con su propensión a volar^[199,222] y su comportamiento migratorio^[223-225]. Una de las peculiaridades de la península ibérica es que en ella confluyen durante el periodo no reproductor grandes contingentes de aves migratorias procedentes del

centro y norte de Europa. Estas aves norteñas coinciden en los mismos hábitats con aves reproductoras ibéricas que migran distancias menores e incluso, en algunos casos, son sedentarias. En las estaciones de anillamiento que están en funcionamiento a lo largo del año, este fenómeno se manifiesta en un aumento drástico en los valores de algunas medidas morfológicas fuera del periodo de reproducción^[226-228], sobre todo en aquellos rasgos del aparato de vuelo que se asocian con la distancia de migración (i.e. longitud y forma del ala) y que normalmente están más desarrollados en aves llegadas de localidades más septentrionales. En algunos casos, esta variación morfológica puede ser suficientemente grande para desarrollar métodos efectivos de diferenciación poblacional^[207,229,230], que han sido la llave para estudios posteriores sobre la ecología no reproductiva de poblaciones de diferente origen que conviven en simpatria, con importantes implicaciones para su conservación^[196,231]. Aunque la mayor parte de estos estudios morfológicos centrados en el tamaño y forma de las alas han sido desarrollados por





grupos concretos de anillamiento o investigación en áreas geográficas restringidas, la morfología puede ser un buen complemento en estudios colaborativos, entre los que existen algunos ejemplos ilustrativos en España. Por ejemplo, a través de la colaboración de anilladores y científicos españoles, o de éstos con colegas extranjeros, se han abordado diversas cuestiones sobre diversificación fenotípica^[232,233], conectividad migratoria^[28,234,235] o variación en composición poblacional durante el invierno en una región geográfica amplia^[236]. Todos estos estudios no habrían sido posibles sin la existencia de una extensa red de anilladores voluntarios.

La migración y la propensión a tener desplazamientos de mayor distancia también pueden afectar a las medidas esqueléticas, siendo los tarsos y picos normalmente más cortos en las aves más móviles para reducir los costes de transporte. Esto parece contribuir a que la variación en el tamaño del pico y su forma sea menor en las aves migratorias en comparación con las sedentarias^[237]. En general, los rasgos esqueléticos y sus adaptaciones han recibido mucha menor atención por parte de los ornitólogos españoles que los rasgos del aparato de vuelo. Las interpretaciones sobre las diferencias observadas entre especies y poblaciones en el tamaño del pico o el tarso pueden ser muy complejas, pudiendo haber diversas pre-

siones de selección influyendo en la configuración final de estos rasgos. Así, la longitud del pico se ha relacionado con la eficiencia en el acicalamiento de aves limícolas, empleando más tiempo las especies de picos más largos en esta actividad^[238]. Entre las aportaciones más relevantes sobre diversificación del pico en España están los estudios llevados a cabo con piquituerto común, donde las diferencias observadas en la orientación del cruce del pico y las dimensiones de este y del tarso parecen estar relacionadas con las especies de pinos más comunes en cada región y las estrategias de explotación de sus piñas^[239-242]. Igualmente, la longitud del tarso parece estar relacionada con diferencias en las estrategias de alimentación. Así, el tarso más corto de los herrerillos comunes de la España peninsular en relación al herrerillo canario se asocia a una mayor propensión de los primeros a suspenderse de las ramas y colgarse boca abajo en la búsqueda de alimento^[243].

En resumen, los datos morfológicos derivados del anillamiento proporcionan información tremendamente útil y difícilmente accesible por otros medios, la cual ha permitido revelar patrones crípticos de diversidad funcional y condición física que no hubiera sido posible detectar sin la captura, anillamiento y examen en mano de aves vivas.

EBD-CSIC



EBD-CSIC



9 MUDA



La sustitución periódica de las plumas, o muda, es el proceso a través del cual las aves mantienen y ajustan la funcionalidad de su plumaje a lo largo del tiempo. Aunque la muda ha sido tradicionalmente objeto de poca atención en los estudios ornitológicos e incluso infravalorada, hoy en día por fin se le atribuye una importancia equiparable a la que se le otorga a otras actividades clave del ciclo anual de las aves, como la reproducción o la migración^[244]. Nuestro conocimiento sobre la muda no sólo ha estado lastrado por este prejuicio sobre su relevancia, sino también por su dinamismo y complejidad,

ya que existen diversos procesos y patrones, potencialmente interrelacionados, que deben ser considerados a la hora de describir de forma detallada el proceso de muda^[245]. Una de las principales dificultades para el estudio de la muda es que la variación natural en la mayoría de los parámetros que se usan para caracterizarla sólo puede documentarse de forma exhaustiva con el ave en mano. Esta circunstancia, unida a la capacidad de los anilladores para describir muchos de los procesos y patrones de la muda a partir de características del plumaje, convierte al anillamiento en una fuente



de primera importancia para la obtención de información empírica sobre esta actividad del ciclo anual de las aves.

A la sombra de los estudios migratológicos iniciados desde el origen del anillamiento a finales del siglo XIX, esta actividad contribuyó lentamente a avanzar en el conocimiento de la muda, centrándose particularmente en su utilidad para asignar la edad de los individuos capturados^[191,246]. Un hito en la historia del estudio de la muda fue el desarrollo durante la década de 1960 de la primera ficha para el registro estandarizado de este proceso, conocido convencionalmente como "ficha de muda"^[247]. La generalización de su uso dio lugar a los primeros proyectos colaborativos sobre muda entre anilladores y la publicación de estudios pioneros sobre su fenología, secuencia y duración en aves paseriformes^[248]. Sin embargo, tanto la cumplimentación detallada de estas fichas, como su informatización y análisis posterior, son tareas laboriosas, en muchas ocasiones difíciles de encajar en las saturadas rutinas y planes de trabajo de anilladores, oficinas de anillamiento e investigadores. Esta circunstancia explicaría por qué el estudio de la muda no se ha convertido todavía en una prioridad en los planes de seguimiento de aves a través del anillamiento, aunque esta situación está en proceso de cambio. En la actualidad, muchas oficinas de anillamiento están simplificando considerablemente los códigos de muda y sus procedimientos de evaluación para facilitar la labor de los anilladores y que el registro de los datos de muda no comprometa los tiempos de manipulación de las aves. Esta circunstancia

permitiría recabar información sobre multitud de individuos en amplias áreas geográficas para aquellos parámetros de la muda que son más fácilmente evaluables en el campo (e.g. fenología, extensión e intensidad), a la vez que útiles a la vista de las nuevas metodologías de análisis^[249].

Aunque con un pequeño desfase, la historia del estudio de la muda en España se ajusta al cronograma general esbozado arriba, donde el grueso de las contribuciones científicas se centran en descripciones de fenología, secuencia y extensión de la muda, y su aplicación potencial a la determinación de la edad de las aves (véase la ingente labor de Javier Blasco-Zumeta, www.blascozumeta.com). En este sentido, se ha realizado una contribución muy significativa en lo que se refiere a especies de aves de distribución mediterránea^[250-252], (cuasi) endemismos ibéricos^[253,254] y macaronésicos^[255-257], así como en aves rapaces^[258-262]. Últimamente, además, se vienen desarrollando también trabajos de carácter más metodológico para describir procesos de muda poco habituales, como la muda suspendida en el caso del piquituerto común^[263]. Los datos recogidos en España han evidenciado diferencias entre las poblaciones ibéricas y sus conoespecíficos de otras partes del continente en características como la extensión de la muda^[264-266], las tasas de crecimiento individual y calidad de las plumas^[267-269] y el grado de solapamiento entre muda posnupcial y reproducción^[270-272]. Las diferencias en el comportamiento migratorio entre especies, pero también entre poblaciones de la misma especie, son uno de los facto-



res que parecen contribuir más a la variación en la duración y extensión de la muda así como en la calidad del plumaje resultante. Muchas investigaciones llevadas a cabo con datos de anillamiento recogidos en España, o desde su comunidad de ornitólogos empleando datos bibliográficos generales derivados del anillamiento, han puesto de manifiesto la importancia de la migración y las presiones temporales asociadas a ella en la evolución y diversificación actual de las estrategias de muda^[273-275], así como a postular otras características de la historia vital de las aves (e.g. dicromatismo sexual, gregarismo, preferencias de hábitat) que han podido contribuir también de una forma significativa a la diversidad de estrategias de muda^[276-278]. A estas tendencias generales de estudio de la muda habría que añadir decenas de trabajos sobre cuestiones diversas, entre las que el es-



tudio de la coloración y la expresión de rasgos sexuales del plumaje sería otra temática recurrente^[121,279-281].

Esta somera revisión sobre la relación entre el anillamiento y el estudio de la muda en España refleja que la mayor parte de las publicaciones encontradas provienen de proyectos e iniciativas individuales o de grupos de anilladores o de investigación restringidos. A pesar del limitado apoyo que las iniciativas de proyectos coordinados sobre muda han recibido hasta la fecha (Programa Muda en 2009 y Proyecto Ibermuda en 2019), en su conjunto, la comunidad de ornitólogos españoles ha contribuido de forma muy notable en el contexto internacional a ampliar el conocimiento sobre la muda. Esta circunstancia plantea el tremendo potencial que un estudio coordinado a nivel estatal podría tener si se consiguiera abarcar una parte significativa de la gran variación climática del territorio, lo que permitiría explorar los factores ambientales que influyen sobre la muda. Como ya se ha mencionado anteriormente, una mayor participación del colectivo de anilladores podría mejorar a través de una simplificación de la toma de datos de muda que busque el compromiso más realista posible entre la calidad y la cantidad de la información a reunir. Igualmente, la consolidación de una red estable de colaboradores por todo el territorio sería el punto de partida ideal para otros proyectos más ambiciosos de seguimiento y biomonitorización, ya que la muda y las plumas tienen un potencial prometedor como centinelas de las condiciones ambientales^[282-284].



10

IDENTIFICACIÓN Y TAXONOMÍA

La identificación de aves ha avanzado considerablemente durante las últimas décadas, en buena parte gracias a la aparición de guías de campo cada vez más detalladas y que aportan nuevos criterios para identificar incluso las especies más parecidas entre sí. Contamos, así, con gran cantidad de guías tanto de carácter general^[285,286] como especializadas en grupos taxonómicos concretos^[287,288]. Algunas de estas guías van más allá de la identificación del ave a distancia y abordan el examen de caracteres que sólo pueden ser observados con el ejemplar en mano^[191,246,289,290], sin olvidar el gran trabajo de Javier Blasco-Zumeta llevado a cabo íntegramente en España:

(www.blascozumeta.com)

Sea cual fuere el caso, el examen de aves en mano, capturadas en contextos de anillamiento científico, ha sido y sigue siendo clave para avanzar en su identificación taxonómica y sistemática. Ello es así porque sólo con el ave en mano pueden medirse ciertas variables (como la morfología, ciertos detalles del plumaje o la muda) imposibles de obtener de otro modo. Asimismo, la captura del ave también es esencial en la toma de muestras que posteriormente se usan para la extracción de material genético, esencial en la sistemática moderna.

Una revisión sobre los artículos científicos publicados en España en materia de identificación y taxonomía muestra un sesgo hacia los paseriformes, con atención especial a las poblaciones



insulares, que a menudo constituyen endemismos. En Baleares, así, ha habido varios estudios sobre currucas, como la balear, sarda y subalpina (esta última antes considerada una subespecie de la curruca carrasqueña)^[291,292], papamoscas gris^[293-295] o piquituerto común^[239]. En el caso de Canarias, también hay numerosos trabajos referentes a sus especies endémicas o de distribución muy restringida, especialmente passeriformes: bisbita caminero^[296], tarabilla canaria^[257], mosquitero canario^[297,298], pinzón azul de Tenerife y pinzón azul de Gran Canaria^[255,299-303], herrerillo canario^[304,305] y el reciente estudio que propone la separación del pinzón canario del pinzón vulgar^[306]. En el ámbito peninsular, una de las especies que más trabajos ha generado en los últimos años a nivel taxonómico y también a efectos de identificación es el mosquitero ibérico^[206,254,307-310], considerada subespecie del mosquitero común hasta el año 2000^[311]. En este apartado también podríamos comentar el caso del escribano palustre iberoriental y el escribano palustre iberoccidental^[207,312,313], ambas subespecies endémicas de la Península y de distribución muy limitada.

Además de las especies mediterráneas o de distribución meridional, abundan los trabajos sobre especies politípicas de amplia distribución global, pero con subespecies o poblaciones que de

manera más o menos exclusiva están presentes en la península ibérica. Así, hay diversos estudios de especies como el mirlo acuático europeo^[314-320], ruiseñor pechiazul^[11,321-325], lavandera boyera^[326,327] o collalba gris^[328,329]. Por otro lado, también encontramos algunos trabajos relativos a especies complejas de identificar, especialmente en determinados grupos de edad o sexos (normalmente, subadultos y hembras), como la separación de juveniles de estornino negro y pinto^[330] o de híbridos entre colirrojo tizón y colirrojo real^[331], así como gorriónes^[332-335]. Adicionalmente, el anillamiento puede ser una forma de documentar con precisión aquellas observaciones de aves raras de muy compleja identificación, que requieran el uso de biometría o de muestras para su análisis de ADN para su correcta asignación.

El papel del anillamiento en el ámbito de la identificación de especies y subespecies, como se ha visto, es importante. Pero también lo es, muy a menudo, a la hora de determinar las edades o sexos dentro de las especies. No debe olvidarse que el conocimiento de la estructura de las poblaciones (en diferentes clases de edad o proporción de sexos) es básico a la hora de abordar múltiples estudios demográficos y ecológicos. En este ámbito, el anillamiento permite, a través de procesos de captura y marcaje, examinar los



rasgos útiles para diferenciar clases de edad o para identificar el sexo^[191]. Esto es especialmente útil en aves de pequeño tamaño. Además, los criterios utilizados para determinar la edad y el sexo están en continua revisión y mejora, de tal modo que siguen apareciendo avances en este ámbito^[230,336,337]. Analizando las publicaciones generadas en España, hallamos varias decenas de trabajos que aportan criterios para separar la edad y/o sexo de los ejemplares, la gran mayoría centrados en paseriformes, si bien los no paseriformes están siendo objeto de un interés creciente también en este ámbito. Entre los paseriformes, así, encontramos estudios sobre las ya mencionadas especies de Canarias^[255,257,298], alcaudón meridional^[338-340], córvidos como la chova piquirroja^[341] o el rabilargo ibérico^[212], pájaro moscón^[342], alondra ricotí^[343], cetia ruiseñor^[344], zarcero bereber^[345], currucas como la rabilarga^[346], treparriscos^[347], zorzal común^[348], petirrojo europeo^[209,349], mirlo acuático^[208,336], acentor alpino^[350], algunos fringílidos como el verderón común^[351], jilguero europeo^[352] y jilguero lúgano^[353,354], o embercizados como el escribano triguero^[355]. De entre los no paseriformes, pueden destacarse los trabajos dedicados a algunas especies de aves marinas, como la pardela balear^[356] o gaviotas como la

patiamarilla^[357-359] y reidora^[360], varias especies de rapaces, tanto diurnas como nocturnas^[214,258,361-365], chotacabras cuellirrojo^[366] o vencejo real^[367], entre otras.

En conclusión, la producción bibliográfica generada en España sobre temas relacionados con la identificación de la edad o el sexo de los individuos, así como con la identificación de especies, es bastante prolífica, sobre todo a partir de la década de 1990. Se ha hecho un esfuerzo notable en aquellas especies o poblaciones de carácter insular, fueran endemismos o no, en rapaces, en algunos paseriformes comunes, así como en especies que han sido objeto de investigación por otras causas y para las que, por motivos prácticos, ha sido necesario diferenciar edades o sexos. De cara al futuro, será necesario ahondar en el estudio de los efectos que diferentes factores ambientales pueden tener sobre las variaciones regionales que podemos hallar en la diferenciación de edades o sexos a partir de rasgos morfológicos o de coloración y estructura del plumaje. Además, los constantes cambios taxonómicos acontecidos durante las últimas décadas auguran la necesidad de mantener una actualización y revisión permanente de los criterios de identificación^[368].

11

CONSERVACIÓN



La conservación de la biodiversidad es uno de los retos más importantes de nuestra sociedad así como un compromiso ineludible de los investigadores implicados en el estudio científico de la vida. El anillamiento de aves, con su extensa red internacional de colaboradores e instituciones, ha estado siempre al servicio de ese objetivo^[369] y se ofrece como una base documental con la que estudiar los problemas de conservación^[65]. No pretende competir con la calidad o inmediatez de la información ofrecida por otras aproximaciones más avanzadas^[370,371], sino poner

en valor la utilidad de una metodología y unos datos acumulados durante décadas para comprender el pasado y predecir el futuro de las poblaciones de aves.

El anillamiento, concebido como parte de un programa de seguimiento integrado de las poblaciones de aves^[372], ofrece una perspectiva temporal de la distribución, evolución poblacional y problemas de conservación de las aves útil en su manejo conservacionista que podemos abordar desde tres perspectivas complementarias:



(1) Estudios poblacionales. La conservación de las aves implica el estudio de las interacciones de sus individuos con el ambiente a fin de diagnosticar las causas de su declive. Para ello, se sugieren hipótesis sobre los factores implicados en el declive de las aves, así como el lugar y las fases de su ciclo vital en las que actúan y se validan posteriormente a partir de las evidencias resultantes del estudio de sus poblaciones. En este contexto, el marcaje con anillas permite el control de los individuos estudiados aportando datos de alta calidad por tres razones fundamentales. En primer lugar, porque la individualización de los animales estudiados es necesaria para controlar los problemas de pseudo-réplica (uso de los datos de un mismo individuo como si fueran independientes) que pueden comprometer las certidumbres estadísticas obtenidas en la validación de nuestras hipótesis. En segundo lugar, porque este seguimiento 'longitudinal' (a lo largo de la vida del individuo) nos aporta una perspectiva temporal sobre su supervivencia, reproducción, flexibilidad fenotípica o vulnerabilidad a ciertas infecciones muy útiles en el diagnóstico de su estado de conservación^[373,374]. Y, en tercer lugar, porque los extensos bancos de datos de anillamiento pueden ofrecernos una información muy útil sobre el lugar, momento,

edad y circunstancias de la muerte de las aves con la que realizar un primer diagnóstico de sus problemas de conservación^[140,375-378].

