

Resultados de la primera campaña de anillamiento de passeriformes en una isla del Cantábrico ibérico durante el periodo de paso migratorio posnupcial



Collalba gris, una de las especies más capturadas en Izaro.

© Juan Arizaga

Luis Betanzos¹, Raül Escandell², Jose Á. Isasi¹, Jose I. Jauregi¹, Edorta Unamuno³ y Juan Arizaga^{1,*}

¹ Departamento de Ornitología, Sociedad de Ciencias Aranzadi, Zorroagaina 11, 20014 Donostia.

² Societat Ornitològica de Menorca.

³ Urdaibai Bird Center, Orueta 7, 48314 Gautegiz-Arteaga (Bizkaia).

* Autor para correspondencia: jarizaga@aranzadi.eus

RESUMEN

En el caso del mar Cantábrico, aún hoy en día se conoce muy poco sobre cómo, cuándo y en qué condiciones las aves cruzan esta barrera. La sedimentación de aves migratorias en islas o en la línea de costa es, asimismo, un tema no estudiado en el Cantábrico. Con el fin de conocer más el uso de la línea de costa como zona de parada migratoria para las aves que cruzan el Cantábrico, en el verano de 2018 se organizó un programa de anillamiento en la isla de Izaro (Bermeo, Bizkaia). En este artículo se describen los resultados más destacados de esta primera campaña de anillamiento en paso posnupcial en Izaro.

Palabras clave

Izaro, Urdaibai, migración, mosquitero musical, barreras geográficas.

Introducción

Durante la migración, a menudo las aves han de cruzar extensas barreras geográficas, tales como mareas y desiertos (Alerstam, 1993). En el primer caso, y en lo que se refiere a aves terrestres, la travesía ha de llevarse a cabo en un único vuelo, ante la imposibilidad de aterrizar para repostar o, simplemente, descansar (Newton, 2008). El mar Cantábrico es un cuerpo de agua de tamaño suficientemente grande como para constituirse en una barrera que muchas aves terrestres tratan de evitar, tanto en otoño (paso posnupcial) como en primavera (paso prenupcial) (Tellería *et al.*, 2009; Weisshaupt *et al.*, 2018). No obstante, este mar no es del todo impermeable, de tal modo que sí existe paso de aves terrestres, sobre todo bajo condiciones meteorológicas favorables (Weisshaupt *et al.*, 2016).

En otoño, la costa vasca conforma la principal zona de entrada de aves migratorias en España (Tellería *et al.*, 2009; Weisshaupt *et al.*, 2016), al margen de la franja mediterránea catalana (Galarza y Tellería, 2003). Es bien conocido que, al menos en determinadas circunstancias meteorológicas, e.g. en días de fuerte viento sur, muchas aves llegan exhaustas a la costa y paran prácticamente en el primer punto de tierra firme que encuentran. Son habituales, por ejemplo, las crónicas que cuentan la llegada de pajarillos, exhaustos, a los

barcos que se encuentran en alta mar, especialmente en días de viento sur. La arribada de aves en islas es un fenómeno bien conocido en otros mares, como el Mediterráneo, donde las islas se constituyen en puntos de parada migratoria para un buen número de especies (Pilastro *et al.*, 1998; Rubolini *et al.* 2005; Gargallo *et al.*, 2011). A menudo, y especialmente en las islas más pequeñas, la parada no dura más que unas pocas horas y su objetivo es, exclusivamente, el descanso. El análisis de este fenómeno, no obstante, es útil a la hora de determinar las condiciones con que las aves migratorias invernantes en África subsahariana (en el caso del mar Mediterráneo) llegan en primavera a Europa (Pilastro y Spina, 1997; Spina y Pilastro, 1999; Rubolini *et al.*, 2005, Saino *et al.*, 2007), y cómo la variabilidad en las condiciones del Sahel, muy influenciado por el cambio global, pueden afectar al éxito migratorio o a la reproducción (Zwarts *et al.*, 2009). En el caso del mar Cantábrico, aún hoy en

Con más de 1.000 capturas y un esfuerzo de muestreo máximo de 117 m lineales de red, es lícito concluir que existió una sedimentación habitual de aves en paso migratorio en la isla

día se conoce muy poco sobre cómo, cuándo y en qué condiciones las aves cruzan esta barrera (Weisshaupt *et al.*, 2016; Weisshaupt *et al.*, 2018). La sedimentación de aves migratorias en islas o en la línea de costa es, asimismo, un tema no estudiado en el Cantábrico. Primero,

porque el Cantábrico es un mar profundo con pocas islas, especialmente frente a la costa del norte de España, donde estas se reducen, prácticamente, a un puñado de pequeños islotes próximos a la costa. Y, segundo, porque el número de estaciones de anillamiento a lo largo de la costa es bajo (<5 estaciones en marismas costeras en todo el Cantábrico ibérico, de las que ninguna se sitúa en primera línea de costa).

Con el fin de conocer más el uso de la línea de costa como zona de parada migratoria para las aves que cruzan el Cantábrico, en el verano de 2018 se organizó un programa de anillamiento en la isla de Iزارo (Bermeo, Bizkaia). En este artículo se describen los resultados más destacados de esta primera campaña de

anillamiento en paso posnupcial en Iزارo. Además, los datos que se obtuvieron en Iزارo se compararon con los obtenidos en la estación de Nekesolo, localizada a ca. 9 km al sur, en las marismas de Urdaibai (Arizaga *et al.*, 2013).

MATERIAL Y MÉTODOS

El muestreo en Iزارo

Parte de este estudio se realizó en la isla de Iزارo, situada en el municipio de Bermeo (provincia de Bizkaia, 43° 25' N, 02° 41' W; Figura 1). La isla se localiza a unos 3 km al NE de Bermeo, la superficie es de unas 3,2 hectáreas y la altura máxima de 44,5 m. Gran parte de ella es plana y carece de vegetación; el resto la ocupan

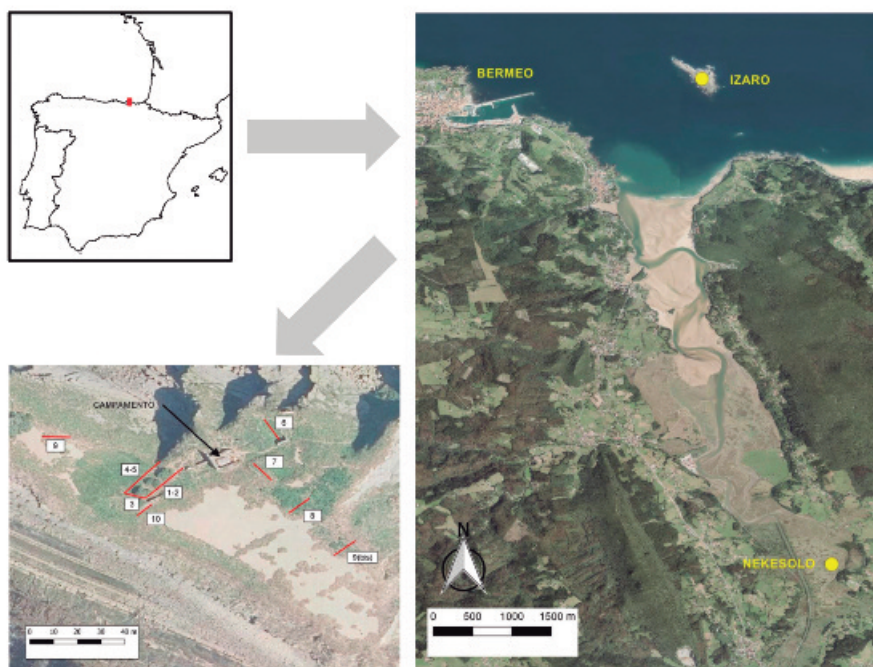


Figura 1

Localización de la isla de Iزارo y la estación de Nekesolo en Urdaibai y posición de las redes que se utilizaron en Iزارo.