(2) Estudio de la conectividad. Las aves son animales particularmente móviles que, en mayor o menor medida, ocupan espacios diferentes a lo largo del ciclo anual. Esto da lugar a una variedad de patrones de desplazamiento que complican su conservación ya que la alteración de cualquiera de las zonas que visitan en su ciclo anual puede comprometer la supervivencia de las poblaciones^[56]. En este contexto, la cartografía de las áreas ocupadas por las poblaciones de aves a lo largo del ciclo anual es clave para su conservación, especialmente en un contexto de cambio global donde los ambientes rastreados por estas especies están cambiando de forma muy rápida. Sin embargo, este objetivo puede ser difícil de alcanzar si consideramos la diversidad de estrategias migratorias entre diferentes especies o poblaciones y la gran escala geográfica en la que se desenvuelven los movimientos. En este contexto, las bases de datos procedentes del anillamiento de aves han resultado útiles para estudiar los movimientos dispersivos^[379,380] o circuitos migratorios de las poblaciones de una misma especie^[12], la adecuación ambiental de las zonas ocupadas^[381],



la concentración de aves migratorias en paso^[21] o invernada^[382] y las potenciales amenazas para su conservación^[383].

- (3) Anillamiento y acción conservacionista. De lo expuesto arriba, se concluye que la información facilitada por las centrales de anillamiento puede facilitarnos una visión dinámica de los procesos de cambio en las poblaciones de aves y en sus circuitos migratorios si se mantiene y mejora el esfuerzo coordinado de las diferentes estaciones de anillamiento. Esta metodología se adapta bien al diagnóstico de muchos problemas de conservación a escalas locales y regionales^[384,385], en particular si se transfieren sus resultados con la deseada rapidez^[386]. En este mismo contexto, conviene recordar que el anillamiento no parece ser un problema adicional para la conservación de las poblaciones estudiadas por sus pequeños efectos sobre las aves^[387] y porque se trata de una actividad que, controlada por una legislación muy restrictiva, es ejecutada por expertos comprometidos con el bienestar y la conservación de las aves. En este contexto, conviene resaltar la

enorme diferencia del anillamiento científico de aves respecto a otras prácticas relacionadas con la captura de aves que no responden en cualquier caso ni a los fines científicos ni a los estándares de calidad que se exigen desde las oficinas de anillamiento (ver también Capítulo 12).



G. Bota (CTFC)



12

GESTIÓN CINEGÉTICA

Las especies silvestres, tanto de fauna como de flora, son recursos naturales renovables. La caza es una actividad tradicional que representa un uso extractivo de estos recursos y que, en España, afecta a muchas especies de aves, tanto residentes como migratorias. La sostenibilidad ecológica de este uso extractivo de la fauna se basa en que el número de piezas cazadas sea igual o menor que la tasa de renovación de la población^[388,389]. Por tanto, para determinar si la caza de cualquier especie es sostenible, la información sobre los parámetros demográficos (sumada a información fiable sobre la tasa de capturas) es esencial.

Uno de los grandes debates que ha existido durante tiempo es el grado en el que la caza afecta a las poblaciones. La mortalidad por caza puede ser aditiva o compensatoria con respecto a otras causas de mortalidad^[390,391]. En el primer caso, toda muerte provocada por la caza es una muerte adicional a la que hubiera ocurrido sin que la caza existiera. En el segundo caso, se asume que los individuos que mueren por caza hubieran muerto por causas naturales en la ausencia de caza, por lo que la actividad cinegética no tendría ningún impacto en la dinámica poblacional (simplemente, una causa de mortalidad se compensa con otra a lo largo del ciclo vital). Poder cuantifi-



car, en cada caso, dónde se sitúa la realidad entre estos dos extremos es esencial para poder estimar cuál sería el impacto de diversos escenarios de modificación de la presión cinegética.

Aunque en ciertos casos esto se ha evaluado con métodos modernos de marcaje y monitorización, como el radio-seguimiento^[392-394], el anillamiento de aves ha sido y sigue siendo esencial en la determinación de parámetros demográficos como la supervivencia. En el caso de especies cinegéticas, los cazadores pueden participar en dichos programas de ciencia ciudadana reportando la información a las oficinas de anillamiento de los individuos cazados que porten una anilla. Esta información de las recapturas permite estimar (de forma equivalente, aunque matemáticamente distinta, a cuando los individuos son recapturados vivos en las redes) la probabilidad de supervivencia anual y, comparando con las recapturas en vivo, estimar la proporción de individuos de cada grupo de edad que muere debido a la caza frente a otras causas de mortalidad^[395,396]. También permite estimar si la mortalidad varía entre zonas con distinta presión cinegética, lo cual es un indicador del impacto

relativo de la caza en los parámetros demográficos^[397].

En España, proyectos con anillamiento y marcajes individuales han permitido evaluar que la supervivencia en la chocha perdiz es menor en zonas con mayor presión cinegética^[140,392], o que la mortalidad de la perdiz roja es mayor y está asociada principalmente a la caza en zonas de caza en ojeo, mientras que la supervivencia es mayor y asociada a fuentes de mortalidad natural como la depredación en otras zonas^[398]. Otros estudios incluyendo anillamiento y marcaje individual han permitido evaluar la eficacia de determinadas prácticas de gestión cinegética: por ejemplo, las consecuencias genéticas o de supervivencia por caza de las sueltas de perdices de granja^[393,399] o la eficacia (en cuanto a mejorar la supervivencia de pollos y adultos) del control de depredadores para la perdiz^[400].

Datos de anillamiento también han permitido evaluar el origen de las chochas perdices invernantes en Francia^[401] o en España^[402], lo que tiene consecuencias en el impacto poblacional de la presión cinegética ejercida en nuestro país. Estudios con marcajes alternativos (como emisores



satélite) han permitido modular los resultados obtenidos con el anillamiento^[371], poniendo énfasis en la necesidad de evaluar, cuando se usan datos de anillamiento, el esfuerzo que se realiza en distintas zonas geográficas. El anillamiento también ha permitido evaluar los movimientos invernales de la chocha perdiz en situaciones climáticas extremas: en estas condiciones, individuos que

normalmente pasarían el invierno en Francia se desplazan hasta España^[403]. Esto último tiene implicaciones en cómo debería ajustarse la presión cinegética en nuestro país en esas condiciones para que no impacte negativamente a las poblaciones más allá de nuestras fronteras.

Todos estos son ejemplos de cómo el anillamiento y la colaboración de los cazadores en el reporte de aves anilladas pueden ser tremendamente útiles para lograr una mejor gestión cinegética basada en ciencia. En cambio, es importante recordar que no basta con enmascarar la captura de cualquier ave con supuestos objetivos científicos. En ese sentido, recientemente ha habido solicitudes de mantener prácticas cinegéticas como la captura en vivo de fringílidos (silvestrismo) o la captura de aves con pegamento en posaderos (parany) con objetivos supuestamente científicos de monitorización de poblaciones. Es importante remarcar que dichas prácticas no son en absoluto equivalentes a los programas coordinados desde las oficinas de anillamiento, porque no lo es el rigor asociado al diseño de los proyectos, el aprovechamiento científico de los datos generados, los estándares de calidad en cuanto a formación del personal que ejecuta los anillamientos o la evaluación de la adecuación e impacto de las metodologías utilizadas que se exigen desde las oficinas de anillamiento.



13

CAMBIO GLOBAL



A lo largo de los miles de años de la historia de la vida ha habido cinco grandes extinciones masivas, causadas por fenómenos naturales como meteoritos, vulcanismo o hasta la explosión de una supernova. Sin embargo, por primera vez una de sus especies, la humana, está provocando lo que ya se llama la sexta gran extinción^[404]. Esta gran injerencia del ser humano en los procesos geofísicos globales con los que rivaliza, hace que recientemente se llame antropoceno a la era en la que vivimos^[405,406]. Lo que caracteriza a este cambio provocado por el ser humano es que tiene lugar de forma muy rápida y a nivel global. Es por ello que al conjunto de cambios ambientales actuales provocados por la actividad hu-

mana se le denomina cambio global. Dentro de este concepto se incluyen aspectos como el cambio climático, la urbanización y la introducción de especies exóticas^[407,408].

El cambio climático es quizás el más conocido de los efectos del cambio global. Las predicciones de este cambio auguran que en las próximas décadas habrá un aumento en España de unos 8 grados y las precipitaciones se reducirán también en gran medida^[409]. El cambio climático también se caracteriza por un aumento en la frecuencia de eventos climáticos extremos, como inundaciones y sequías^[410-414]. El anillamiento está resultando una técnica imprescindible para estudiar,



comprender y gestionar los efectos del cambio global en las aves. Así por ejemplo, el seguimiento de una población de carbonero común durante casi 25 años en Sagunto y Toledo ha permitido ver que el cambio climático explica que una mayor proporción de individuos intenten una segunda puesta, lo que conlleva un mayor solapamiento entre reproducción y muda y un coste energético adicional, que afecta a la calidad de las plumas y a la supervivencia de las aves^[272]. Para poder ver estos efectos ha sido necesario tener a los individuos identificados con anillas. Por otro lado, el seguimiento de una población de verderón serrano en los Pirineos ha permitido comprobar cómo el cambio climático está afectando al tamaño de los individuos, que cada vez tienen alas más largas^[415]. Dado que los animales estaban marcados, se pudo comprobar que estos cambios no eran debidos a que el mismo individuo aumentara de tamaño con los años y por efecto de las temperaturas (i.e. plasticidad), sino a procesos de adaptación genética.

Otro de los efectos del cambio global es la destrucción y fragmentación de los hábitats. El cambio más extremo del hábitat es la urbanización. Actualmente, más del 50% de la población mundial vive en ciudades y este valor aumentará mucho más en los próximos años. Entender cómo afecta la urbanización a las aves es por tanto de suma importancia, y, de nuevo, el anillamiento es una herramienta imprescindible en este ámbito. Por ejemplo, el seguimiento de una población de carboneros comunes anillados en Barcelona durante más de quince años permitió comprobar cómo los procesos de selección na-

tural en la ciudad son distintos de los que operan en el bosque^[416]. Los carboneros presentan una 'corbata' de color negro en el pecho que señala la dominancia y valentía de los individuos para defender los nidos frente a los predadores, y este carácter es presumiblemente utilizado por las hembras para escoger pareja. Pues bien, en el citado estudio se vio que el bosque selecciona a los individuos de mayor corbata (lo esperado), mientras que en la ciudad parece haber una selección hacia los individuos de menor corbata, por motivos que aún se desconocen.

Las especies exóticas invasoras conforman el tercer escenario de cambio global que amenaza seriamente la biodiversidad^[417,418]. El coste económico de estas especies ha sido evaluado en más de 120 millones de dólares al año en Estados Unidos^[419]. Algunas especies de aves tienen alta capacidad invasora cuando establecen poblaciones fuera de su área de distribución original y Europa es un continente no ajeno a esta problemática^[420]. En este contexto, una vez más el anillamiento puede aportar información clave para entender cómo funcionan estas poblaciones. Un reciente trabajo con cotorra argentina en Barcelona, basado en el marcaje de individuos, ha permitido determinar que la especie tiene una distancia de dispersión media de 158 metros^[421] y que las acciones de control orientadas a eliminar individuos son el doble de efectivas que las que evitan la reproducción^[422]. Por otro lado, el despliegue de decenas de estaciones de anillamiento a lo largo y ancho de todo el Estado puede jugar un papel interesante en el ámbito de la detección temprana de especies invasoras.

14

EDUCACIÓN AMBIENTAL Y FORMACIÓN



Educación ambiental

Más allá de los canales restringidos de comunicación dentro de la propia comunidad científica, la ciencia debe llegar a todos los públicos, pues es la forma de hacer partícipe a la sociedad del conocimiento científico, sus aplicaciones y beneficios. Contribuir al establecimiento de un diálogo razonable entre quienes tienen a su cargo una actividad científica y el resto de los ciudadanos provoca un aumento de interés de la sociedad

por los estudios científicos. Muchos profesionales de la ciencia dedican parte de su tiempo a explicar su labor a la sociedad que, aunque tiene aspectos en común con la comunicación y el periodismo, cuenta con sus propias dinámicas, manteniendo siempre estándares de calidad y veracidad gracias a su amplio conocimiento^[423].

El anillamiento científico de aves, tal como se ha mostrado en capítulos anteriores, es muy útil para la elaboración de estudios de diversa índole.



Si esta actividad se realiza de cara al público, puede ser un pretexto perfecto para poner en valor resultados científicos, con el objetivo de favorecer la transferencia y difusión del conocimiento científico obtenido gracias al anillamiento. Además, puede ser de gran utilidad como instrumento de educación ambiental que ponga en valor los programas de seguimiento y conservación de especies y espacios donde se realiza^[424].

En España, el anillamiento de aves siempre debe estar incluido en alguna de las líneas de trabajo propuestas por las Normas Técnicas para el Anillamiento Científico de Aves y las jornadas de cara al público deben formar parte de proyectos de investigación, de seguimiento o de gestión. La actividad de anillamiento ofrece múltiples aspectos que llaman la atención al ciudadano de a pie y al alumnado de todos los niveles educativos^[190,425-427]. Se potencia no sólo el interés y el respeto por la naturaleza sino que se ayuda a aumentar la capacidad de observación, la concepción del trabajo y método científico, la identificación de problemas ambientales con su posible resolución y se crean vocaciones científicas.

La jornada de anillamiento se inicia con la colocación de los elementos de captura, lo que da lugar a comentar aspectos generales del anillamiento, las distintas metodologías de estudio de las aves, las aplicaciones en la conservación y

gestión, el valor del lugar de anillamiento para la parada migratoria o para la reproducción. Durante la espera, se puede hablar de la organización del anillamiento (Euring, Oficinas de Anillamiento, Entidades Avaladoras) y de los anilladores y su formación. Una vez se capturan las aves se puede explicar el valor de la correcta identificación, determinación de edad y sexo y de la taxonomía. Con el ave en mano, al medir distintos parámetros morfométricos, se puede hablar sobre la morfología y sobre aspectos relacionados con la muda. Se puede explicar qué tipo de movimientos realizan las especies capturadas, aspectos básicos de su reproducción, fisiología y comportamiento y se puede dar información sobre aquellos trabajos que estudian la incidencia y del impacto de distintos patógenos sobre la biología de las aves, y de su uso como sistemas de vigilancia sanitaria ante patógenos zoonóticos. Por último, se puede terminar hablando sobre temas de actualidad, como los estudios sobre cambio global, el auge de la ciencia ciudadana y el futuro del anillamiento como herramienta científica.

Por tanto, una sola sesión de educación ambiental, integrada en el contexto de un programa de anillamiento en desarrollo, puede constituir el ejemplo sintético ideal de todos los aspectos positivos del estudio de las especies, los espacios y la conservación que esta actividad científica aporta a la sociedad.



Formación

Los anilladores de nuestro país poseen el correspondiente aval para realizar la actividad de anillamiento, expedido por la Oficina de Anillamiento a la que pertenezcan, que certifica la capacidad del anillador para la captura, manipulación y marcado de aves silvestres, con garantías suficientes para que se reincorporen a la naturaleza en las mismas condiciones en las que se capturaron. Estos avales sólo acreditan la capacitación del titular para el ejercicio de la actividad de marcaje con anillas. La autorización administrativa para realizar la actividad es otorgada por las administraciones competentes (como Comunidades Autónomas o Diputaciones), con carácter periódico y supeditadas al correcto desarrollo de la actividad en ejercicios anteriores, en el caso de renovaciones.

En España existen tres tipos de anilladores:

(1) **Anillador Experto.** Éste puede marcar individuos de todas las especies de aves de todas las edades, siempre que no requieran un permiso especial por su categoría de ame-

naza o por sensibilidad de manejo (que pueden obtener por aprobación de solicitud según requisitos específicos). Estas personas deben haber superado un examen al cual sólo pueden presentarse tras un periodo formativo de un máximo 4 años y mínimo de 2 años, para los que se documentará que el candidato ha manipulado un mínimo de 1.000-1.500 individuos (máximo 100 individuos/especie) de un mínimo de 50-60 especies, en un mínimo de 50-60 jornadas de muestreo (según Oficina de Anillamiento) y estar avalado por un anillador experto. El examen de anillamiento se organiza por las Oficinas de Anillamiento.

(2) **Anillador Específico.** Desarrolla proyectos de investigación o gestión muy concretos, que requieren el anillamiento de una sola especie o de un conjunto de especies reducido. Esta persona posee los conocimientos necesarios para desarrollar la actividad con esas especies determinadas, avalados para su solicitud por un anillador experto o específico para la misma especie o grupo de especies, con experiencia de más de 5 años. Además, debe presentar un proyecto que es evaluado y aprobado por la Comisión de Anilladores.

(3) Algunas Oficinas de Anillamiento o Entidades Avaladores dependientes de estas oficinas poseen una tercera categoría, el **Anillador de Centro de Recuperación**, que acredita a personal de centros de recuperación públicos de fauna silvestre para marcar individuos rehabilitados o procedentes de cría en cautividad, exclusivamente en el momento de su liberación al medio natural.

15

CIENCIA CIUDADANA



Una de las definiciones más generales y comúnmente aceptadas del concepto de ciencia ciudadana se puede encontrar en el documento Green Paper on Citizen Science, elaborado por la Agencia Europea de Ciencia Ciudadana. Esta entidad describe este término como “el compromiso del público general en actividades de investigación científica; cuando los ciudadanos contribuyen activamente a la ciencia con su esfuerzo intelectual o dando soporte al conocimiento con sus herramientas o recursos”. A pesar de que el término es relativamente moderno respecto a la propia actividad del anillamiento, su descripción describe en gran medida esta actividad, según se ha desarrollado históricamente en España, Europa y el resto de continentes. En esencia, todo el trabajo voluntario que ha sido inherente al anilla-

miento de aves en España puede perfectamente calificarse como ciencia ciudadana.

La participación de voluntarios en el anillamiento de aves genera beneficios bidireccionales: por un lado, los voluntarios aportan datos que son útiles y necesarios para la generación de conocimiento; por otro, los voluntarios adquieren nuevos conocimientos y habilidades, entre otros aspectos. La participación del público en general en actividades de investigación científica en las que los ciudadanos contribuyen activamente en la recopilación de datos de calidad alta, además de facilitar publicaciones y avances científicos, han sido utilizados para resolver innumerables obligaciones de la propia administración pública. Asimismo, la participación de voluntariado en el



anillamiento de aves juega un papel social clave, en aspectos como el envejecimiento activo, el compromiso individual con la comunidad, la estimulación intelectual y formación continua, el contacto intergeneracional o la participación ciudadana en la defensa del patrimonio natural y la lucha contra el cambio climático.