Isla de Izaro, vista desde la costa de Bermeo.

© Juan Arizaga

la acelga marina *Beta vulgaris* y la lavatera *Lavatera arborea*, principalmente. Además, existe un reducido núcleo de tamarindos *Tamarix gallica*. En la isla se reproducen en la actualidad al menos nueve especies de aves: paíño común *Hydrobates pelagicus*, garcilla bueyera *Bubulcus ibis*, garceta común *Egretta garzetta*, halcón peregrino *Falco peregrinus*, gavión atlántico *Larus marinus* y gaviota sombría y patiamarilla *L. fuscus* y *L. michahellis*, respectivamente, mirlo común *Turdus merula* y colirrojo tizón *Phoenicurus ochruros*.

Durante el verano de 2018, concretamente desde el 01.08.2018 al 02.09.2018, se realizó en Izaro un muestreo de aves terrestres basado en el modelo de estaciones de esfuerzo constante (si bien, debido al carácter preliminar y exploratorio de esta primera campaña, el número de redes varió ligeramente a lo largo de todo este periodo de estudio). El muestreo solo solapa parcialmente con el periodo de cría

de gaviotas y ardeidos, que por esas fechas tienen ya los pollos muy desarrollados (de hecho en la mayor parte de los nidos los pollos han abandonado ya la colonia para finales de julio). Así, complementariamente al anillamiento con redes se llevó a cabo el anillamiento de pollos de *L. michahellis* y *B. ibis*. Estos pollos fueron capturados a mano.

Al tratarse de la primera campaña, el número de redes varió un poco con el fin de probar sitios adecuados (mínimo: 48 m; máximo: 117 m). En todo caso, todas las redes tenían 12 m de longitud (salvo la línea 9, de 9 m; Figura 1), una luz de malla de 16 mm, 2,5 m de altura y 5 bolsas. Además, el número de horas de muestreo tampoco se mantuvo constante, tanto en cuanto a hora de apertura como de cierre o número total de horas de muestreo por día, pues, puntualmente, el muestreo se interrumpió durante la jornada en el caso de que hiciera mal tiempo (lluvias).

Vista parcial de la isla de Izaro. El campamento se estableció junto a las ruinas del monasterio de la orden de los Franciscanos, construido en 1422 y abandonado en 1719.
© Juan Arizaga



Una vez capturadas las aves se anillaron y se determinó su edad (Baker, 1993; Svensson, 1996). Además, se midió el nivel de grasa subcutánea, escala de 0 a 8 (Kaiser, 1993), entre otras variables no consideradas en este artículo.

El muestreo en Nekesolo

En paralelo, entre el 30.07.2018 y 31.08.2018, se muestreó en el carrizal de Nekesolo, en Urdaibai (43° 21' N 02° 40' W). Este carrizal se sitúa en la zona alta de las marismas que conforman el estuario del río Oka (Urdaibai). Es un carrizal sometido al flujo de la marea, localizado en la cercanía de Urdaibai Bird Center (www.birdcenter.org).

El esfuerzo de muestreo en Nekesolo fue de 120 metros de redes en cuatro horas de muestreo (contando a partir de la hora

de salida del sol). Se aplicó un protocolo de anillamiento similar al llevado a cabo en Izaro.

Análisis de datos

La modificación en el esfuerzo de muestreo en Izaro impide llevar a cabo cierto tipo de comparaciones donde el control de dicho esfuerzo es decisivo. Es el caso de los análisis que implican la estima de abundancias (e.g., número de capturas durante un periodo de muestreo dado y para un número fijo de metros de red) (Arizaga *et al.*, 2013). Así pues, este artículo se centrará en: (1) analizar el ensamblado de especies capturadas (basado en porcentaje de capturas, con independencia del esfuerzo de muestreo) y comparar ambas zonas de muestreo; (2) analizar la capturabilidad de las redes que

se utilizaron en Izaro, con el fin de establecer pautas para próximas campañas.

Para analizar el ensamblado de especies capturadas, cada ejemplar se tuvo en cuenta una sola vez en cada estación (esto es, se eliminaron las recapturas de aves anilladas en la estación días antes en la misma campaña) y solo se consideraron las capturas de especies passeriformes y Coraciiformes.

Para las especies más abundantes se analizó el nivel de grasa subcutánea, que es un indicador de la condición corporal y la cantidad de reservas

Por otro lado, para las especies más abundantes se analizó el nivel de grasa subcutánea, que es un indicador de la condición corporal y la cantidad de reservas (Salewski *et al.*, 2009). Para comparar si el nivel de grasa varió entre clases de edad se aplicó, para cada una de las especies analizadas, un test de *t* (comparando jóvenes y adultos). En aquellas en las que se obtuvieron recapturas, se calculó la tasa de ganancia de reservas, como la diferencia de peso de la última a la primera captura, dividido entre el número de días de este intervalo.

RESULTADOS

Comparativa entre las dos estaciones

En el caso de Izaro se capturaron un total de 1.336 ejemplares y obtuvieron 18 recapturas de aves marcadas durante la campaña, pertenecientes a un total de 20 especies (Tabla 1). En el caso de Nekesolo,

Especies	Izaro		Nekesolo	
	Capturas	Recapturas	Capturas	Recapturas
<i>Hydrobates pelagicus</i>	1	0	0	0
<i>Bubulcus ibis</i>	32	1	0	0
<i>Larus michahellis</i>	26	4	0	0
<i>Caprimulgus europaeus</i>	2	0	0	0
<i>Alcedo atthis</i>	0	0	5	1
<i>Upupa epops</i>	5	0	0	0
<i>Picus viridis</i>	0	0	1	0
<i>Hirundo rustica</i>	0	0	3	0
<i>Erithacus rubecula</i>	3	0	1	0
<i>Luscinia megarhynchos</i>	5	2	0	0
<i>Luscinia svecica</i>	1	0	16	2
<i>Phoenicurus ochruros</i>	11	1	0	0
<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	2	0	0	0
<i>Saxicola rubetra</i>	3	0	1	0
<i>Saxicola rubicola</i>	0	0	19	0
<i>Oenanthe oenanthe</i>	48	1	0	0
<i>Turdus merula</i>	5	0	0	0
<i>Cettia cetti</i>	0	0	11	4
<i>Cisticola juncidis</i>	0	0	20	0
<i>Locustella naevia</i>	0	0	1	0
<i>Acrocephalus paludicola</i>	0	0	2	0
<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>	0	0	36	0
<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	9	0	114	26
<i>Hippolais polyglotta</i>	5	0	3	0
<i>Sylvia communis</i>	14	1	4	1
<i>Phylloscopus trochilus</i>	1.111	8	8	0
<i>Regulus ignicapilla</i>	0	0	1	0
<i>Muscicapa striata</i>	9	0	0	0
<i>Ficedula hypoleuca</i>	43	0	0	0
<i>Cyanistes caeruleus</i>	0	0	3	0
<i>Parus major</i>	0	0	1	0
<i>Certhia brachydactyla</i>	0	0	1	0
<i>Lanius collurio</i>	1	0	3	1

Tabla 1

Relación de capturas y recapturas en Izaro y Nekesolo, durante la campaña de paso posnupcial en 2018. Orden taxonómico de las especies según Gutiérrez *et al.* (2012).

se capturaron 262 ejemplares y obtuvieron 36 recapturas, pertenecientes a 22 especies (Tabla 1).

Estructuralmente, el ensamblado de especies de Izaro (considerando solo passeriformes y Coraciiformes) estuvo claramente