Independientemente de las definiciones de ciencia ciudadana, que siempre se refieren a la aportación de datos, conviene remarcar que esta colaboración puede concebirse de distintas formas y realmente el concepto de Ciencia Ciudadana propone tres sistemas de participación:

(1) **Proyectos contributivos:** los participantes contribuyen en la recopilación de datos y, puntualmente, ayudan a analizarlos y difundir resultados.

(2) **Proyectos colaborativos:** los participantes también analizan muestras y, en ocasiones, ayudan a diseñar el estudio, interpretar los datos, sacar conclusiones o difundir los resultados.

(3) **Proyectos co-creados:** también conocida como ciencia ciudadana extrema, en la que los participantes colaboran en todas las etapas del proyecto, incluyendo definición de preguntas, desarrollo de hipótesis, discusión de resultados y respuesta a nuevas preguntas.

Los centenares de anilladores actualmente existentes en España (miles, si contamos toda la trayectoria histórica de esta actividad en el Estado) participan en cualesquiera de estos tres niveles. Todos ellos contribuyen a hacer posible la que, sin lugar a duda, es una de las principales redes de ciencia ciudadana del Estado.

El anillamiento en España ha sido desarrollado por científicos y voluntarios desde el principio de su existencia. Aunque al principio eran marcajes a pequeña escala y más o menos puntuales, ya en la década de 1960 Francisco Bernis organizó una primera campaña de anillamiento con voluntarios en 10 estaciones repartidas por la geografía española. Desde entonces se han organizado múltiples programas coordinados a diferentes escalas, incluidas iniciativas internacionales como el proyecto Piccole Isole (un proyecto diseñado para estudiar la migración de pequeñas aves a través del Mediterráneo)^[73,428] o EuroCES (una red de estaciones de esfuerzo constante





para calcular índices de abundancia, productividad y supervivencia en toda Europa)^[180,181]. En todos estos proyectos, la participación del anillador voluntario ha sido siempre fundamental y conforman, por tanto, ejemplos claros de ciencia ciudadana.

El trabajo de captura y marcado de aves es una actividad cualificada que no puede ser desarrollada por cualquier persona. En primer lugar se debe contar con una formación que normalmente conlleva años de aprendizaje y, en segundo lugar, cada anillador debe superar unas pruebas que habilitarán al candidato para anillar aves. Los anilladores, por tanto, son voluntarios altamente capacitados. Tienen un nivel formativo tal que los sitúa entre los 'ciudadanos científicos' más cualificados de entre cuantos se pueden encontrar en el pool de personas que conforman la ciencia ciudadana en España.

El anillamiento en España ha sido y es posible a través de un esfuerzo que acumula cientos de miles de jornadas de trabajo cualificado cuyos costes son asumidos, mayoritariamente, por los propios anilladores. Así, las bases de datos de las oficinas de anillamiento de Aranzadi y SEO/Bird-Life permiten comprobar que han sido cerca de 750.000 las jornadas invertidas en el marcaje de los más de 10 millones de aves que se han anillado en España hasta la fecha. En muchas ocasiones estas jornadas de anillamiento son desarrolladas por varias personas, por lo que el número de jornadas realmente invertidas en ese trabajo supera con creces el millón. Una sencilla cuenta que considere el gasto de desplazamiento y las horas de trabajo de cada jornada (120€ por ejemplo), nos lleva a obtener un valor próximo a los 90 millones de euros. A esa cifra se le deben sumar los costes del material de anillamiento, además de las horas de informatización de datos y de análisis, publicación y difusión de los mismos. No sería nada descabellado afirmar, por tanto, que el trabajo aportado por los anilladores en España supera con creces los 100 millones de euros.

En resumen, el anillamiento de aves en España conforma un ejemplo claro de ciencia ciudadana. Está constituido por una red de personas altamente cualificadas, que se ajustan a rigurosos estándares de formación, cuya actividad piloto en torno a proyectos de diversa naturaleza, que van de lo local a lo internacional.



16

RETOS Y MEJORAS



El anillamiento de aves ha experimentado cambios a lo largo de su historia para mejorar la calidad y accesibilidad de la información generada. Como en cualquier aproximación científica, este proceso de actualización debe ser permanente y ha de conjugar los logros del pasado con las expectativas futuras del estudio de las aves en un contexto siempre cambiante. Hemos de recordar que las poblaciones de aves están sujetas a los drásticos efectos del cambio global (alteración del clima, modificación del hábitat...) al que responden con reajustes numéricos que pueden llevarlas a la desaparición y modificaciones en aspectos clave de su biología, como sus movimientos estacionales. En este contexto, la información generada por el anillamiento constituye una información valiosa con la que seguir la evolución histórica de muchos de estos cambios^[429]. Desde esta perspectiva, considerando el interés

del monitoreo de las poblaciones marcadas como forma de contribuir al conocimiento y conservación de las aves, hay cinco posibles líneas de actuación dirigidas a mejorar el alcance científico y utilidad social de esta metodología.

Avances metodológicos. En primer lugar, hay que recordar que el marcaje individual es esencial para el estudio de muchos aspectos de las aves. No se trabaja sobre entes uniformes sino sobre individuos diferentes que configuran la variabilidad poblacional sobre la que actúa la evolución. Solo a través de su estudio individualizado puede comprenderse la relación entre su eficacia biológica y las diferentes manifestaciones de los rasgos que configuran su identidad. Igualmente, los factores que condicionan la conservación de las aves en un determinado entorno pueden ser altamente idiosincráticos lo que



obliga a un estudio pormenorizado de las diferentes poblaciones mediante el análisis de la condición física, supervivencia, éxito reproductivo o cambios de comportamiento en una serie de individuos focales. Por lo tanto, considerando la utilidad del marcado permanente e individualizado de las aves (y otros animales), es evidente que cualquier mejora en las características de las marcas y métodos de captura dirigidos a garantizar el bienestar de los animales manejados supondrá una mejora objetiva de esta técnica básica de estudio zoológico.

Estructura científica de los programas de anillamiento. El anillamiento no es un fin sino un medio para el estudio científico de las aves. En este sentido, es conveniente recordar la necesidad de aplicar esta técnica en el contexto de algún programa de investigación o con condiciones específicas que maximicen la utilización de los datos en el contexto de programas de investigación posteriores. Los objetivos pueden abordarse sobre poblaciones concretas a escala local pero, siguiendo la tradición y nivel de coordinación nacional e internacional alcanzado por esta actividad (www.euring.org), debe reforzarse su participación en programas dirigidos a conocer los desplazamientos, evolución numérica, variación poblacional y taxonómica, condición corporal, etc., a escalas geográficas más amplias.

Organización de la actividad. La existencia de numerosos grupos de anillamiento con una amplia implantación territorial y su elevada cualificación permite abordar estudios muy ambiciosos bajo la coordinación de las centrales responsables de esta actividad. Estas centrales, al margen de la administración de la información generada, tienen que responsabilizarse de fijar los objetivos de estudio así como de aportar regularmente resultados obtenidos en los proyectos coordinados. Esto las convierte, de hecho, en centros de investigación donde se deberían analizar y publicar los resultados obtenidos. Las centrales responsables de los proyectos de estudio basados en el anillamiento de las aves raramente cuentan con apoyo institucional y personal suficiente para abordar el estudio de la información generada. Por eso, es necesario reivindicar una vez más ese apoyo institucional y la necesidad de fomentar la colaboración con grupos de expertos dispuestos a trabajar la información obtenida de acuerdo con los objetivos propuestos.

Visibilidad científica y transferencia de conocimientos. Hay que explorar formas de cooperación capaces de dar un tratamiento puntero a la información generada en los diferentes proyectos. En este sentido, falta mejorar el proceso de análisis y publicación de resultados, incluido el tratamiento conjunto de datos procedentes de



programas de seguimiento homólogos entre diferentes oficinas, así como mejorar la cobertura de las redes de estaciones de anillamiento que, a su vez, implica un proceso de captación y formación de nuevos anilladores con capacidad e ilusión por unirse a esta red de investigación. También parece urgente la necesidad de vincular esta actividad a casos prácticos de gestión a través de un diálogo con las administraciones responsables del manejo de la fauna con el fin de establecer proyectos conjuntos dirigidos a diagnosticar los problemas de conservación de las aves y sus hábitats.

Ciencia ciudadana. El marcado de aves se basa, en buena medida, en la participación altruista de los anilladores. Estos, más allá del papel de los ornitólogos profesionales, constituyen un grupo de expertos con un altísimo nivel de formación en la identificación y manipulación de las aves. Esta selección, resultado de un largo proceso formativo con sus respectivos exámenes, los convierte en valiosos ejecutores de cualquier proyecto de estudio donde sea necesario marcar aves con las máximas garantías de identificación y cuidado en su manejo. Están organizados en grupos de trabajo, tienen congresos periódicos y





ICO

están acostumbrados a responder disciplinadamente a los requerimientos de las estaciones de anillamiento. Son, probablemente, uno de los grupos de científicos ciudadanos mejor preparados de nuestro país. Por eso, el deterioro de este colectivo constituiría una pérdida irreversible como agentes activos en el avance del conocimiento científico de nuestra sociedad. Recordemos que la Ornitología y la masa social que la mantiene es una disciplina puntera en el desarrollo del conocimiento científico y sensibilidad conservacionista a escala mundial.

En síntesis, el anillamiento ha de reforzar su papel como método imprescindible para el estudio de muchos aspectos de la biología y conser-

vación de las aves que debiera articularse alrededor de proyectos de investigación concretos. Esta actividad, que exige mejoras en cada uno de los agentes implicados (anilladores, oficinas, investigadores y administración; Tabla 1), debiera fomentar la creación o mantenimiento de estructuras dirigidas a coordinar sus trabajos prestando especial cuidado a la divulgación de los resultados y al establecimiento de vías de colaboración con las administraciones responsables de la conservación de las aves. La pérdida de una actividad en buena parte basada en la hoy llamada ciencia ciudadana sería algo incomprensible en una sociedad avanzada.

Tabla 1. Objetivos de mejora de los agentes implicados en el anillamiento.

Anilladores	Concentrar la actividad en proyectos coordinados a escala nacional o internacional de seguimiento de poblaciones, o en proyectos locales con objetivos concretos y claros que deben ser gestionados de manera responsable, esto es cuya viabilidad y balance de costes-beneficios sea evaluada críticamente de manera regular. En proyectos no coordinados, puede ser adecuado buscar el asesoramiento de investigadores u oficinas de anillamiento, no sólo una vez se ha finalizado un proyecto, sino también en la fase inicial de planificación del mismo y durante su desarrollo para intentar solventar por anticipado posibles dificultades del diseño de estudio.
Oficinas de anillamiento	Fomentar redes de colaboración entre los anilladores a través de proyectos coordinados que generen información potencialmente útil, así como buscar vías para el análisis de los datos y su publicación posterior.
Investigadores	Apoyo a los anilladores y oficinas de anillamiento en el diseño de los proyectos de estudio, análisis de los datos, publicación de los resultados y transferencias de los resultados a las administraciones implicadas.
Administraciones	Propuesta de líneas de investigación con las que abordar problemas de gestión concretos. Aportación de recursos para el mantenimiento de los programas de seguimiento de aves y su estructura logística a largo plazo. Integración efectiva de los indicadores de estado de conservación de las aves derivados del anillamiento en las políticas ambientales.

BIBLIOGRAFÍA

1. Rouco, M., Copete, J. L., De Juana, E., Gil-Velasco, M., Lorenzo, J. A., Martín, M., Milá, B., Molina, B., Santos, D. M. 2019. Lista de las aves de España. Edición de 2019. SEO/BirdLife, Madrid.
2. Preuss, N. O. 2001. Hans Christian Cornelius Mortensen: aspects of his life and of the history of bird ringing. *Ardea* 89: 1-6.
3. Baas, J., Boyack, K., Ioannidis, J. P. A. 2021. August 2021 data-update for "Updated science-wide author databases of standardized citation indicators", Mendeley Data, V3. Universidad de Stanford, USA.
4. Bernis, F. 1966. Aves migradoras ibéricas. Vol. I. Fascículos 1-4. Sociedad Española de Ornitología, Madrid.
5. Bernis, F. 1967. Aves migradoras ibéricas. Vol. I. Fascículo 5. Sociedad Española de Ornitología, Madrid.
6. Bernis, F. 1970. Aves migradoras ibéricas. Vol. II. Fascículo 6. Sociedad Española de Ornitología, Madrid.
7. Bernis, F. 1971. Aves migradoras ibéricas. Vol. II. Fascículos 7-8. Sociedad Española de Ornitología, Madrid.
8. Asensio, B., Carrascal, L. M. 1992. Migration of the Common Teal (*Anas crecca*) wintering in the Iberian Peninsula. *Folia Zool.* 41: 45-53.
9. Asensio, B., Carrascal, L. M. 1987. Migratología de las agachadizas comunes (*Gallinago gallinago*, L.) invernantes en la Península Ibérica. *Ardeola* 34: 225-242.
10. Hernández, M., Campos, F., Arizaga, J., Alonso, D. 2003. Migration of the bluethroat *Luscinia svecica* in the Iberian Peninsula. *Ardeola* 50: 259-263.
11. Arizaga, J., Alonso, D., Campos, F., Unamuno, J. M., Monteagudo, A., Fernández, G., Carregal, X. M., Barba, E. 2006. ¿Muestra el pechiazul *Luscinia svecica* en España una segregación geográfica en el paso posnupcial a nivel de subespecie? *Ardeola* 53: 285-291.
12. Arizaga, J., Tamayo, I. 2013. Connectivity patterns and key non-breeding areas of white-throated bluethroat (*Luscinia svecica*) European populations. *Anim. Biodivers. Conserv.* 36: 69-78.
13. Cantos, F. J. 1995. Migración e invernada de la curruca capirotada (*Sylvia atricapilla*) en la Península Ibérica. *Ecología* 9: 425-433.
14. Cantos, F. J. 1998. Patrones geográficos de los movimientos de sílvidos transaharianos a través de la Península Ibérica. *Ecología* 12: 407-411.
15. Cantos, F. J. 1992. Migración e invernada de la Familia Sylviidae (Orden Paseriformes, Clase Aves) en la Península Ibérica. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid, Madrid.
16. Cantos, F. J., Asensio, B. 1989. La migración postnupcial de *Phylloscopus trochilus* en el Mediterráneo occidental. *Ardeola* 36: 61-71.
17. Asensio, B. 1986. La migración en España del Jilguero (*Carduelis carduelis*, L.) según los resultados de anillamiento. *Ardeola* 33: 176-183.
18. Asensio, B. 1985. Migración e invernada en España de *Fringilla coelebs* de origen europeo. *Ardeola* 32: 49-56.
19. Villarán, A. 1999. Migración e invernada del escribano palustre (*Emberiza schoeniclus*) en España. *Ardeola* 46: 71-80.
20. Pérez-Tris, J., Asensio, B. 1997. Migración e invernada de las lavanderas cascadeña *Motacilla cinerea* y blanca *M. alba* en la península ibérica e islas Baleares. *Doñana Acta Vertebrata* 24: 79-89.
21. Galarza, A., Tellería, J. L. 2003. Linking processes: effects of migratory routes on the distribution of abundance of wintering passerines. *Anim. Biodivers. Conserv.* 26: 19-27.
22. Tellería, J. L., Ramírez, A., Galarza, A., Carbonell, R., Pérez-Tris, J., Santos, T. 2009. Do migratory pathways affect the regional abundance of wintering birds? A test in northern Spain. *J. Biogeogr.* 36: 220-229.
23. Tellería, J. L., Fernández-López, J., Fandos, G. 2014. Using ring records and field surveys to predict the winter distribution of a migratory passerine. *Bird Stud.* 61: 527-536.
24. Santos, T., Carbonell, R., Galarza, A., Pérez-Tris, J., Ramírez, A., Tellería, J. L. 2013. The importance of northern Spanish farmland for wintering migratory passerines: a quantitative assessment. *Bird Conserv. Int.* 24: 1-16.