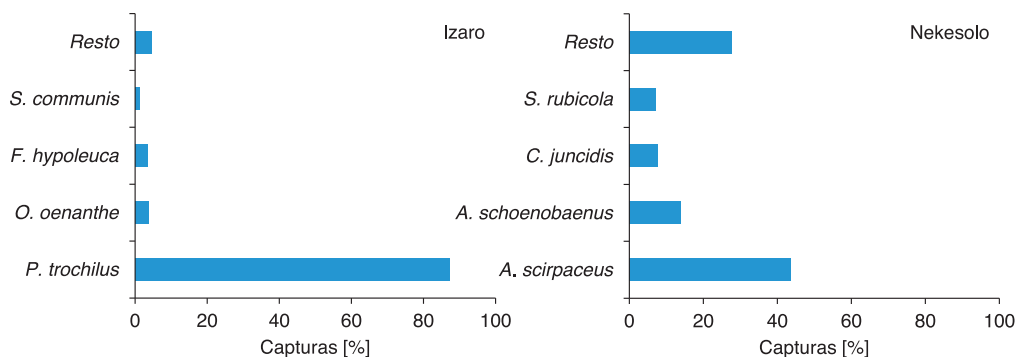


Figura 2

Abundancia relativa de las especies más capturadas en la isla de Iزارo y el carrizal de Nekesolo, en Urdaibai, durante el mes de agosto de 2018.

dominado por una sola especie que acumuló un 87,4% de la abundancia: *P. trochilus* (Figura 2). En Nekesolo, la especie que acumuló un número capturas más alto fue *A. scirpaceus* que, no obstante, solo sumó algo más del 40% de la abundancia (Figura 2). Le siguió, con un 14% de la abundancia, *A. schoenobaenus*. *P. trochilus* solo supuso un 3% de la abundancia (Tabla 1). Existió, en consecuencia, una diferencia muy evidente en el ensamblado de aves capturadas en las dos estaciones.

Detalles de Iزارo

En cuanto a la capturabilidad, el número relativo de capturas en las líneas 1 a 5 fue mayor que en el resto (acumuló ca. 75% de la abundancia; Figura 3).

En lo que comprende las especies con más capturas y suficiente número de datos ($n > 10$), el nivel medio de grasa varió entre el valor de 2 y 3 para *F. hypoleuca*, *O. oenanthe* y *P. trochilus*, mientras que en *S. communis* llegó al valor de 4 (Figura 4).

Finalmente, en tres especies se obtuvieron recapturas en días subsiguientes al de la primera captura (Tabla 2), de las cuales una (*P. trochilus*) proporcionó un tamaño muestral razonablemente alto ($n = 8$), mientras que en dos (*O. oenanthe* y *S. communis*) solo hubo una recuperación. En consecuencia, los resultados que aquí se muestran son muy preliminares. El tiempo de estancia en la isla fue bajo (un mínimo de un día en el caso de *O. oenanthe*

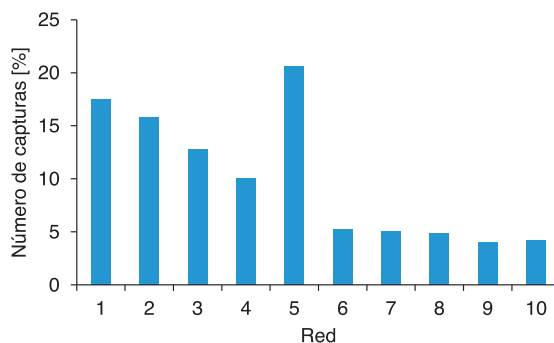


Figura 3

Número relativo de capturas en cada una de las redes de Iزارo.

y *S. communis*; promedio inferior a un mínimo de tres días en el caso de *P. trochilus*, si bien un ejemplar de *P. trochilus* llegó a estar un mínimo de seis días en Izaro (Tabla 2). En todos los casos, la tasa de ganancia de peso fue nula o negativa, esto es, ninguna de las aves que se quedaron en la isla pudieron acumular reservas (Tabla 2).

DISCUSIÓN

Este artículo describe los resultados más relevantes de la primera campaña de anillamiento de passeriformes y afines en paso posnupcial en la isla de Izaro. El muestreo se realizó fundamentalmente durante agosto, por lo que estaba dirigido a especies transaharianas, cuyo pico de paso en el norte de la Península coincide con el mes de agosto (Tellería *et al.*, 1999). Con más de 1.000 capturas y un esfuerzo de muestreo máximo de 117 m lineales de red, es lícito concluir que existió una sedimentación habitual de aves en paso migratorio en la isla. Dada su localización, es muy probable que se tratara de ejemplares recién llegados a la costa tras haber atravesado el Cantábrico.

Desde un punto de vista práctico, y de cara a la planificación de campañas a futuro, se recomienda colocar siempre las redes que ocupan las posiciones 1 a 5, mientras que se podría prescindir de una o más de las líneas que conformaron el resto de redes (Figura 1). En todo caso, se aconseja, también, no variar el número de redes ni su posición, y mantener estable el periodo de apertura (a partir de la salida del sol y hasta el ocaso).

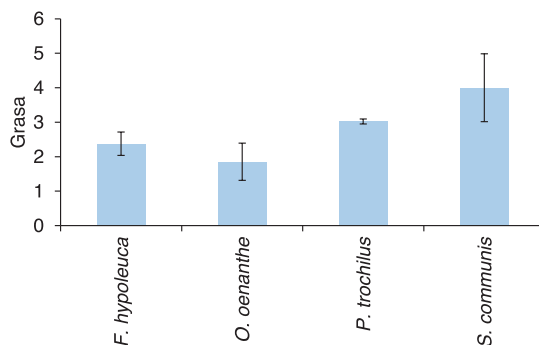


Figura 4

Nivel medio de grasa subcutánea ($\pm$ IC 95%) en cuatro de las especies más capturadas en Izaro. Escala de grasa, según Kaiser (1993).

Especie	n	días	g/d	g/d(%)
<i>O. oenanthe</i>	1	1	-0,2	-0,8
<i>S. communis</i>	1	2	-0,1	-0,4
<i>P. trochilus</i>	8	2,5 $\pm$ 2,0 (1;6)	-0,3 $\pm$ 0,4 (-0,1;-0,9)	-4,1 $\pm$ 4,7 (0,0;-10,5)

Tabla 2

Tasa de ganancia de peso registrada en 10 ejemplares recapturados uno o más días después de su primera captura en Izaro. Para cada especie se muestra el tamaño muestral (n), el periodo de estancia (observado) en la isla (días) y la tasa de ganancia de peso, expresada en gramos por día (g/d) o en porcentaje de ganancia diario con relación al peso inicial [g/d(%)]. En el caso de *P. trochilus* (n > 1), se indica el promedio $\pm$ desviación estándar y el rango (mínimo; máximo).

En cuanto a la abundancia, cabe destacar la dominancia de *P. trochilus*, que acumuló más de un 85% de la abundancia de capturas en Izaro. Esto podría ser debido a que *P. trochilus* es una especie muy común, de tal modo que Izaro es una representación del flujo de migrantes que pasa por la zona. No obstante, la ausencia de especies muy comunes tan solo unos kilómetros al sur de Izaro, como es el caso de carriceros y carricerines, indica que la sedimentación en Izaro no es generalizada, sino que hay especies más proclives a ello. Curiosamente, *P. trochilus* fue también una de las especies más

frecuentes en las islas más pequeñas y áridas del mar Mediterráneo occidental (Gargallo *et al.*, 2011). A diferencia de las especies más especializadas (como pasa con los passeriformes que dependen de carrizales y vegetación palustre), especies como *P. trochilus*, más generalistas que las anteriores (Cramp, 1992), pueden ser más eficaces a la hora de buscar recursos tróficos en hábitats subóptimos (Rogalla y Arizaga, 2018). En consecuencia, no serían tan exigentes en el instante de interrumpir la migración para detenerse en una zona dada con mayor o menor independencia del hábitat que la conforme.

La mayor parte de los ejemplares que se sedimentan en Izaro llegan con un margen de reservas que les permitiría seguir la migración sin problemas

En contraste con los resultados del Mediterráneo (Gargallo *et al.*, 2011), tanto *P. trochilus* como otras especies tuvieron altos (o relativamente altos) niveles de energía almacenada en forma de grasa, lo que sugiere que la mayor parte de los ejemplares que se sedimentan en Izaro llegan con un margen de reservas que les permitiría seguir la migración sin problemas (Bairlein, 1985; Biebach, 1992; Arizaga *et al.*, 2012). La parada en Izaro, en consecuencia, tendría como función (prioritaria) el descanso.