25. Fandos, G., Tellería, J. L. 2020. Seasonal niche-tracking behaviour of two partially migratory passerines. *Ibis* 162: 307-317.
26. Miguélez, D., García, J., Zumalacárregui, C., Fuertes, B. 2014. Does the Aquatic Warbler *Acrocephalus paludicola* show differential migration by age during the autumn in the Iberian Peninsula? *J. Ornithol.* 155: 829-833.
27. Arizaga, J., Bota, G., Mazuelas, D., Vera, P. 2015. The roles of environmental and geographic variables in explaining the differential wintering distribution of a migratory passerine in southern Europe. *J. Ornithol.* 156: 469-479.
28. Andueza, M., Barba, E., Arroyo, J. L., Feliu, J., Greño, J. L., Jubete, F., Lozano, L., Monrós, J. S., Moreno-Opo, R., Neto, J. M., Onrubia, A., Tenreiro, P., Valkenburg, T., Zumalacárregui, C., González, C., Herrero, A., Arizaga, J. 2013. Connectivity in Reed Warblers *Acrocephalus scirpaceus* between breeding grounds in Europe and autumn stopover sites in Iberia. *Ardea* 101: 133-140.
29. Domínguez, M., Barba, E., Cantó, J. L., López, G. M., Monrós, J. S. 2007. Seasonal interchange of the European Robin *Erithacus rubecula* populations in an evergreen holm oak forest. *Acta Ornithol.* 42: 15–21.
30. Belda, E. J., Barba, E., Monrós, J. S. 2007. Resident and transient dynamics, site fidelity and survival in wintering Blackcaps *Sylvia atricapilla*: evidence from capture-recapture analyses. *Ibis* 149: 396-404.
31. López-López, P. 2016. Individual-based tracking systems in ornithology: welcome to the era of big data. *Ardeola* 63: 103-136.
32. Thorup, K., Korner-Nievergelt, F., Cohen, E. B., Baillie, S. R. 2014. Large-scale spatial analysis of ringing and re-encounter data to infer movement patterns: A review including methodological perspectives. *Methods Ecol. Evol.* 5: 1337-1350.
33. Pearce-Higgins, J. W., Baillie, S. R., Boughey, K., Bourn, N. A. D., Foppen, R. P. B., Gillings, S., Gregory, R. D., Hunt, T., Jiguet, F., Lehikoinen, A., Musgrove, A. J., Robinson, R. A., Roy, D. B., Siriwardena, G. M., Walker, K. J., Wilson, J. D. 2018. Overcoming the challenges of public data archiving for citizen science biodiversity recording and monitoring schemes. *J. Appl. Ecol.* 55: 2544-2551.
34. Arizaga, J., Herrero, A., Aldalur, A., Zorrozuza, N., Delgado, S., Laso, M. 2020. 15 años de anillamiento de gaviotas patiamarillas en Gipuzkoa. *Rev. Anilla.* 39: 2-19.
35. Cuadrado, M., Sánchez, I., Barcell, M., Armario, M. 2016. Reproductive data and analysis of recoveries in a population of white stork, *Ciconia ciconia*, in southern Spain: a 24-year study. *Anim. Biodivers. Conserv.* 39: 37-44.
36. Oro, D., Pradel, R. 2000. Determinants of local recruitment in a growing colony of Audouin's gull. *J. Anim. Ecol.* 69: 119-132.
37. Kralj, J., Bariši, S., Čiković, D., Tutiš, V. 2013. Atlas Selidbe Ptica Hrvatske [Croatian Bird Migration Atlas]. Croatian Academy of Sciences and Arts, Zagreb.
38. Wernham, C., Toms, M., Marchant, J., Clark, J. A., Siriwardena, G. M., Baillie, S. 2002. The Migration Atlas: Movements of the Birds of Britain and Ireland. T. & A.D. Poyser, London.
39. Gedeon, K., Grüneberg, C., Mitschke, A., Sudfeldt, C., Eickhorst, W., Fischer, S., Flade, M., Frick, S., Geiersberger, I., Koop, B., Kramer, M., Krüger, T., Roth, N., Ryslavý, T., Stübing, S., Sudmann, S. R., Steffens, R., Vökler, F., Witt, K. 2015. Atlas Deutscher Brutvogelarten. Dachverband Deutscher Avifaunisten, Berlin.
40. Fransson, T., Hall-Karlsson, S., Larsson, P. 2008. Svensk ringmärkningsatlas (Volym 3 Tättingar) [Swedish Bird Ringing Atlas (Volume 3 Passerines)]. Swedish Museum of Natural History, Stockholm.
41. Greenwood, J. J. D. 2007. Citizens, science and bird conservation. *J. Ornithol.* 148: S77-S124.
42. Delgado, A., Suárez, V., Trujillo, D., Carrascal, L. M. 2020. Movimientos de pinzones azules (*Fringilla polatzeki*) entre la población fuente de Inagua y la traslocada en La Cumbre (Gran Canaria, Islas Canarias). Informe Técnico, LIFE14 NAT/ES/000077, Inédito.
43. Andueza, M., Arizaga, J., Barba, E., Tamayo-Uria, I. 2014. Spatial distribution and habitat use of reed warblers *Acrocephalus scirpaceus* during the autumn migration period. *Behaviour* 151: 799-817.
44. Arizaga, J., Andueza, M., Tamayo, I. 2013. Spatial behavior and habitat use of first-year Bluethroats *Luscinia svecica* stopping over at coastal marshes during the autumn migration period. *Acta Ornithol.* 48: 17-28.
45. Arizaga, J., Andueza, M., Azkona, A., Dugué, H., Fontanilles, P., Foucher, J., Herrmann, V., Lapios, J. M., Menéndez, M., Musseau, R., Unamuno, E., Peón, P. 2014. Reed-bed use by the Aquatic Warbler *Acrocephalus paludicola* across the bay of Biscay during the autumn migration of 2011. *Alauda* 82: 343-351.
46. Camacho, C., Canal, D., Potti, J. 2017. Lifelong effects of trapping experience lead to age-biased sampling: lessons from a wild bird population. *Anim. Behav.* 130: 133-139.
47. Chambert, T. A., Kendall, W. L., Hines, J. E., Nichols, J. D., Pedrini, P., Waddle, J. H., Tavecchia,

- G., Walls, S. C., Tenan, S. 2015. Testing hypotheses on distribution shifts and changes in phenology of imperfectly detectable species. *Methods Ecol. Evol.* 6: 638-647.
48. Zwarts, L., Bijlsma, R. G., van der Kamp, J., Wymenga, E. 2009. Living on the edge: Wetlands and birds in a changing Sahel. KNNV Publishing, Zeist.
49. Ambrosini, R., Rubolini, D., Møller, A., Bani, L., Clark, J., Karcza, Z., Vangeluwe, D., du Feu, C., Spina, F., Saino, N. 2011. Climate change and the long-term northward shift in the African wintering range of the barn swallow *Hirundo rustica*. *Clim. Res.* 49: 131-141.
50. Nager, R. G., Johnson, A. R., Boy, V., Rendon-Martos, M., Calderon, J., Cézilly, F. 1996. Temporal and spatial variation in dispersal in the greater flamingo (*Phoenicopterus ruber roseus*). *Oecologia* 107: 204-211.
51. Carboneras, C., Tavecchia, G., Genovart, M., Requena, S., Olivé, M., Oro, D. 2013. Inferring geographic origin, population structure and migration routes of a wintering population of Mediterranean gulls from resightings data. *Pop. Ecol.* 55: 343-351.
52. Santoro, S., Champagnon, J., Kharitonov, S., Zwarts, L., Oschadleus, H. D., Mañez, M., Samraoui, B., Nedjah, R., Volponi, S., Cano-Alonso, L. S. 2019. Long-distance dispersal of the Afro-Eurasian Glossy Ibis from ring recoveries. *SIS Conserv.* 1: 139-146.
53. Bartolomé, J., Fernández-Cruz, M., Campos, F. 1996. Band recoveries of Spanish Little Egrets, *Egretta garzetta*. *Waterbirds* 19: 220-225.
54. Baillie, S. R. 2001. The contribution of ringing to the conservation and management of bird populations: A review. *Ardea* 89: 167-184.
55. Anderson, G. Q. A., Green, R. 2009. The value of ringing for bird conservation. *Ring. Migr.* 24: 205-2012.
56. Newton, I. 2008. The migration ecology of birds. Academic Press, London.
57. Chernetsov, N. 2012. Passerine Migration: Stopovers and Flight. Springer, Berlin.
58. Garaita, R., Arizaga, J. 2015. The benefits of a constructed lagoon for the conservation of Eurasian Spoonbills (*Platalea leucorodia*) in a tidal marsh. *J. Nat. Conserv.* 25: 35-41.
59. Navedo, J. G., Herrera, A. G. 2012. Effect of recreational disturbance on tidal wetlands: supporting the importance of undisturbed roosting sites for waterbird conservation. *J. Coast. Conserv.* 16: 373-381.
60. Arizaga, J., Barba, E., Alonso, D., Vilches, A. 2010. Stopover of bluethroats (*Luscinia svecica cyanecula*) in northern Iberia during the autumn migration period. *Ardeola* 57: 69-85.
61. Andueza, M., Arizaga, J., Belda, E. J., Barba, E. 2013. The role of extrinsic and intrinsic factors on the departure decisions of a long-distance migratory passerine. *Ardeola* 60: 59-72.
62. Guerreiro, A. S. Stopover ecology of migrant songbirds in the Ebro delta. 2018, University of Barcelona.
63. Grandío, J. M. 1998. Comparación del peso y su incremento, tiempo de estancia y de la abundancia del carricerín común (*Acrocephalus schoenobaenus*) entre dos zonas de la marisma de Txingudi (N de España). *Ardeola* 45: 137-142.
64. Schaub, M., Pradel, R., Jenni, L., Lebreton, J. D. 2001. Migrating birds stop over longer than usually thought: An improved capture-recapture analysis. *Ecology* 82: 852-859.
65. Schaub, M., Jenni, L. 2001. Variation of fuelling rates among sites, days and individuals in migrating passerine birds. *Funct. Ecol.* 15: 584-594.
66. Salewski, V., Schaub, M. 2007. Stopover duration of Palearctic passerine migrants in the western Sahara; independent of fat stores? *Ibis* 149: 223-236.
67. Navedo, J. G., Masero, J. A., Overdijk, O., Orizaola, G., Sánchez-Guzmán, J. M. 2010. Assessing the role of multiple environmental factors on Eurasian Spoonbill departure decisions from stopover sites. *Ardea* 98: 3-12.
68. Navedo, J., Orizaola, G., Masero, J., Overdijk, O., Sánchez-Guzmán, J. 2010. Long-distance travellers stopover for longer: a case study with spoonbills staying in North Iberia. *J. Ornithol.* 151: 915-921.
69. Atienza, J. C., Pinilla, J., Justbiró, H. 2001. Migración y conservación del Carricerín Cejudo *Acrocephalus paludicola* en España. *Ardeola* 48: 197-208.
70. Miguélez, D., Zumalacárregui, C., Fuertes, B., Astiárraga, H., González-Jáñez, R., Roa, I., De la Calzada, F. 2009. Habitat, phenology and biometrics of the Aquatic Warbler *Acrocephalus paludicola* during autumn migration through a riverine wetland in Iberia. *Ring. Migr.* 24: 277-279.
71. Miguélez, D., García, J., Castro, V., Fuertes, B., Zumalacárregui, C., González-Jáñez, R. 2015. Use of an abandoned gravel-pit in inland Spain as a stopover site for the Aquatic Warbler *Acrocephalus paludicola*. *Wetl. Ecol. Manag.* 23: 855-864.
72. Jubete, F. 2001. La migración del Carricerín Cejudo en España y en la laguna palentina de La Nava. *Quercus* 184: 18-23.
73. Gargallo, G., Barriocanal, C., Castany, J., Clarbuch, O., Escandell, R., López, G., Rguibi, H.,

- Robson, D., Suárez, M. 2011. Spring bird migration in the Western Mediterranean: results from the Piccole Isole Project. *Monografies del Museu de Ciències Naturals*, 6, Barcelona.
74. Castany, J., López-Iborra, G., Arizaga, J. 2020. Resumen de 25 años de la campaña de paso migratorio prenupcial en el archipiélago de Columbretes (Castelló de la Plana, Mediterráneo Occidental). *Rev. Anilla*. 39: 16-29.
75. Catry, T., Lourenço, P. M., Granadeiro, J. P. 2018. Quantifying population size of migrant birds at stopover sites: Combining count data with stopover length estimated from stable isotope analysis. *Methods Ecol. Evol.* 9: 502-512.
76. Gil, D., Slater, P. J. B., Graves, J. A. 2007. Extra-pair paternity and song characteristics in the willow warbler *Phylloscopus trochilus*. *J. Avian Biol.* 31: 291-297.
77. Galván, I., Moreno, J. 2009. Variation in effects of male plumage ornaments: the case of Iberian Pied Flycatchers. *Ibis* 151: 541-546.
78. Ortego, J., Calabuig, G., Bonal, R., Muñoz, A., Aparicio, J. M., Cordero, P. J. 2009. Temporal variation of heterozygosity-based assortative mating and related benefits in a lesser kestrel population. *J. Evol. Biol.* 22: 2488-2495.
79. Alonso, J. C., Magaña, M., Palacín, C., Martín, C. A. 2010. Correlates of male mating success in great bustard leks: the effects of age, weight, and display effort. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 64: 1589-1600.
80. Sardà-Palomera, F., Puigcerver, M., Vinyoles, D., Rodríguez-Teijeiro, J. D. 2011. Exploring male and female preferences, male body condition, and pair bonds in the evolution of male sexual aggregation: the case of the Common Quail (*Coturnix coturnix*). *Can. J. Zool.* 89: 325-333.
81. Cantarero, A., Carrasco, J., Casas, F., Mougeot, F., Viñuela, J., Alonso-Álvarez, C. 2018. The fractal dimension of a conspicuous ornament varies with mating status and shows assortative mating in wild red-legged partridges (*Alectoris rufa*). *Sci. Nat.* 105: 45.
82. Sánchez-Donoso, I., Carles Vilà, C., Puigcerver, M., Rodríguez-Teijeiro, J. D. 2018. Mate guarding and male body condition shape male fertilization success and female mating system in the common quail. *Anim. Behav.* 136: 107-117.
83. Valera, F., Hoi, H., Krištín, A. 2003. Male shrikes punish unfaithful females. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 14: 403-408.
84. García-Navas, V., Ferrer, E. S., Bueno-Enciso, J., Barrientos, R., Sanz, J. J., Ortego, J. 2014. Extra-pair paternity in Mediterranean blue tits: socioecological factors and the opportunity for sexual selection. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 25: 228-238.
85. Canal, D., Jovani, R., Potti, J. 2012. Multiple mating opportunities boost protandry in a pied flycatcher population. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 66: 67-76.
86. Montalvo, S., Potti, J. 1992. Breeding dispersal in Spanish pied flycatchers *Ficedula hypoleuca*. *Ornis Scand.* 23: 491-498.
87. Molina-Morales, M., Martínez, J. G., Avilés, J. M. 2012. Factors affecting natal and breeding magpie dispersal in a population parasitized by the great spotted cuckoo. *Anim. Behav.* 83: 671-680.
88. Serrano, D., Tella, J. L., Forero, M. G., Donazar, J. A. 2001. Factors affecting breeding dispersal in the facultatively colonial lesser kestrel: individual experience vs. conspecific cues. *J. Anim. Ecol.* 70: 568-578.
89. Magaña, M., Alonso, J. C., Martín, C. A., Bautista, L. M., Martín, B. 2010. Nest-site selection by Great Bustards *Otis tarda* suggests a trade-off between concealment and visibility. *Ibis* 152: 77-89.
90. Andreu, J., Barba, E. 2006. Breeding dispersal of Great Tits *Parus major* in a homogeneous habitat: effects of sex, age, and mating status. *Ardea* 94: 45-58.
91. Banda, E., Blanco, G. 2014. Strict mate fidelity and reduced breeding dispersal of widowed Red-billed Choughs *Pyrhocorax pyrrhocorax*. *Bird Stud.* 61: 371-377.
92. Soler, J. J., Cuervo, J. J., Møller, A. P., de Lope, F. 1998. Nest building is a sexually selected behaviour in the barn swallow. *Anim. Behav.* 56: 1435-1442.
93. Fargallo, J. A., de León, A., Potti, J. 2001. Nest-maintenance effort and health status in chinstrap penguins, *Pygoscelis antarctica*: The functional significance of stone-provisioning behaviour. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 50: 141-150.
94. Tomás, G., Merino, S., Moreno, J., Sanz, J. J., Morales, J., García-Fraile, S. 2006. Nest weight and female health in the blue tit (*Cyanistes caeruleus*). *Auk* 123: 1013-1021.
95. García-Navas, V., Ortego, J., Ferrer, E. S., Sanz, J. J. 2013. Feathers, suspicions, and infidelities: an experimental study on parental care and certainty of paternity in the blue tit. *Biol. J. Linn. Soc. Lond.* 109: 552-561.
96. Potti, J., Merino, S. 1997. Repeatability of mass loss in female Pied Flycatchers *Ficedula hypoleuca*. *Ethol. Ecol. Evol.* 9: 295-300.
97. Alonso-Álvarez, C. 2001. Effects of testosterone implants on pair behaviour during incubation in the Yellow-legged Gull *Larus cachinnans*. *J. Avian Biol.* 32: 326-332.

98. Amat, J. A., Masero, J. A. 2004. How Kentish plovers, *Charadrius alexandrinus*, cope with heat stress during incubation. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 56: 26-33.
99. Igual, J. M., Oro, D., Tavecchia, G. 2013. The biparental pattern of incubation and its relationship to food availability in the Yellow-Legged Gull *Larus michahellis*. *Ardeola* 60: 365-370, 6.
100. Álvarez, E., Barba, E. 2014. Within and between population variations of incubation rhythm of great tits *Parus major*. *Behaviour* 151: 1827-1845.
101. Díez-Méndez, D., Rodríguez, S., Álvarez, E., Barba, E. 2020. The role of partial incubation and egg repositioning within the clutch in hatching asynchrony and subsequent effects on breeding success. *Ibis* 162: 63-74.
102. Cantarero, A., López-Arrabé, J., Palma, A., Redondo, A. J., Moreno, J. 2014. Males respond to female begging signals of need: a handicapping experiment in the pied flycatcher, *Ficedula hypoleuca*. *Anim. Behav.* 94: 167-173.
103. Veiga, P., Hiraldo, F. 1990. Food habits and the survival and growth of nestlings in two sympatric kites (*Milvus milvus* and *Milvus migrans*). *Holarctic Ecol.* 13: 62-71.
104. Soler, M., Soler, J. J. 1991. Growth and development of great spotted cuckoos and their magpie host. *Condor* 93: 49-54.
105. Barba, E., Gil-Delgado, J. A., Monrós, J. S. 1993. Factors affecting nestling growth in the great tit *Parus major*. *Ardeola* 40: 121-131.
106. Calero-Riestra, M., García, J. T. 2016. Sex-dependent differences in avian malaria prevalence and consequences of infections on nestling growth and adult condition in the Tawny pipit, *Anthus campestris*. *Malaria J.* 15: 178.
107. Banda, E., Blanco, G. 2008. Influence of hatching asynchrony and within-brood parental investment on size, condition, and immunocompetence in nestling red-billed choughs. *Biol. J. Linn. Soc. Lond.* 94: 675-684.
108. Soler, J. J., Moreno, J., Potti, J. 2003. Environmental, genetic and maternal components of immunocompetence of nestling pied flycatchers from a cross-fostering study. *Evol. Ecol. Res.* 5: 259-272.
109. Parejo, D., Silva, N. 2009. Methionine supplementation influences melanin-based plumage colouration in Eurasian kestrel, *Falco tinnunculus*, nestlings. *J. Exp. Biol.* 212: 3576-3582.
110. Martínez-García, A., Martín-Vivaldi, M., Ruiz-Rodríguez, M., Martínez-Bueno, M., Arco, L., Rodríguez-Ruano, S. M., Peralta-Sánchez, J. M., Soler, J. J. 2016. The microbiome of the uropygial secretion in hoopoes is shaped along the nesting phase. *Microb. Ecol.* 72: 252-261.
111. Morales, J., Lucas, A., Velando, A. 2018. Maternal programming of offspring antipredator behavior in a seabird. *Behav. Ecol.* 29: 479-485.
112. Martínez-Renau, E., Ruiz-Castellano, C., Azcárate-García, M., Barón, M. D., Soler, J. J. 2021. Coloration of spotless starling nestlings shows genetic and environmentally determined characteristics while begging for food. *Funct. Ecol.* 35: 499-510.
113. Jordi, O., Arizaga, J. 2016. Sex differences in growth rates of Yellow-legged Gull *Larus michahellis* chicks. *Bird Stud.* 63: 273-278.
114. Soler, J. J., de Neve, L., Pérez-Contreras, T., Soler, M., Sorci, G. 2002. Trade-off between immunocompetence and growth in magpies: an experimental study. *Proc. R. Soc. Lond. B* 270: 241-248.
115. Pérez-Rodríguez, L., Redondo, T., Ruiz-Mata, R., Camacho, C., Moreno-Rueda, G., Potti, J. 2019. Vitamin E supplementation -but not induced oxidative stress- influences telomere dynamics during early development in wild passerines. *Front. Ecol. Evol.* 7: 173.
116. Sanz, J. J., Tinbergen, J. 1999. Energy expenditure, nestling age, and brood size: an experimental study of parental behavior in the great tit *Parus major*. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 10: 598-606.
117. Moreno, J., Morales, J., Lobato, E., Merino, S., Tomás, G., Martínez-de-la-Puente, J. 2006. More colourful eggs induce a higher relative paternal investment in the pied flycatcher *Ficedula hypoleuca*: a cross-fostering experiment. *J. Avian Biol.* 37: 555-560.
118. García-Vigón, E., Veiga, J. P., Cordero, P. J. 2009. Male feeding rate and extrapair paternity in the facultatively polygynous spotless starling. *Anim. Behav.* 78: 1335-1341.
119. Moreno-Rueda, G., Soler, M., Martín-Vivaldi, M., Palomino, J. J. 2009. Brood provisioning rate and food allocation rules according to nestling begging in a clutch-adjusting species, the Rufous-tailed Scrub-robin *Cercotrichas galactotes*. *Acta Ornithol.* 44: 167-175.
120. García-Navas, V., Ferrer, E. S., Sanz, J. J. 2012. Prey selectivity and parental feeding rates of Blue Tits *Cyanistes caeruleus* in relation to nestling age. *Bird Stud.* 59: 236-242.
121. Pagani-Núñez, E., Senar, J. C. 2014. Are colorful males of great tits *Parus major* better parents? Parental investment is a matter of quality. *Acta Oecol.* 55: 23-28.