La escasa vegetación de la isla y la confirmación de la existencia de tasas nulas o negativas de ganancia de reservas en tres de las especies más abundantes apoyan la idea de que la isla no ofrece recursos para garantizar la recuperación de la energía consumida durante la travesía del mar

Cantábrico. Por tanto, sería empleada, principalmente, como zona de parada y descanso tras la travesía, tal y como ocurre en las islas más pequeñas del Mediterráneo en primavera (Gargallo *et al.*, 2011). Esto es, muchas aves pararían en primera línea de costa después de cruzar el Cantábrico, tal y como se ha descrito en otros mares (Moore y Kerlinger, 1987; Spina y Pilastro, 1999). Esta parada, mayoritariamente, tendría como función el descanso tras un vuelo aparentemente largo (Adamík *et al.*, 2016) o durante el cambio en el tiempo atmosférico que afectara a las aves (e.g., viento de cara en lugar de viento de cola) que las obligara a gastar más energía que la prevista al iniciar la jornada (Chernetsov, 2012).

AGRADECIMIENTOS

Esta primera campaña de anillamiento en Izaro fue financiada por el Ayuntamiento de Bermeo, Maier, el Gobierno Vasco, la Diputación de Bizkaia y la Sociedad de Ciencias Aranzadi. La citada Diputación autorizó el anillamiento de aves. Colaboraron en la organización de la campaña: M. Ioar-Arteta, J. I. de Guzmán, V. de Alba, A. Zabala y A. Galarza. Agradecemos también la ayuda de los voluntarios que participaron en la campaña: T. Arteaga, M. Caminero, F. L. Castro, E. Cristo da Silva, M. Espinosa, D. González, M. I. de Guzmán, R. Hardman, S. Hidalgo, H. Ibáñez, A. López, F. A. Lopo, A. Martín, A. Mendinueta y P. Salinas. También agradecemos el apoyo de la Cruz Roja de Bermeo. Este artículo fue revisado por un revisor anónimo que contribuyó a mejorar una primera versión del trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- Adamík, P.; Emmenegger, T.; Briedis, M.; Gustafsson, L.; Henshaw, I.; Krist, M.; Laaksonen, T.; Liechti, F.; Procházka, P.; Salewski, V. y Hahn S. 2016. Barrier crossing in small avian migrants: individual tracking reveals prolonged nocturnal flights into the day as a common migratory strategy. *Scientific Reports* 6: 21560.
- Alerstam, T. 1993. *Bird Migration*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Arizaga, J.; Azkona, A. y Unamuno, E. 2013. Evolución estacional del ensamblado de aves passeriformes en dos carrizales del área cantábrica: el caso de Urdaibai. *Revista Catalana d'Ornitologia*, 29: 49-59.
- Arizaga, J.; Maggini, I.; Hama, F.; Crespo, A. y Gargallo, G. 2012. Site- and species-specific fuel load of European-Afrotropical passerines on arrival at three oases of southeast Morocco during spring migration. *Bird Study*, 60: 11-21.
- Bairlein, F. 1985. Body Weights y Fat Deposition of Palaearctic Passerine Migrants in the Central Sahara. *Oecologia*, 66:141-146.
- Baker, K. 1993. *Identification Guide to European Non-Passerines*. BTO. Thetford.
- Biebach, H. 1992. Flight-rage estimates for small trans-Saharan migrants. *Ibis*, 134: 47-54.
- Cramp, S. 1992. *Handbook of the Birds of Europe, the Middle East and North Africa*. Vol. 6. Oxford University Press. Oxford.
- Chernetsov, N. 2012. *Passerine Migration: Stopovers and Flight*. Springer, Berlin.
- Galarza, A. y Tellería, J. L. 2003. Linking processes: effects of migratory routes on the distribution of abundance of wintering passerines. *Animal Biodiversity and Conservation*, 26: 19-27.
- Gargallo, G.; Barriocanal, C.; Castany, J.; Clarabuch, O.; Escandell, R.; López, G.; Rguibi, H.; Robson, D. y Suarez, M. 2011. *Spring bird migration in the Western Mediterranean: results from the Piccole Isole Project*. Monografies del Museu de Ciències Naturals, 6. Barcelona.
- Gutiérrez, R.; de Juana, E. y J. A. Lorenzo. 2012. *Lista de las aves de España*. SEO/BirdLife. Inédito.
- Kaiser, A. 1993. A new multicategory classification of subcutaneous fat deposits of songbirds. *Journal of Field Ornithology*, 64: 246-255.
- Moore, F. y Kerlinger, P. 1987. Stopover and fat deposition by North American Wood-Warblers (Parulinae) following spring migration over the Gulf of Mexico. *Oecologia*, 74: 47-54.
- Newton, I. 2008. *The migration ecology of birds*. Academic Press. London.
- Pilastro, A.; Macchio, S.; Massi, A.; Montemaggiori, A. y F. Spina. 1998. Spring migratory routes of eight trans-Saharan passerines through the central and western Mediterranean; results from a network of insular and coastal ringing sites. *Ibis*, 140: 591-598.
- Pilastro, A. y Spina, F. 1997. Ecological and morphological correlates of residual fat reserves in passerine migrants at their spring arrival in Southern Europe. *Journal of Avian Biology*, 28: 309-318.
- Rogalla, S. y J. Arizaga. 2018. Opportunistic stopovers of Willow Warblers *Phylloscopus trochilus* in a reed bed area at the Bay of Biscay during autumn migration. *Ardea*, 106: 97-104.