122. Olivé-Muñiz, M., Pagani-Núñez, E., Senar, J. C. 2021. Breeding great tit *Parus major* individuals have moderately consistent roosting niches across years. *Ardeola* 68: 409-422.
123. Soler, M., Macías-Sánchez, E., Martín-Gálvez, D., de Neve, L. 2017. Complex feeding behaviour by magpies in nests with great spotted cuckoo nestlings. *J. Avian Biol.* 48: 1406-1413.
124. Valencia, J., De la Cruz, C., Carranza, J., Mateos, C. 2006. Parents increase their parental effort when aided by helpers in a cooperatively breeding bird. *Anim. Behav.* 71: 1021-1028.
125. De la Cruz, C., Expósito-Granados, M., Valencia, J. 2019. Distribution of the parental care in the Iberian magpie *Cyanopica cooki*: worker males but lazy helpers? *Behaviour* 156: 79-107.
126. Sanz-Aguilar, A., Massa, B., Lo Valvo, F., Oro, D., Mínguez, E., Tavecchia, G. 2009. Contrasting age-specific recruitment and survival at different spatial scales: a case study with the European storm petrel. *Ecography* 32: 637-646.
127. Monrós, J. S., Belda, E. J., Barba, E. 2002. Post-fledging survival of individual great tits: the effect of hatching date and fledging mass. *Oikos* 99: 481-488.
128. Arizaga, J., Herrero, A., Aldalur, A., Cuadrado, J. F., Oro, D. 2015. Effect of pre-fledging body condition on juvenile survival in Yellow-legged Gulls *Larus michahellis*. *Acta Ornithol.* 50: 139-147.
129. Moreno, J., Merino, S., Sanz, J. J., Arriero, E., Morales, J., Tomás, G. 2005. Nestling cell-mediated immune response, body mass and hatching date as predictors of local recruitment in the pied flycatcher *Ficedula hypoleuca*. *J. Avian Biol.* 36: 251-260.
130. Noguera, J. C., Kim, S.-Y., Velando, A. 2012. Pre-fledgling oxidative damage predicts recruitment in a long-lived bird. *Biol. Lett.* 8: 61-63.
131. Camacho, C. 2014. Early age at first breeding and high natal philopatry in the Red-necked Nightjar *Caprimulgus ruficollis*. *Ibis* 156: 442-445.
132. Canal, D., Serrano, D., Potti, J. 2014. Exploring heterozygosity-survival correlations in a wild songbird population: Contrasting effects between juvenile and adult stages. *PLoS ONE* 9: e105020.
133. Ferrer, E. S., García-Navas, V., Sanz, J. J., Ortego, J. 2016. The strength of the association between heterozygosity and probability of interannual local recruitment increases with environmental harshness in blue tits. *Ecol. Evol.* 6: 8857-8869.
134. Fuentes, D., Rubalcaba, J. G., Veiga, J. P., Polo, V. 2019. Long-term fitness consequences of breeding density in starling colonies: an observational approach. *J. Ornithol.* 160: 1035-1042.
135. Chabrzyk, G., Coulson, J. C. 1976. Survival and recruitment in Herring Gull *Larus argentatus*. *J. Anim. Ecol.* 45: 187-203.
136. Coulson, J. C., Butterfield, J. 1986. Studies on a colony of color-ringed herring gulls *Larus argentatus* .1. Adult survival rates. *Bird Stud.* 33: 51-54.
137. Lebreton, J. D., Burnham, K. P., Clobert, J., Anderson, D. R. 1992. Modelling survival and testing biological hypothesis using marked animals: a unified approach with case studies. *Ecol. Monogr.* 62: 67-118.
138. Arroyo, B., Moreno-Zárate, L., Estrada, A., Jiménez, J. 2018. Sostenibilidad de la caza de la tórtola europea en España. Encomienda de gestión del MAPAMA al IREC (CSIC). IREC(CSIC), Inédito.
139. Garcias, P. J., Tavecchia, G. 2018. Apparent survival and long-term population growth rate of The Kentish Plover *Charadrius alexandrinus* in Mallorca, Archipelago, Spain. *Ardeola* 65: 59-68, 10.
140. Prieto, N., Tavecchia, G., Telletxea, I., Ibañez, R., Ansorregi, F., Galdos, A., Urruzola, A., Iriarte, I., Arizaga, J. 2019. Survival probabilities of wintering Eurasian Woodcocks *Scolopax rusticola* in northern Spain reveal a direct link with hunting regimes. *J. Ornithol.* 160: 329-336.
141. Sanz-Aguilar, A., Anadón, J. D., Edelaar, P., Carrete, M., Tella, J. L. 2014. Can establishment success be determined through demographic parameters? A case study on five introduced bird species. *PLoS ONE* 9: e110019.
142. Tenan, S., Adrover, J., Muñoz-Navarro, A., Sergio, F., Tavecchia, G. 2012. Demographic consequences of poison-related mortality in a threatened bird of prey. *PLoS ONE* 7: e49187.
143. Margalida, A., Jiménez, J., Martínez, J. M., Sesé, J. A., García-Ferré, D., Llamas, A., Razin, M., Colomer, M., Arroyo, B. 2020. An assessment of population size and demographic drivers of the Bearded Vulture using integrated population models. *Ecol. Monogr.* 90: e01414.
144. Green, A. J., Fuentes, C., Figuerola, J., Viedma, C., Ramón, N. 2005. Survival of Marbled Teal (*Marmaronetta angustirostris*) released back into the wild. *Biol. Conserv.* 121: 595-601.

145. Genovart, M., Arcos, J. M., Álvarez, D., McMinn, M., Meier, R., Wynn, R., Guilford, T., Oro, D. 2016. Demography of the critically endangered Balearic shearwater: the impact of fisheries and time to extinction. *J. Appl. Ecol.* 53: 1158-1168.
146. Genovart, M., Sanz-Aguilar, A., Fernández-Chacón, A., Igual, J. M., Pradel, R., Forero, M. G., Oro, D. 2013. Contrasting effects of climatic variability on the demography of a trans-equatorial migratory seabird. *J. Anim. Ecol.* 82: 121-130.
147. Hernández, N., Oro, D., Sanz-Aguilar, A. 2017. Environmental conditions, age, and senescence differentially influence survival and reproduction in the Storm Petrel. *J. Ornithol.* 158: 113-123.
148. Balkiz, Ö., Bechet, A., Rouan, L., Choquet, R., Germain, C., Amat, J. A., Rendón-Martos, M., Bacetti, N., Nissardi, S., Özsesmi, U., Pradel, R. 2010. Experience dependent natal philopatry of breeding greater flamingos. *J. Anim. Ecol.* 79: 1045-1056.
149. Santoro, S., Green, A. J., Figuerola, J. 2016. Immigration enhances fast growth of a newly established source population. *Ecology* 97: 1048-1057.
150. Genovart, M., Doak, D., Igual, J. M., Sponza, S., Kralj, J., Oro, D. 2017. Varying demographic impacts of different fisheries on three Mediterranean seabird species. *Glob. Change Biol.* 23: 3012-2029.
151. Tavecchia, G., Viedma, C., Martínez-Abraín, A., Bartolomé, M. A., Gómez, J. A., Oro, D. 2009. Maximizing re-introduction success: assessing the immediate cost of release in a threatened waterfowl. *Biol. Conserv.* 142: 3005-3012.
152. Sanz-Aguilar, A., Tavecchia, G., Afán, I., Ramírez, F., Doxa, A., Bertolero, A., Gutiérrez-Expósito, C., Forero, M. G., Oro, D. 2014. Living on the edge: demography of the Slender-Billed Gull in the Western Mediterranean. *PLoS ONE* 9: e92674.
153. Steigerwald, E. C., Igual, J.-M., Payo-Payo, A., Tavecchia, G. 2015. Effects of decreased anthropogenic food availability on an opportunistic gull: evidence for a size-mediated response in breeding females. *Ibis* 157: 439-448.
154. Delgado, S., Herrero, A., Galarza, A., Aldalur, A., Zorrozuza, N., Arizaga, J. 2021. Demographic impact of landfill closure on a resident opportunistic gull. *Pop. Ecol.* 63: 238-246.
155. Fernández-Chacón, A., Genovart, M., Pradel, R., Tavecchia, G., Bertolero, A., Piccardo, J., Forero, M. G., Afan, I., Muntaner, J., Oro, D. 2013. When to stay, when to disperse and where to go: survival and dispersal patterns in a spatially structured seabird population. *Ecography* 36: 1-10.
156. Alcaide, M., Serrano, D., Tella, J. L., Negro, J. J. 2009. Strong philopatry derived from capture-recapture records does not lead to fine-scale genetic differentiation in lesser kestrels. *J. Anim. Ecol.* 78: 468-475.
157. Arrondo, E., Sanz-Aguilar, A., Pérez-García, J. M., Cortés-Avizanda, A., Sánchez-Zapata, J. A., Donazar, J. A. 2020. Landscape anthropization shapes the survival of a top avian scavenger. *Biodiver. Conserv.* 29: 1411-1425.
158. Badia-Boher, J., Sanz-Aguilar, A., de la Riva, M., Gangoso, L., van Overveld, T., García-Alfonso, M., Luzardo, O., Suarez-Pérez, A., Donazar, J. A. 2019. Evaluating European LIFE conservation projects: improvements in survival of an endangered vulture. *J. Appl. Ecol.* 56: 1210-1219.
159. Hernández-Matías, A., Real, J., Moleón, M., Palma, L., Sánchez-Zapata, J. A., Pradel, R., García, J. 2013. From local monitoring to a broad scale viability assessment: a case study for the Bonelli's Eagle in western Europe. *Ecol. Monogr.* 83: 239-261.
160. Margalida, A., Colomer, M. À., Oro, D. 2014. Man induced activities modify demographic parameters in a long lived species: effects of poisoning and health policies. *Ecol. Appl.* 24: 436-444.
161. Muriel, R., Balbontín, J., Calabuig, C. P., Morlanes, V., Ferrer, M. 2021. Does translocation affect short term survival in a long lived species, the Spanish imperial eagle? *Anim. Conserv.* 24: 38-50.
162. Oro, D., Sanz-Aguilar, A., Carbonell, F., Grajera, J., Torre, I. 2021. Multi-species prey dynamics influence local survival in resident and wintering generalist predators. *Oecologia* 197: 437-446.
163. Sanz-Aguilar, A., Cortes-Avizanda, A., Serrano, D., Blanco, G., Ceballos, O., Grande, J. M., Tella, J. L., Donazar, J. A. 2017. Sex- and age-dependent patterns of survival and breeding success in a long-lived endangered avian scavenger. *Sci. Rep.* 7: 40204.
164. Sergio, F., Tavecchia, G., Tanferna, A., Blas, J., Blanco, G., Hiraldo, F. 2019. When and where mortality occurs throughout the annual cycle changes with age in a migratory birds: individual vs population implications. *Sci. Rep.* 9: 17352.
165. León-Ortega, M., del Mar Delgado, M., Martínez, J. E., Penteriani, V., Calvo, J. F. 2016. Factors affecting survival in Mediterranean populations of the Eurasian eagle owl. *Eur. J. Wild. Res.* 62: 643-651.

166. Alonso, D., Arizaga, J. 2013. The impact of vagrants on apparent survival estimation in a population of Common Crossbills (*Loxia curvirostra*). *J. Ornithol.* 154: 209-217.
167. Arizaga, J., Díez, E., Aranguren, D., Asenjo, I., Cuadrado, J. F., Elosegui, Z., Goikoetxea, J., Herrero, A., Jauregi, J. I., Mendiburu, A., Sánchez, J. M. 2012. Wintering survival of insect-eating passerines in southern Europe. *Bird Stud.* 59: 37-42.
168. Greño, J. L., Belda, E. J., Barba, E. 2008. Influence of temperatures during the nestling period on post-fledging survival of Great Tit *Parus major* in a Mediterranean habitat. *J. Avian Biol.* 39: 41-49.
169. Mezquida, E. T., Villarán, A. 2006. Abundance variations, survival and site fidelity of Reed Buntings *Emberiza schoeniclus* wintering in central Spain. *Ornis Fenn.* 83: 11-19.
170. Arizaga, J., García, J. 2013. Apparent survival rate in a Bluethroat *Luscinia svecica azuricollis* population in Spain. *Ardeola* 60: 371-376.
171. Domínguez, F., Cuadrado, M. 1994. Recurrencia y tasa de supervivencia en el Alzacola *Cercotrichas galactotes*. *Butll. GCA* 11: 45-49.
172. López-Iborra, G., Gómez-Clavel, P., Carrillo-Pastor, F., Zaragoza-Llenes, A., Izquierdo-Rosique, A. 2013. Supervivencia y probabilidad de recaptura del avión zapador en una colonia de Aspe: análisis del periodo 2004-2011. *Rev. Anilla.* 31-32: 54-60.
173. López-Iborra, G. M., González, F. J., C. 2006. Estimaciones de supervivencia anual de carriceros comunes (*Acrocephalus scirpaceus*) adultos en dos humedales mediterráneos. *Rev. Anilla.* 16-17: 18-24.
174. Ponz-Miranda, A., Gil-Delgado, J. A., López-Iborra, G. M. 2007. Survival rates of young Magpies *Pica pica* in a mountain population of eastern Spain. *Acta Ornithol.* 42: 63-68.
175. Potti, J., Canal, D., Serrano, D. 2013. Lifetime fitness and age-related female ornament signalling: evidence for survival and fecundity selection in the pied flycatcher. *J. Evol. Biol.* 26: 1445-1457.
176. Senar, J., Copete, J. 1995. Mediterranean house sparrows (*Passer domesticus*) are not used to freezing temperatures: an analysis of survival rates. *J. Appl. Stat.* 22: 1069-1074.
177. Vögeli, M., Laiolo, P., Serrano, D., Tella, J. L. 2008. Who are we sampling? Apparent survival differs between methods in a secretive species. *Oikos* 117: 1816-1823.
178. Salguero Gómez, R., Jones, O. R., Archer, C. R., Bein, C., Buhr, H., Farack, C., Römer, G. 2016. COMADRE: a global data base of animal demography. *J. Anim. Ecol.* 85: 371-384.
179. Myhrvold, N. P., Baldrige, E., Chan, B., Sivam, D., Freeman, D. L., Ernest, S. M. 2015. An amniote life history database to perform comparative analyses with birds, mammals, and reptiles: *Ecological Archives E096 269.* *Ecology* 96: 3109-3109.
180. Morrison, C. A., Auñiś, A., Benkő, Z., Brotons, L., Chodkiewicz, T., Chylarecki, P., Escandell, V., ESKILDSEN, D. P., Gamero, A., Herrando, S., Jiguet, F., Kålås, J. A., Kamp, J., Klvaňová, A., Kmecl, P., Lehikoinen, A., Lindström, Å., Moshøj, C., Noble, D. G., Øien, I. J., Paquet, J. Y., Reif, J., Sattler, T., Seaman, B. S., Teufelbauer, N., Trautmann, S., van Turnhout, C. A. M., Vörrišek, P., Butler, S. J. 2021. Bird population declines and species turnover are changing the acoustic properties of spring soundscapes. *Nat. Comm.* 12: 6217.
181. Morrison, C. A., Butler, S. J., Robinson, R. A., Clark, J. A., Arizaga, J., Aunins, A., Baltà, O., Cepák, J., Chodkiewicz, T., Escandell, V., Foppen, R. P. B., Gregory, R. D., Husby, M., Jiguet, F., Kålås, J. A., Lehikoinen, A., Lindström, Å., Moshøj, C. M., Nagy, K., Nebot, A. L., Piha, M., Reif, J., Sattler, T., Škorpilová, J., Szép, T., Teufelbauer, N., Thorup, K., van Turnhout, C., Werninger, T., Gill, J. A. 2021. Covariation in population trends and demography reveals targets for conservation action. *Proc. R. Soc. B: Biol. Sci.* 288: 20202955.
182. Arizaga, J., Crespo, A., Iraeta, A. 2019. Noticias EMAN, 7. Informe anual sobre los resultados del Programa EMAN y EMAI. Sociedad de Ciencias Aranzadi, Donostia.
183. Bermejo, A. 2004. Programa PASER: más de diez años trabajando para la conservación de las aves. *Rev. Anilla.* 13-14: 2-26.
184. Hoffman, T., Lindeborg, M., Barboutis, C., Erciyas-Yavuz, K., Evander, M., Fransson, T., Figueira, J., Jaenson, T. G. T., Kiat, Y., Lindgren, P.-E., Lundkvist, A., Mohamed, N., Moutailler, S., Nyström, F., Olsen, B., Salaneck, E. 2018. Alkhurma Haemorrhagic Fever Virus RNA in *Hyalomma rufipes* ticks infesting migratory birds, Europe and Asia Minor. *Emerg. Infect. Dis.* 24: 879-882.
185. Palomar, A. M., Portillo, A., Mazuelas, D., Roncero, L., Arizaga, J., Crespo, A., Gutiérrez, Ó., Márquez, F. J., Cuadrado, J. F., Eiros, J. M., Oteo, J. A. 2016. Molecular analysis of Crimean-Congo hemorrhagic fever virus and *Rickettsia* in *Hyalomma marginatum* ticks removed from patients (Spain) and birds (Spain and Morocco), 2009–2015. *Ticks Tick. Borne Dis.* 7: 983-987.

186. Norte, A. C., Margos, G., Becker, N. S., Albino Ramos, J., Nuncio, M. S., Fingerle, V., Araújo, P. M., Adamík, P., Alivizatos, H., Barba, E., Barrientos, R., Cauchard, L., Csörgő, T., Diakou, A., Dingemanse, N. J., Doligez, B., Dubiec, A., Eeva, T., Flaisz, B., Grim, T., Hau, M., Heylen, D., Hornok, S., Kazantzidis, S., Kováts, D., Krause, F., Literak, I., Mänd, R., Montesana, L., Morinay, J., Mutanen, M., Neto, J. M., Nováková, M., Sanz, J. J., Pascoal da Silva, L., Sprong, H., Tirri, I.-S., Török, J., Trilar, T., Tyller, Z., Visser, M. E., Lopes de Carvalho, I. 2020. Host dispersal shapes the population structure of a tick-borne bacterial pathogen. *Mol. Ecol.* 29: 485-501.
187. Senar, J. C., Conroy, M. J. 2004. Multi-state analysis of the impacts of avian pox on a population of Serins (*Serinus serinus*): the importance of estimating recapture rates. *Anim. Biodivers. Conserv.* 27: 133-146.
188. Martínez de la Puente, J., Merino, S., Tomás, G., Moreno, J., Morales, J., Lobato, E., García-Fraile, S., Belda, E. J. 2010. The blood parasite *Haemoproteus* reduces survival in a wild bird: a medication experiment. *Biol. Lett.* 6: 663-665.
189. Hochachka, W. M., Dobson, A. P., Hawley, D. M., Dhondt, A. A. 2021. Host population dynamics in the face of an evolving pathogen. *J. Anim. Ecol.* 90: 1480-1491.
190. Pinilla, J. 2000. Manual para el anillamiento científico de aves. SEO/BirdLife y DGCN-MIMAM, Madrid.
191. Svensson, L. 1996. Guía para la identificación de los passeriformes europeos. Sociedad Española de Ornitología, Madrid.
192. Perez-Tris, J., Tellería, J. L. 2001. Age-related variation in wing shape of migratory and sedentary Blackcaps *Sylvia atricapilla*. *J. Avian Biol.* 32: 207-213.
193. Figuerola, J., Gutiérrez, R. 2000. Why do juvenile Moustached Warblers have shorter wings? *Ornis Fenn.* 77: 183-187.
194. Arizaga, J., Andueza, M., Fernández, B. 2017. Morfología de aves passeriformes nidificantes en Navarra y regiones limítrofes. Sociedad de Ciencias Aranzadi, Donostia.
195. Cabodevilla, X., Pérez-Tris, J., Moreno-Zarate, L., Pérez-Rodríguez, A., Lima-Barbero, J. F., Camacho, M. C., Villanua, D., Ibáñez, R., Gerboles, A., Arroyo, B. 2020. Age-related variation in wing shape differs between bird orders: Implications for interpretation of the Pointedness Index (C2 Axis) in a Size-Constrained Principal Component Analysis (SCCA). *Ardeola* 67: 341-354.
196. Tellería, J. L., De la Hera, I., Pérez-Tris, J. 2013. Morphological variation as a tool for monitoring bird populations: a review. *Ardeola* 60: 191-224.
197. Peig, J., Green, A. J. 2009. New perspectives for estimating body condition from mass/length data: the scaled mass index as an alternative method. *Oikos* 118: 1883-1891.
198. González-Varo, J. P., Onrubia, A., Pérez-Méndez, N., Tarifa, R., Illera, J. C. 2021. Fruit abundance and trait matching determine diet type and body condition across frugivorous bird populations. *Oikos*: en prensa.
199. Senar, J. C., Burton, P. J. K., Metcalfe, N. B. 1992. Variation in the nomadic tendency of a wintering finch *Carduelis spinus* and its relationship with body condition. *Ornis Scand.* 23: 63-72.
200. Jiménez-Peñuela, J., Ferraguti, M., Martínez de la Puente, J., Soriguer, R., Figuerola, J. 2019. Urbanization and blood parasite infections affect the body condition of wild birds. *Sci. Tot. Environ.* 651: 3015-3022.
201. Kaiser, A. 1993. A new multicategory classification of subcutaneous fat deposits of songbirds. *J. Field Ornithol.* 64: 246-255.
202. Arizaga, J., Barba, E. 2009. Fuel load and flight ranges of blackcaps *Sylvia atricapilla* in northern Iberia during the autumn and spring migrations. *Curr. Zool.* 55: 401-410.
203. Pérez-Tris, J. 1999. El peso de las aves en paso ¿Una medida de condición física o de acumulación de grasa? *Rev. Anilla.* 3: 11-15.
204. Parejo, D., Avilés, J. M., Rodríguez, J. 2010. Visual cues and parental favouritism in a nocturnal bird. *Biol. Lett.* 6: 171-173.
205. García-Navas, V., Sanz, J. J. 2011. Seasonal decline in provisioning effort and nestling mass of Blue Tits *Cyanistes caeruleus*: experimental support for the parent quality hypothesis. *Ibis* 153: 59-69.
206. Onrubia, A., Arroyo, J. L., Andrés, T., Gómez, J., Unamuno, J. M., Zufiaur, F. 2003. El mosquitero ibérico (*Phylloscopus ibericus*): identificación, biometría y apuntes sobre su migratología. *Rev. Anilla.* 12: 18-29.
207. Belda, E. J., Kvist, L., Monrós, J. S., Ponnikas, S., Torralvo, C. 2009. Uso de técnicas moleculares y análisis discriminantes para diferenciar mediante biometría dos subespecies de escribano palustre *Emberiza schoeniclus*. *Ardeola* 56: 85-94.
208. Arzak, A., Jauregi, J. I., Goikoetxea, J., Sánchez, J. M., Aranguren, I., Arizaga, J. 2014. Sexo de Mirlos acuáticos *Cinclus cinclus* en Gipuzkoa a partir de la biometría. *Rev. Cat. Ornitol.* 30: 54-62.

209. Cuadrado, M. 1991. Wing length criteria for sex determination of Robins *Erithacus rubecula* wintering in southern Spain. *Ornis. Svec.* 11: 55-57.
210. Lezana, L., Miranda, R., Campos, F., Peris, S. J. 2000. Sex differentiation in the spotless starling (*Sturnus unicolor*, Temminck 1820). *Bel. J. Zool.* 130: 139-142.
211. Figuerola, J., García, L., Green, A. J., Ibáñez, F., Máñez, M., Del Valle, J. L., Garrido, H., Arroyo, J. L., Rodríguez, R. 2006. Sex determination in glossy Ibis chicks based on morphological characters. *Ardeola* 53: 229-235.
212. Alarcos, S., De La Cruz, C., Solís, E., Valencia, J., García Baquero, M. J. 2007. Sex determination of Iberian Azure winged Magpies *Cyanopica cyanus cooki* by discriminant analysis of external measurements. *Ring. Migr.* 23: 211-216.
213. Fuertes, B., García, J., Fernández, J., Suárez-Seoane, S., Arranz, J. J. 2010. Can Iberian Water Rail *Rallus aquaticus* be sexed reliably using simple morphometrics? *Ring. Migr.* 25: 42-46.
214. Zuberogoitia, I., Alonso, R., Palomares, L. E., Martínez, J. A. 2011. Sex determination in Eurasian Sparrowhawks (*Accipiter nisus*). *J. Rapt. Res.* 45: 48-55.
215. Castro, G. D., Delgado, J. D., González, J., Wink, M. 2013. Sexual size dimorphism in the extreme SW breeding population of the European Storm Petrel *Hydrobates pelagicus* (Aves: Procellariiformes). *Vertebrate Zool.* 63: 313-320.
216. Gordo, O., Arroyo, J. L., Rodríguez, R., Martínez, A. 2016. Sexing of *Phylloscopus* based on multivariate probability of morphological traits. *Ring. Migr.* 31: 83-97.
217. Møller, A. P., Barbosa, A., Cuervo, J. J., De Lope, F., Merino, S., Saino, N. 1998. Sexual selection and tail streamers in the barn swallow. *Proc. R. Soc. B* 265: 409-414.
218. Remacha, C., Rodríguez, C., de la Puente, J., Pérez-Tris, J. 2020. Climate change and maladaptive wing shortening in a long-distance migratory bird. *Auk* 137: ukaa012.
219. Lockwood, R., Swaddle, J. P., Rayner, J. M. V. 1998. Avian wingtip shape reconsidered: wingtip shape indices and morphological adaptations to migration. *J. Avian Biol.* 29: 273-292.
220. Sheard, C., Neate-Clegg, M. H. C., Alioravainen, S. E. I., Vicent, C., MacGregor, H. E. A., Bregman, T. P., Claramunt, S., Tobias, J. A. 2020. Ecological drivers of global gradients in avian dispersal inferred from wing morphology. *Nat. Comm.* 11: 2463.
221. Mönkkönen, M. 1995. Do migrant birds have more pointed wings?: a comparative study. *Evol. Ecol.* 9: 520-528.
222. García Antón, A., Garza, V., Traba, J. 2018. Climate, isolation and intraspecific competition affect morphological traits in an endangered steppe bird, the Dupont's Lark *Chersophilus duponti*. *Bird Stud.* 65: 373-384.
223. Arizaga, J., Campos, F., Alonso, D. 2006. Variations in wing morphology among subspecies might reflect different migration distances in Bluethroat. *Ornis Fenn.* 83: 162-169.
224. Tellería, J. L., Carbonell, R. 1999. Morphometric variation of five Iberian Blackcap *Sylvia atricapilla* populations. *J. Avian Biol.* 30: 63-71.
225. Tellería, J. L., Pérez-Tris, J., Carbonell, R. 2001. Seasonal changes in abundance and flight-related morphology reveal different migration patterns in Iberian forest passerines. *Ardeola* 48: 27-46.
226. García-Peiró, I. 2003. Intraspecific variation in the wing shape of the long-distance migrant Reed Warbler *Acrocephalus scirpaceus*: effects of age and distance of migration. *Ardeola* 50: 31-37.
227. Villanúa, D., Lizarraga, A., Artázcoz, A., Arizaga, J. 2018. Biometric differentiation of breeding and non-breeding Song Thrushes at the southwestern limit of their distributional range. *Ring. Migr.* 33: 41-44.
228. Arizaga, J., Barba, E. 2011. El uso de los rasgos individuales y la abundancia para determinar cuándo comienza el paso migratorio posnupcial. *Chioglossa* 3: 89-95.
229. Pérez-Tris, J., Carbonell, R., Tellería, J. L. 1999. A method for differentiating between sedentary and migratory Blackcaps *Sylvia atricapilla* in wintering areas of southern Iberia. *Bird Stud.* 46: 299-304.
230. De la Hera, I., Pérez-Tris, J., Tellería, J. L. 2007. Testing the validity of discriminant function analyses based on bird morphology: the case of migratory and sedentary blackcaps (*Sylvia atricapilla*) wintering in southern Iberia. *Ardeola* 54: 81-91.
231. Pérez-Tris, J., Tellería, J. L. 2002. Regional variation in seasonality affects migratory behaviour and life-history traits of two Mediterranean passerines. *Acta Oecol. Int. J. Ecol.* 23: 13-21.
232. Neto, J. M., Gordinho, L., Belda, E. J., Marín, M., Monrós, J. S., Fearon, P., Crates, R. 2013. Phenotypic divergence among West European populations of reed bunting *Emberiza schoeniclus*: the effects of migratory and foraging behaviours. *Plos One* 8: e63248.

233. García, J., Arizaga, J., Rodríguez, J. I., Alonso, D., Suárez-Seoane, S. 2021. Morphological differentiation in a migratory bird across geographic gradients in mountains of southern Europe. *J. Biogeogr.* 48: 2828-2838.
234. Arizaga, J., Barba, E., Cantó, J. L., Cívico, J. M., Cortés, V., Greño, J. L., Herranz, J. M., Monrós, J. S., Moreno, P., Piculo, R., Verdejo, J. 2012. The usefulness of biometrics for the study of avian connectivity within Europe. A case study with Blackcaps *Sylvia atricapilla* in Spain. *Ardeola* 59: 75-91.
235. Arizaga, J., Alonso, D., Cortés, J., A., Eggenhuizen, T., Foucher, J., Franz, D., García, J., Koning, F., Leconte, M., Rguibi, H., Valkenburg, T., Vera, P., Hobson, K., A. 2015. Migratory connectivity in European bird populations: feather stable isotope values correlate with biometrics of breeding and wintering Bluethroats *Luscinia svecica*. *Ardeola* 62: 255-267.
236. Moreno-Opo, R., Belamendia, G., Vera, P., Onrubia, A., Monteagudo, A., de la Puente, J. 2015. Differential migration in the Common Chiffchaff *Phylloscopus collybita*: sub-Saharan wintering grounds host more adults and females as well as birds of larger size and better physical condition. *Ardeola* 62: 237-253.
237. Herrera, C. M. 1978. Ecological correlates of residence and non-residence in a Mediterranean passerine bird community. *J. Anim. Ecol.* 47: 871-890.
238. Barbosa, A. 1996. Relationship between bill morphology and preening behaviour in waders. *Ethol. Ecol. Evol.* 8: 291-296.
239. Alonso, D., Arizaga, J., Miranda, R., Hernández, M. A. 2006. Morphological diversification of common crossbill *Loxia curvirostra* populations within Iberia and the Balearics. *Ardea* 94: 99-107.
240. Borrás, A., Cabrera, J., Senar, J. C. 2008. Local divergence between Mediterranean crossbills occurring in two different species of pine. *Ardeola* 55: 169-177.
241. Senar, J. C., Borrás, A., Cabrera, J., Cabrera, T. 1995. The bill crossover ratio of the common crossbill, *Loxia curvirostra*, is not always 1:1. *Ardeola* 42: 209-210.
242. Alonso, D., Fernández-Eslava, B., Edelaar, P., Arizaga, J. 2020. Morphological divergence among Spanish Common Crossbill populations and adaptations to different pine species. *Ibis* 162: 1279-1291.
243. Carrascal, L. M., Moreno, E., Valido, A. 1994. Morphological evolution and changes in foraging behaviour of island and mainland populations of blue tit (*Parus caeruleus*) - a test of convergence and ecomorphological hypotheses. *Evol. Ecol.* 8: 25-35.
244. Jenni, L., Winkler, R. 1994. Molt and ageing of European passerines. Academic Press, London.
245. Newton, I. 2009. Molt and plumage. *Ring. Migr.* 24: 220-226.
246. Baker, K. 1993. Identification Guide to European Non-Passerines. BTO, Thetford.
247. Snow, D. W. 1967. A guide to molt in British birds. BTO Guide 11. BTO, Thetford.
248. Ginn, H. B., Melville, D. S. 1983. Molt in birds. BTO, Tring.
249. Erni, B., Bonnevie, B. T., Oschadleus, H., Altwegg, R., Underhill, L. G. 2013. molt: An R Package to Analyze Molt in Birds. *J. Stat. Softw.* 52: 1-23.
250. Pérez-Granados, C. 2020. Post-juvenile and post-breeding molt of the Black Wheatear *Oenanthe leucura* in South-Eastern Spain: slowed down due to climatic aridity? *Ardea* 108: 21-29.
251. Talabante, C. 2014. Atypical molt of the secondary feathers in Spectacled Warbler *Sylvia conspicillata*. *Ring. Migr.* 29: 44-46.
252. Gargallo, G. 1994. Flight feather molt in the Red-Necked Nightjar *Caprimulgus ruficollis*. *J. Avian Biol.* 25: 119-124.
253. de la Cruz, C., de Lope, F., Sanchez, J. M. 1992. Postjuvenile molt in the Azure winged Magpie *Cyanopica cyanea cooki*. *Ring. Migr.* 13: 27-35.
254. Castelló-Massip, J., Gil-Velasco, M. 2013. Notas sobre la muda en Mosquitero ibérico *Phylloscopus ibericus* en un contexto de divagancia: el Delta del Llobregat. En: N. Rodríguez, J. García, J.L. Copete (Ed.), *El mosquitero ibérico*: p. 141-142. Grupo Ibérico de Anillamiento, León.
255. Garcia Del Rey, E., Gosler, A. G. 2005. Biometrics, ageing, sexing and molt of the Blue Chaffinch *Fringilla teydea teydea* on Tenerife (Canary Islands). *Ring. Migr.* 22: 177-184.
256. Garcia del Rey, E., Gosler, A. G., Gonzalez, J., Wink, M. 2008. Sexual size dimorphism and molt in the Plain Swift *Apus unicolor*. *Ring. Migr.* 24: 81-87.
257. Illera, J. C., Atienza, J. C. 2002. Determinación del sexo y edad en la Tarabilla Canaria *Saxicola dacotiae* mediante el estudio de la muda. *Ardeola* 49: 273-281.
258. Martínez, J. A., Zuberogoitia, I., Alonso, R. 2002. Rapaces nocturnas. Guía para la determinación de la edad y sexo en las estrigiformes ibéricas. Monticola Ediciones, Madrid.