- Rubolini, D.; Spina, F. y Saino, N. 2005. Correlates of timing of spring migration in birds: a comparative study of trans-Saharan migrants. *Biological Journal of the Linnean Society*, 85:199-210.
- Saino, N.; Rubolini, D.; Jonzen, N.; Ergon, T.; Montemaggiore, A.; Stenseth, N. C. y Spina F. 2007. Temperature and rainfall anomalies in Africa predict timing of spring migration in trans-Saharan migratory birds. *Climate Research*, 35: 123-134.
- Salewski, V.; Kéry, M.; Herremans, M.; Liechti F. y Jenni, L. 2009. Estimating fat and protein fuel from fat and muscle scores in passerines. *Ibis*, 151: 640-653.
- Spina, F. y Pilastro, A. 1999. *Strategy of sea and desert crossing in spring passerine migrants as suggested by the analysis of intra- and inter-specific variation of residual fat levels*. Pages 1958-1976 in 22 Int. Ornithol. Congr. BirdLife South Africa. Johannesburg.
- Svensson, L. 1996. *Guía para la identificación de los passeriformes europeos*. Sociedad Española de Ornitología. Madrid.
- Tellería, J. L.; Asensio, B. y Díaz, M. 1999. *Aves Ibéricas*. II. Paseriformes. J. M. Reyero (Ed.). Madrid.
- Tellería, J. L.; Ramírez, A.; Galarza, A.; Carbonell, R.; Pérez-Tris, J. y Santos, T. 2009. Do migratory pathways affect the regional abundance of wintering birds? A test in northern Spain. *Journal of Biogeography*, 36: 220-229.
- Weisshaupt, N.; Dokter, A. M.; Arizaga, J. y Maruri, M. 2018. Effects of a sea barrier on large-scale migration patterns studied by a network of weather radars. *Bird Study*, 65:232-240.
- Weisshaupt, N.; Maruri, M. y Arizaga, J.. 2016. Nocturnal bird migration in the Bay of Biscay as observed by a thermal-imaging camera. *Bird Study*, 63: 533-542.
- Zwarts, L.; Bijlsma, R. G.; van der Kamp, J. y Wymenga, E. 2009. Living on the edge: Wetlands and birds in a changing Sahel. KNNV Publishing. Zeist. ■