259. Zuberogoitia, I., Zabala, J., Martínez, J. E. 2018. Molt in birds of prey: A review of current knowledge and future challenges for research. *Ardeola* 65: 183-207.
260. Zuberogoitia, I., Gil, J. A., Martínez, J. E., Erni, B., Aniz, B., López-López, P. 2016. The flight feather molt pattern of the bearded vulture (*Gypaetus barbatus*). *J. Ornithol.* 157: 209-217.
261. Zuberogoitia, I., de la Puente, J., Elorriaga, J. B., Alonso, R., Palomares, L. E., Martínez, J. E. 2013. The flight feather molt of Griffon Vultures (*Gyps fulvus*) and associated biological consequences. *J. Rapt. Res.* 47: 292-303.
262. Arroyo, B. E., King, J. R. 1996. Age and sex differences in molt of the Montagu's Harrier *Circus pygargus*. *J. Rapt. Res.* 30: 161-184.
263. Fernández-Eslava, B., Alonso, D., Galicia, D., Arizaga, J. 2020. Estimation of molt duration in birds with suspended molts: the case of the Red Crossbill and its relation to reproduction. *J. Ornithol.* 161: 481-490.
264. Gargallo, G., Clarabuch, O. 1995. Extensive molt and ageing in six species of passerines. *Ring. Migr.* 16: 178-189.
265. Ponce, C., De la Puente, J., Calleja, J. A., Díaz, Á. 2005. Muda postjuvenil de carbonero común (*Parus major*), herrerillo común (*P. caeruleus*) y carbonero garrapinos (*P. ater*) en el centro peninsular. *Rev. Anilla.* 15: 21-29.
266. Morganti, M. 2013. Complete post-juvenile molt in first-year Blackcaps: Proximate causes and adaptive implications. *Ardeola* 60: 45-57.
267. De la Hera, I., Díaz, J. A., Pérez-Tris, J., Tellería, J. L. 2009. A comparative study of migratory behaviour and body mass as determinants of molt duration in passerines. *J. Avian Biol.* 40: 461-465.
268. De la Hera, I., Hedenstrom, A., Pérez-Tris, J., Tellería, J. L. 2010. Variation in the mechanical properties of flight feathers of the blackcap *Sylvia atricapilla* in relation to migration. *J. Avian Biol.* 41: 342-347.
269. De la Hera, I., Schaper, S. V., Díaz, J. A., Pérez-Tris, J., Bensch, S., Tellería, J. L. 2011. How much variation in the molt duration of passerines can be explained by the growth rate of tail feathers? *Auk* 128: 321-329.
270. Sanz, J. J. 1999. Seasonal variation in reproductive success and post-nuptial molt of blue tits in southern Europe: an experimental study. *Oecologia* 121: 377-382.
271. Hemborg, C., Sanz, J., Lundberg, A. 2001. Effects of latitude on the trade-off between reproduction and molt: a long-term study with pied flycatcher. *Oecologia* 129: 206-212.
272. Solís, I., Sanz, J. J., Imba, L., Álvarez, E., Barba, E. 2021. A higher incidence of molt-breeding overlap in great tits across time is linked to an increased frequency of second clutches: a possible effect of global warming? *Anim. Biodivers. Conserv.* 44: 303-315.
273. De la Hera, I., Pérez-Tris, J., Tellería, J. L. 2009. Migratory behaviour affects the trade-off between feather growth rate and feather quality in a passerine bird. *Biol. J. Linn. Soc. Lond.* 97: 98-105.
274. Arizaga, J., Unamuno, E., Azkona, A., Laso, M., Peón, P. 2014. Molt extent differs between populations of different migratory distances: preliminary insights from Bluethroats *Luscinia svecica*. *Rev. Cat. Ornitol.* 30: 24-29.
275. Pérez-Granados, C., Calleja, J. A., Seoane, J., Fernández-Tizón, M., Vigalondo, B., Meléndez, L., Kiat, Y. 2021. Time available for moulting shapes inter- and intra-specific variability in post-juvenile molt extent in wheatears (genus *Oenanthe*). *J. Ornithol.* 162: 255-264.
276. Figuerola, J., Jovani, R. 2001. Ecological correlates in the evolution of molt strategies in Western Palearctic passerines. *Evol. Ecol.* 15: 183-192.
277. Guallar, S., Figuerola, J. 2016. Factors influencing the evolution of molt in the non-breeding season: insights from the family Motacillidae. *Biol. J. Linn. Soc. Lond.* 118: 774-785.
278. Guallar, S., Jovani, R. 2020. Molt nestedness and its imperfections: insights to unravel the nature of passerine wing-feather molt rules. *J. Avian Biol.*: en prensa.
279. Pérez-Rodríguez, L. 2013. La medición del color: técnicas y fundamentos para el estudio de la ecología de las aves. *Rev. Anilla.* 31-32: 4-20.
280. Vergara, P., Martínez-Padilla, J., Fargallo, J. A. 2012. Differential maturation of sexual traits: revealing sex while reducing male and female aggressiveness. *Behav. Ecol.* 24: 237-244.
281. Fernández-Eslava, B., Alonso, D., Galicia, D., Arizaga, J. 2021. Strong evidence supporting a relationship between colour pattern and apparent survival in common crossbills. *J. Ornithol.*: en prensa.
282. Rutkowska, M., Plotka-Wasyłka, J., Lubinska-Szczygeł, M., Rozanska, A., Mozejko-Cieślińska, J., Namiesnik, J. 2018. Birds' feathers – suitable samples for determination of environmental pollutants. *Trends Anal. Chem.* 109: 97-115.
283. Kiat, Y., Vortman, Y., Sapir, N. 2019. Feather molt and bird appearance are correlated with global warming over the last 200 years. *Nat. Comm.* 10: 1-7.

284. Nadal, J., Ponz, C., Margalida, A. 2021. The end of primary moult as an indicator of global warming effects in the Red-legged Partridge *Alectoris rufa*, a medium sized, sedentary species. *Ecol. Indic.* 122: 107287.
285. Svensson, L., Mullarney, K., Zetterström, D. 2009. *Guía de aves. España, Europa y región mediterránea.* Ediciones Omega, Barcelona.
286. Van Duivendijk, N. 2010. *Advanced bird Id guide: the Western Palearctic.* New Holland Publishers, London.
287. Shirihai, H., Gargallo, G., Helbig, A. J. 2001. *Sylvia Warblers. Identification, taxonomy and phylogeny of the genus Sylvia.* Christopher-Helm, London.
288. Olsen, K. M., Larson, H. 2004. *Gulls of Europe, Asia and North America.* Christopher Helm, London.
289. Prater, A. J., Marchant, J. H., J., V. 1977. *Guide to identification and ageing of Holarctic Waders.* BTO Guides 17. BTO, Tring.
290. Demongin, L. 2016. *Identification Guide to Birds in the Hand.* Beaugregard-Vendon.
291. Gargallo, G. 1991. Identificació del Busqueret Coallarga (*Sylvia sarda balearica*). *Anuari Ornitol. Balears* 6: 35-42.
292. Gargallo, G. 1994. On the taxonomy of the western Mediterranean islands populations of Subalpine Warbler *Sylvia cantillans*. *Bull. BOC.* 114: 31-36.
293. Gargallo, G. 1994. Identificació de la subespècie balear de Menjamosques *Muscicapa striata balearica*. *Anuari Ornitol. Balears* 8: 21-30.
294. Pons, J.-M., Thibault, J.-C., Aymí, R., Grussu, M., Muntaner, J., Olioso, G., Sunyer, J. R., Tourihi, M., Fuchs, J. 2016. The role of western Mediterranean islands in the evolutionary diversification of the Spotted Flycatcher (*Muscicapa striata*). *J. Avian Biol.* 46: 1-13.
295. Viganò, M., Corso, A., Illa, M., Starnini, L. 2019. Identification of Mediterranean Flycatcher. *Dutch Bird.* 41: 295-317.
296. Illera, J. C., Emerson, B. C., Richardson, D. S. 2007. Population history of Berthelot's pipit: colonization, gene flow and morphological divergence in Macaronesia. *Mol. Ecol.* 16: 4599-4612.
297. Illera, J. C., Ramírez, A., Rodríguez, L., Polypathellis, K., Pérez-Tris, J. 2020. Maternal genetic structure reveals an incipient differentiation in the Canary Islands Chiffchaff *Phylloscopus canariensis*. *Ardeola* 67: 401-414.
298. González-Melián, E. 2018. Sex determination of the Canary Island Chiffchaff *Phylloscopus canariensis* using morphological traits and molecular sexing. *Ornithol. Sci.* 17: 17-34.
299. Pestano, J., Brown, R. P., Rodríguez, F., Moreno, A. 2000. Mitochondrial DNA control region diversity in the endangered blue chaffinch, *Fringilla teydea*. *Mol. Ecol.* 9: 1421-1425.
300. Suárez, N. M., Betancor, E., Fregel, R., Rodríguez, F., Pestano, J. 2012. Genetic signature of a severe forest fire on the endangered Gran Canaria blue chaffinch (*Fringilla teydea polatzeki*). *Conserv. Genet.* 13: 499-507.
301. Lifjeld, J. T., Anmarkrud, J. A., Calabuig, P., Cooper, J. E. J., Johannessen, L. E., Johnsen, A., Kearns, A. M., Lachlan, R. F., Laskemoen, T., Marthinsen, G., Stensrud, E., Garcia-del-Rey, E. 2016. Species-level divergences in multiple functional traits between the two endemic subspecies of Blue Chaffinches *Fringilla teydea* in Canary Islands. *BMC Zool.* 1: 4.
302. Illera, J. C., Rando, J. C., Rodríguez-Expósito, E., Hernández, M., Claramunt, S., Martín, A. 2018. Acoustic, genetic, and morphological analyses of the Canarian common chaffinch complex *Fringilla coelebs* ssp. reveals cryptic diversification. *J. Avian Biol.* 49: e01885.
303. Sangster, G., Rodríguez-Godoy, F., Roselaar, C. S., Robb, M. S., Luksenburg, J. A. 2016. Integrative taxonomy reveals Europe's rarest songbird species, the Gran Canaria Blue Chaffinch *Fringilla polatzeki*. *J. Avian Biol.* 47: 159-166.
304. Dietzen, C., Garcia-del-Rey, E., Castro, G. D., M., W. 2008. Phylogeography of the Blue Tit (*Parus teneriffae*-group) on the Canary Islands based on mitochondrial DNA sequence data and morphometrics. *J. Ornithol.* 149: 1-12.
305. Gohli, J., Leder, E. H., Garcia-del-Rey, E., Johannessen, L. E., Johnsen, A., Laskemoen, T., Popp, M., Lifjeld, J. T. 2015. The evolutionary history of Afrocanarian blue tits inferred from genomewide SNPs. *Mol. Ecol.* 24: 180-191.
306. Recuerda, M., Illera, J. C., Blanco, G., Zardoya, R., Milá, B. 2021. Sequential colonization of oceanic archipelagos led to a species-level radiation in the common chaffinch complex. *Mol. Phylogenet. Evol.* 164: en prensa.
307. Gordo, O., Arroyo, J. L., Rodríguez, R., Martínez, A. 2018. Guía práctica para el sexado de mosquiteros *Phylloscopus* spp. usando medidas biométricas. *Rev. Anilla.* 37: 46-62.
308. Rodríguez, N., García, J., Copete, J. L. 2013. El mosquitero ibérico. Grupo Ibérico de Anillamiento, León.

309. Gil-Velasco, M. 2017. Primary spacing as a field identification criterion for Iberian Chiffchaff. *Brit. Bird.* 110: 480-483.
310. De la Hera, I., Gómez, J., Dillane, E., Unanue, A., Pérez-Rodríguez, A., Pérez-Tris, J., Torres-Sánchez, M. 2020. Wintering grounds, population size and evolutionary history of a cryptic passerine species from isotopic and genetic data. *J. Avian Biol.* 51: e02559.
311. Svensson, L. 2001. The correct name of the Iberian Chiffchaff *Phylloscopus ibericus* Ticehurst 1937, its identification and new evidence of its winter grounds. *Bull. Brit. Ornithol. Club* 121: 281-296.
312. Vera, P., Martínez, E., Belda, E. J., Monrós, J. S., Kvist, L. 2012. Biometría comparada en el complejo de subespecies de Escribano Palustre *Emberiza schoeniclus* en la Península Ibérica. *Rev. Anilla.* 29-30: 62-67.
313. Copete, J. L., Marine, R., Bigas, D., Martínez-Vilalta, A. 1999. Differences in wing shape between sedentary and migratory Reed Buntings *Emberiza schoeniclus*. *Bird Stud.* 46: 100-103.
314. Arizaga, J. 2010. White-throated Dipper subspecies in Iberia: a review. *Cinclus Scand.* 23: 3-8.
315. Arizaga, J., Hernández, M. A., Rivas, J., Miranda, R. 2009. Biometrics of Iberian Dippers *Cinclus cinclus*: environmental sources of among-population variation. *Ardea* 97: 23-30.
316. Campos, F., Gutiérrez-Corchero, F., Hernández, M. A., Rivas, J. M., López-Fidalgo, J. 2005. Biometric differences among the Dipper *Cinclus cinclus* populations of Spain. *Acta Ornithol.* 40: 87-93.
317. Campos, F., Hernández, M. A., Arizaga, J., Santamaría, T., Corrales, L. 2010. The White-throated Dipper *Cinclus cinclus* subspecies in Spain. *Ring. Migr.* 25: 3-6.
318. Esteban, L., Campos, F. J., Ariño, A. H. 2000. Biometrics amongst Dippers *Cinclus cinclus* in the north of Spain. *Ring. Migr.* 20: 9-14.
319. Marsà, J. 1988. Longitud alar i sexe de *Cinclus cinclus pyrenaicus*. *Butll. GCA* 5: 1-8.
320. Villarán, A., Pascual-Parra, J., Mezquida, E. 2001. Diferencias biométricas en dos poblaciones de Mirlo Acuático *Cinclus cinclus* en ambas vertientes de sierras del Sistema Central. *Butll. GCA* 18: 9-16.
321. García, J., Fuertes, B., Juan, M. 2000. Diferencias biométricas relacionadas con el sexo y la edad en una población ibérica de Pechiazul *Luscinia svecica cyanecula*. *Butll. GCA* 17: 11-16.
322. Neto, J. M., Correia, E. 2012. Biometrics and sub-specific identification of white-spotted bluethroats *Luscinia svecica cyanecula* and *L. s. namnetum* during autumn. *Ardeola* 59: 309-315.
323. Peiró, I. G. 1997. A study of migrant and wintering bluethroats *Luscinia svecica* in south-eastern Spain. *Ring. Migr.* 18: 18-24.
324. Gil-Velasco, M., Fuentes, M. A., Sales, S. 2016. Estatus subespecífico de la cotxa blava *Luscinia svecica* ssp. a Catalunya. *Butll. GCA* 1: 3-10.
325. Quintana Becerra, M. 2009. La subespècie *namnetum* del ruiseñor pechiazul (*Luscinia svecica*) en el litoral cantàbrico. *Rev. Anilla.* 23: 35-38.
326. Aymí, R. 1995. "Grey-and-white" Yellow Wagtails in western Europe. *Dutch Bird.* 17: 6-10.
327. Aymí, R. 1999. Identification of adult male Yellow Wagtails in winter plumage in Western Europe. *Dutch Bird.* 21: 241-253.
328. Aragüés, A. 1989. La migración primaveral de las subespecies de Collalba gris (*Oenanthe oenanthe*) por las áreas estepariás del Valle del Ebro. *Azara* 1: 67-76.
329. Josa Anguera, P., Fuentes Rosúa, M. A. 2016. Primeres dades de la subespècie groenlandesa de còlit gris *Oenanthe oenanthe leucorhoa* a Catalunya. *Butll. CAC* 1: 26-31.
330. Motis, A. 1983. Alguns criteris per a la identificació dels dos estornells *Sturnus vulgaris* i *Sturnus unicolor* a l'època de cria. *Butll. GCA* 3: 7-12.
331. Pérez-García, J. M., Sallent, A. 2011. Identificación de híbridos en el campo: el caso del anillamiento de un híbrido de Colirrojo Tizón (*Phoenicurus ochrurus*) y Colirrojo Real (*Phoenicurus phoenicurus*) en el P.N. del archipiélago de Cabrera. *Rev. Anilla.* 28: 30-35.
332. Alonso, J. C. 1985. Description of intermediate phenotypes between *Passer hispaniolensis* and *Passer domesticus*. *Ardeola* 32: 31-38.
333. Cordero, P. J. 1990. Phenotypes of juvenile offspring of a mixed pair consisting of a male House Sparrow and a female Tree Sparrow *Passer* spp.. *Ornis Fenn.* 67: 52-56.
334. Cordero, P. J. 1991. Phenotypes of adult hybrids between House Sparrow *Passer domesticus* and Tree Sparrow *Passer montanus*. *Bull. Brit. Ornithol. Club* 111: 44-46.
335. Cordero, P. J., Summers-Smith, J. D. 1993. Hybridization between House and Tree Sparrow (*Passer domesticus*, *P. montanus*). *J. Ornithol.* 134: 69-77.

336. Campos, F., Gutiérrez-Corchero, F., López-Fidalgo, J., Hernández, M. A. 2005. Un nuevo criterio para sexar Mirlos Acuáticos *Cinclus cinclus* en la Península Ibérica. *Rev. Cat. Ornitol.* 21: 43-46.
337. Laesser, J., van Wijk, R. E. 2018. Postponed moult of primary coverts untagles the ageing of Wrynecks *Jynx torquilla*. *Ring. Migr.* 32: 87-103.
338. Infante, O., Peris, S. J. 2004. Sexual dimorphism in the southern Grey Shrike *Lanius meridionalis* in the central west of the Iberian peninsula. *Ardeola* 51: 455-460.
339. Gutiérrez-Corchero, F., Campos, F., Hernández, M. A. 2007. Sexual dimorphism in an insular southern grey shrike subspecies *Lanius meridionalis koenigi*. *Ardeola* 54: 327-330.
340. Gutiérrez-Corchero, F., Campos, F., Hernández, M. A., Amezcua, A. 2007. Biometrics of the Southern Grey Shrike *Lanius meridionalis* in relation to age and sex. *Ring. Migr.* 23: 141-146.
341. Tella, J. L., Torre, I. 1993. Sexual size dimorphism and determination of sex in the Chough (*Pyrrhocorax pyrrhocorax*). *J. Ornithol.* 134: 187-190.
342. Mariné, R., Figuerola, J., Gutiérrez, R. 1994. An additional ageing criterion for Penduline Tits *Remiz pendulinus*. *Butll. GCA* 11: 11-13.
343. Vögeli, M., Serrano, D., Tella, J. L., Méndez, M., Godoy, J. A. 2007. Sex determination of Dupont's Lark *Chersophilus duponti* using molecular sexing and discriminant functions. *Ardeola* 54: 69-79.
344. Gargallo, G. 1997. Ageing Cetti's Warbler *Cettia cetti* by means of plumage characteristics. *Ring. Migr.* 18: 14-17.
345. Gavilán, F., Arizaga, J. 2016. Sexado de zarcero bereber *Iduna opaca* (Cabanis, 1850) a partir de la longitud alar. *Munibe* 64: 137-143.
346. Gargallo, G. 1992. Ageing in the Dartford Warbler. *Ring. Migr.* 13: 52-56.
347. De Gabriel, M., Miguélez, D., Fuertes, B., Zumalacárregi, C., Roa, I. 2012. Aportaciones a la biometría, sexado y datado del Treparriscos (*Tichodroma muraria*) en los Picos de Europa (Norte de la Península Ibérica). *Rev. Anilla.* 29-30: 56-61.
348. Aymí, R. 1990. Muda de les cobertores grans en tords *Turdus philomelos* del primer any i les seves implicacions en la datació. *Butll. GCA* 7: 37-41.
349. Arizaga, J., Alonso, D., Barba, E. 2010. Patterns of migration and wintering of robins *Erithacus rubecula* in northern Iberia. *Ring. Migr.* 25: 7-14.
350. Fernández-Gil, J., Fuertes, B., González Jáñez, R. 2007. Sexado y datado del acentor alpino (*Prunella collaris*) durante la estación reproductora en el Parque Nacional de los Picos de Europa. *Rev. Anilla.* 20: 29-40.
351. Arenas, M., Senar, J. C. 2004. Sexing juvenile Greenfinches *Carduelis chloris* by the extent of black on the tail. *Ring. Migr.* 22: 1-3.
352. Senar, J. C., Arenas, M., Borràs, A., Cabrera, T., Cabrera, J., Winkler, R. 2002. Sexing juvenile Goldfinches *Carduelis carduelis* by plumage colour. *Rev. Cat. Ornitol.* 19: 5-10.
353. Mariné, R., Copete, J. L. 1994. Sexing juvenile Siskins *Carduelis spinus*. *Butll. GCA* 11: 7-9.
354. Senar, J. C., Copete, J. L. 1992. Variación en el número de terciarias mudadas y su utilidad para el datado del Lúgano *Carduelis spinus*. *Butll. GCA* 9: 7-9.
355. Campos, F., Hernández, M., Arizaga, J., Miranda, R., Amezcua, A. 2005. Sex differentiation of Corn Buntings *Miliaria calandra* wintering in northern Spain. *Ring. Migr.* 22: 159-162.
356. Genovart, M., McMinn, M., Bowler, D. 2003. A discriminant function for predicting sex in the Balearic Shearwater. *Waterbirds* 26: 72-76.
357. Aguirre, J. I., Arana, P., Antonio, M. T. 2009. Testing effectiveness of discriminant functions to sex different populations of mediterranean yellow-legged gulls *Larus michahellis michahellis*. *Ardeola* 56: 281-286.
358. Arizaga, J., Aldalur, A., Herrero, A., Galicia, D. 2008. Sex differentiation of Yellow-legged Gull (*Larus michahellis lusitanicus*): the use of biometrics, bill morphometrics and wing tip coloration. *Waterbirds* 31: 211-219.
359. Galarza, A., Hidalgo, J., Ocio, G., Rodríguez, P. 2008. Sexual size dimorphism and determination of sex in Atlantic Yellow-legged Gulls *Larus michahellis lusitanicus* from northern Spain. *Ardeola* 55: 41-47.
360. Palomares, L. E., Arroyo, B. E., Marchamalo, J., Sainz, J. J., Voslamber, B. 1997. Sex- and age-related biometric variation of Black-headed Gulls *Larus ridibundus* in Western European populations. *Bird Stud.* 44: 310-317.
361. Zuberogoitia, I., Alonso, R., Elorriaga, J., Palomares, L. E., Martínez, J. A. 2009. Moulting and age determination of Eurasian Sparrowhawks *Accipiter nisus* in Spain. *Ardeola* 56: 241-251.
362. Zuberogoitia, I., Martínez, J. A., Zabala, J., Martínez, J. E., Castillo, I., Azkona, A., Hidalgo, S. 2005. Sexing, ageing and moult of Buzzards *Buteo buteo* in a southern European area. *Ring. Migr.* 22: 153-158.

363. Rodríguez, C., Bustamante, J., Martínez-Cruz, B., Negro, J. J. 2005. Evaluation of methods for gender determination of Lesser Kestrel nestlings. *J. Rapt. Res.* 39: 127-133.
364. Mañosa, S. 1994. Sex and age determination in nestling Goshawks *Accipiter gentilis*. *Butll. GCA* 11: 1-6.
365. Arroyo, B. 1999. Determinación de la edad de los pollos de aguilucho cenizo *Circus pygargus*. *Rev. Anilla.* 4: 9-11.
366. Alonso, R., Caballero, M. J. 2003. Determinación de la edad y el sexo en el chotacabras cuello-rojo (*Caprimulgus ruficollis*). *Rev. Anilla.* 11: 17-22.
367. Tella, J. L., Gortázar, C., López, R., Osácar, J. J. 1995. Age related differences in biometrics and body condition in a Spanish population of Alpine Swift (*Apus melba*). *J. Ornithol.* 136: 77-79.
368. Gutiérrez Expósito, C. 2001. Cambios taxonómicos y su implicación en el anillamiento en España. *Rev. Anilla.* 7: 28-35.
369. Spencer, R. 1970. The role of bird-ringing in conservation. *Bird Stud.* 17: 104-110.
370. Bridge, E. S., Thorup, K., Bowlin, M. S., Chilson, P. B., Diehl, R. H., Fléron, R. W., Hartl, P., Kays, R., Kelly, J. F., Robinson, W. D., Wikelski, M. 2011. Technology on the move: recent and forthcoming innovations for tracking migratory birds. *BioSci.* 61: 689-698.
371. Arizaga, J., Crespo, A., Telletxea, I., Ibáñez, R., Díez, F., Tobar, J., Minondo, M., Ibarrola, Z., Fuente, J., Pérez, J. 2014. Solar/Argos PTTs contradict ring-recovery analyses: Woodcocks wintering in Spain are found to breed further east than previously stated. *J. Ornithol.* 156: 515-523.
372. Ahrestani, F. S., Saracco, J. F., Sauer, J. R., Pardieck, K. L., Royle, J. A. 2017. An integrated population model for bird monitoring in North America. *Ecol. Appl.* 27: 916-924.
373. De la Hera, I., Pulido, F., Visser, M. E. 2014. Longitudinal data reveal ontogenetic changes in the wing morphology of a long distance migratory bird. *Ibis* 156: 209-214.
374. Marzal, A., Balbontín, J., Reviriego, M., García-Longoria, L., Relinque, C., Hermosell, I. G., Magallanes, S., López-Calderón, C., de Lope, F., Møller, A. P. 2016. A longitudinal study of age-related changes in Haemoproteus infection in a passerine bird. *Oikos* 125: 1092-1099.
375. Blanco, G., Cuevas, J. A., Frías, Ó., del Barrio, J. L. G. 2019. A shot in the dark: Sport hunting of declining corvids promotes the inadvertent shooting of threatened red-billed choughs. *J. Nat. Conserv.* 52: 125739.
376. Asensio, B., Barbosa, A. 1990. La readaptación al medio natural de las rapaces liberadas de centros de rehabilitación según muestran las recuperaciones de aves anilladas. *Ecología* 4: 223-228.
377. Barbosa, A. 2001. Hunting impact on waders in Spain: effects of species protection measures. *Biodiver. Conserv.* 10: 1703-1709.
378. Guil, F., Colomer, M. À., Moreno-Opo, R., Margalida, A. 2015. Space-time trends in Spanish bird electrocution rates from alternative information sources. *Glob. Ecol. Conserv.* 3: 379-388.
379. Elorriaga, J., Zuberogoitia, I., Castillo, I., Azkona, A., Hidalgo, S., Astorkia, L., Ruiz-Moneo, F., Iraeta, A. 2009. First documented case of long-distance, dispersal in the Egyptian vulture (*Neophron percnopterus*). *J. Rapt. Res.* 43: 142-145.
380. Pérez-Granados, C., Sáez-Gómez, P., López-Iborra, G. M. 2021. Breeding dispersal movements of Dupont's Lark *Chersophilus duponti* in fragmented landscape. *Bird Conserv. Int.*: en prensa.
381. Tellería, J. L., Santos, T., Refoyo, P., Muñoz, J. 2012. Use of ring recoveries to predict habitat suitability in small passerines. *Divers. Distrib.* 18: 1130-1138.
382. Fandos, G., Tellería, J. L. 2018. Range compression of migratory passerines in wintering grounds of the Western Mediterranean: conservation prospects. *Bird Conserv. Int.* 28: 462-474.
383. Tellería, J. L. 2009. Potential impacts of wind farms on migratory birds crossing Spain. *Bird Conserv. Int.* 19: 131-136.
384. Nieto, I., Chamorro, D., Palomo, L. J., Real, R., Muñoz, A. R. 2018. Is the Eurasian Reed Warbler *Acrocephalus scirpaceus* a regular wintering species in the Iberian Peninsula? Ringing data say yes. *Acta Ornithol.* 53: 61-68.
385. Peiró, I. G. 2017. The behavioural ecology, local population dynamics and conservation of the Bearded Reedling *Panurus biarmicus* in "El Hondo Natural Park" (SE Spain). *Ecol. Evol. Biol.* 2: 25-33.
386. Pérez-Granados, C., López-Iborra, G. M. 2021. The conservation research-practice gap: a case study of a threatened bird. *Oryx*: en prensa.
387. Clewley, G. D., Robinson, R. A., Clark, J. A. 2018. Estimating mortality rates among passerines caught for ringing with mist nets using data from previously ringed birds. *Ecol. Evol.* 8: 5164-5172.

388. Milner-Gulland, E. J., Bunnefeld, N., Proaktor, G. 2009. The science of sustainable hunting. En: B. Dickson, J. Hutton, W. Adams (Ed.), *Recreational hunting, conservation and rural livelihoods: science and practice*: p. 75-93. Wiley-Blackwell, Oxford.
389. Leopold, A. 1933. *Game management*. University of Wisconsin Press, Madison, US.
390. Lebreton, J.-D. 2005. Dynamical and statistical models for exploited populations. *Aust. N. Z. J. Stat.* 47: 49-63.
391. Peron, G. 2013. Compensation and additivity in anthropogenic mortality: life-history effects and review of methods. *J. Anim. Ecol.* 82: 408-417.
392. Guzmán, J. L., Caro, J., Arroyo, B. 2017. Factors influencing mobility and survival of Eurasian Woodcock wintering in Spain. *Avian Conserv. Ecol.* 12: 21.
393. Casas, F., Arroyo, B., Viñuela, J., Guzmán, J. L., Mougeot, F. 2018. Are farm-reared red-legged partridge releases increasing hunting pressure on wild breeding partridges in central Spain? *Eur. J. Wildl. Res.* 62: 79-84.
394. Smith, A., Willebrand, T. 1999. Mortality causes and survival rates of hunted and un hunted willow grouse. *J. Wildl. Manag.* 63: 722-730.
395. Schaub, M., Pradel, R. 2004. Assessing the relative importance of different sources of mortality from recoveries of marked animals. *Ecology* 85: 930-938.
396. Gauthier, G., Lebreton, J.-D. 2008. Analysis of band-recovery data in a multistate capture-recapture framework. *Can. J. Stat.* 36: 59-73.
397. Péron, G., Ferrand, Y., Gossmann, F., Bastat, C., Guenezan, M., Gimenez, O. 2011. Nonparametric spatial regression of survival probability: visualization of population sinks in Eurasian Woodcock. *Ecology* 92: 1672-1679.
398. Buenestado, F. J., Ferreras, P., Blanco-Aguir, J. A., Tortosa, F. S., Villafuerte, R. 2009. Survival and causes of mortality among wild Red-legged partridges *Alectoris rufa* in southern Spain: implications for conservation. *Ibis* 151: 720-730.
399. Casas, F., Mougeot, F., Sanchez-Barbudo, I., Davila, J. A., Viñuela, J. 2012. Fitness consequences of anthropogenic hybridization in wild red-legged partridge (*Alectoris rufa*, Phasianidae) populations. *Biol. Invasions* 14: 295-305.
400. Mateo-Moriones, A., Villafuerte, R., Ferreras, P. 2012. Does fox control improve red-legged partridge (*Alectoris rufa*) survival? An experimental study in northern Spain. *Anim. Biodivers. Conserv.* 35: 395-404.
401. Bauthian, I., Gossmann, F., Ferrand, Y., Julliard, R. 2007. Quantifying the origin of Woodcock wintering in France. *J. Wildl. Manag.* 71: 701-705.
402. Guzmán, J. L., Ferrand, Y., Arroyo, B. 2011. Origin and migration of woodcock *Scolopax rusticola* wintering in Spain. *Eur. J. Wildl. Res.* 57: 647-655.
403. Péron, G., Ferrand, Y., Gossmann, F. o., Bastat, C., Guénézan, M., Gimenez, O. 2011. Escape migration decisions in Eurasian Woodcocks: insights from survival analyses using large-scale recovery data. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 65: 1949-1955.
404. Ceballos, G., Ehrlich, P. R., Barnosky, A. D., Garcia, A., Pringle, R. M., Palmer, T. M. 2015. Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction. *Sci. Advances* 1: e1400253.
405. Steffen, W., Persson, A., Deutsch, L., Zalasiewicz, J., Williams, M., Richardson, K., Crumley, C., Crutzen, P., Folke, C., Gordon, L., Molina, M., Ramanathan, V., Rockström, J., Scheffer, M., Schellnhuber, H. J., Svedin, U. 2011. The anthropocene: from global change to planetary stewardship. *Ambio* 40: 739-761.
406. Castree, N. 2019. The "Anthropocene." En: E. Lövbrand, F. Biermann (Ed.), *Global Change Science: Expertise, the Earth, and the Future of Humanity. Anthropocene Encounters: New Directions in Green Political Thinking*: p. 25-49. Cambridge University Press, Cambridge.
407. Swanson, T. M. 1995. *The economics and ecology of biodiversity decline: The forces driving global change*. Cambridge University Press, Cambridge.
408. Bellard, C., Leclerc, C., Leroy, B., Bakkenes, M., Veloz, S., Thuiller, W., Courchamp, F. 2014. Vulnerability of biodiversity hotspots to global change. *Glob. Ecol. Biogeogr.* 23: 1376-1386.
409. Diffenbaugh, N. S., Brunet, M., Casado, M. J., Castro, M., Galán, P., López, J. A., Martín, J. M., Pastor, A. 2009. *Generación de escenarios regionalizados de cambio climático para España*. Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico, Madrid.
410. Coumou, D., Rahmstorf, S. 2012. A decade of weather extremes. *Nat. Clim. Change* 2: 491-496.
411. Barrera-Escoda, A., Gonçalves, M., Guerreiro, D., Cunillera, J., Baldasano, J. M. 2014. Projections of temperature and precipitation extremes in the North Western Mediterranean Basin by dynamical downscaling of climate scenarios at high resolution (1971–2050). *Clim. Change* 122: 567-582.

412. Vicente-Serrano, S. M., Lopez-Moreno, J.-I., Bequería, S., Lorenzo-Lacruz, J., Sanchez-Lorenzo, A., García-Ruiz, J. M., Azorin-Molina, C., Morán-Tejeda, E., Revuelto, J., Trigo, R. 2014. Evidence of increasing drought severity caused by temperature rise in southern Europe. *Environ. Res. Lett.* 9: 44001.
413. Jia, G., Shevliakova, E., Artaxo, P., Noblet-Ducoudré, R., Houghton, J., House, J., Kitajima, K., Lennard, C., Popp, A., Sirin, A., Sukumar, R., Verchot, L. 2019. Land-climate interactions. En: P.R. Shukla (Ed.), *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*: p. 131-247. IPCC, Ginebra, Suiza.
414. Ribas, A., Olcina, J., Sauri, D. 2020. More exposed but also more vulnerable? Climate change, high intensity precipitation events and flooding in Mediterranean Spain. *Disaster Prev. Manag.* 29: 229-248.
415. Björklund, M., Borràs, A., Cabrera, J., Senar, J. C. 2015. Increase in body size is correlated to warmer winters in a passerine bird as inferred from time series data. *Ecol. Evol.* 5: 59-72.
416. Senar, J. C., Conroy, M. J., Quesada, J., Mateos-González, F. 2014. Selection based on the size of the black tie of the great tit may be reversed in urban habitats. *Ecol. Evol.* 4: 2625-2632.
417. Mack, R. N., Simberloff, D., Mark Lonsdale, W., Evans, H., Clout, M., Bazzaz, F. A. 2000. Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control. *Ecol. Appl.* 10: 689-710.
418. Pyšek, P., Hulme, P. E., Simberloff, D., Bacher, S., Blackburn, T. M., Carlton, J. T., Dawson, W., Essl, F., Foxcroft, L. C., Genovesi, P., Jeschke, J. M., Kühn, I., Liebhold, A. M., Mandrak, N. E., Meyerson, L. A., Pauchard, A., Pergl, J., Roy, H. E., Seebens, H., van Kleunen, M., Vilà, M., Wingfield, M. J., Richardson, D. M. 2020. Scientists' warning on invasive alien species. *Biol. Rev. Camb. Philos. Soc.* 95: 1511-1534.
419. Pimentel, D., Zuniga, R., Morrison, D. 2005. Update on the environmental and economic costs associated with alien-invasive species in the United States. *Ecol. Econ.* 52: 273-288.
420. Kumschick, S., Nentwig, W. 2010. Some alien birds have as severe an impact as the most effectual alien mammals in Europe. *Biol. Conserv.* 143: 2757-2762.
421. Dawson-Pell, F. S. E., Senar, J. C., Hatchwell, B. J. 2021. Fine-scale genetic structure reflects limited and coordinated dispersal in the colonial monk parakeet, *Myiopsitta monachus*. *Mol. Ecol.* 30: 1531-1544.
422. Conroy, M. J., Senar, J. C. 2009. Integration of demographic analyses and decision modeling in support of management of invasive Monk Parakeets, an urban and agricultural pest. *Environ. Ecol. Stat.* 3: 491-510.
423. Rickinson, M. 2001. Learners and learning in environmental education: a critical review of the evidence. *Environ. Educ. Res.* 7: 207-320.
424. Sekercioglu, Ç. H. 2012. Promoting community-based bird monitoring in the tropics: Conservation, research, environmental education, capacity-building, and local incomes. *Biol. Conserv.* 151: 69-73.
425. Castany, J. 2006. Posibilidades del anillamiento en Educación Primaria. *Rev. Anilla.* 16-17: 36-39.
426. Castany, J. 1998. Educación y anillamiento I. *Rev. Anilla.* 1: 28-33.
427. Villarán, A. 2006. Posibilidades derivadas del anillamiento como método para la enseñanza de las Ciencias Naturales en la Enseñanza Secundaria. *Rev. Anilla.* 16-17: 40-49.
428. Spina, F., Massi, A., Montemaggiori, A., Bacetti, N. 1993. Spring migration across central Mediterranean: general results from the "Progetto Piccole Isole" Vogelwarte 37: 1-94.
429. Newton, I. 2001. Studies of the reproduction, longevity and movements of individual animals. En: M.C. Press, N.J. Huntly, S. Levin (Ed.), *Ecology: Achievement and challenge*: p. 67-92 Blackwell, Oxford.



SOCIEDAD DE CIENCIAS
SCIENCE SOCIETY
SOCIÉTÉ DE SCIENCES