

Principales aspectos de la migración de la golondrina común *Hirundo rustica* durante el periodo posnupcial en las marismas de Txingudi (Gipuzkoa)



Golondrina común
en una baranda.
© Juan Arizaga

Iker Apraiz¹, Maite Laso¹, Iñaki Aiertza¹, Iñaki Aranguren¹, Sophie Damian-Picollet¹, Sergio Delgado¹, Nerea Pagaldai¹, José M. Yetano¹, Nere Zorrozu¹ y Juan Arizaga^{1,*}

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

* Autor para correspondencia: jarizaga@aranzadi.eus

RESUMEN

El paso migratorio de la golondrina común *Hirundo rustica* en las marismas de Txingudi (Gipuzkoa) no ha sido descrito detalladamente hasta la fecha. En este artículo se analizan distintos aspectos de la ecología migratoria de esta especie durante el paso posnupcial, a partir de ejemplares capturados para anillamiento. Para ello, se realizó una campaña de anillamiento en dormidero, entre los meses de agosto y octubre de 2019, en un carrizal

de la regata de Jaizubia, con un esfuerzo de muestreo de dos jornadas por quincena, espaciadas entre sí al menos cinco días. El índice de abundancia de capturas fue máximo durante la segunda quincena de agosto y en septiembre apenas se capturaron golondrinas. Estructuralmente, casi un 90% de las capturas fue debido a aves de primer año. La longitud alar tiende a aumentar conforme avanza la estación, lo que sugiere que las aves más nórdicas pasan más tarde por la zona de estudio. La carga media de fuel (reservas) es un 4,2% sobre el peso libre de grasa y el rango de vuelo estimado (\pm SE) para este valor sería de 235 ± 32 km. El récord lo hallamos en un ejemplar que tuvo una carga de fuel de 28%, lo que da lugar a un rango de vuelo de 1.468 km. En consecuencia, las golondrinas que se sedimentan en Txingudi no tienen, en promedio, reservas suficientemente altas como para alcanzar su destino invernal en África subsahariana.

Palabras clave

Aves, carrizales, dormitorio, fenología, fuel, Hirundinidae, Jaizubia, rango de vuelo.

INTRODUCCIÓN

Durante la migración, a menudo las aves han de enfrentarse a la travesía de barreras geográficas, tales como mares y desiertos, en las que no es posible acumular energía y donde, en consecuencia, existe un consumo neto de reservas (Biebach, 1990; Newton, 2008). Por ello, las especies que han de cruzar estas barreras han desarrollado estrategias para, previamente, almacenar la suficiente cantidad de reservas (Bibby y Green, 1981; Nolet y Drent, 1998; Dierschke y Delingat, 2001; Deutschlander y Muheim, 2009).

Muchas especies de aves que se reproducen en Europa migran en verano/otoño para pasar el invierno en África subsahariana (Alerstam, 1993; Newton, 2008). Estas aves, en consecuencia, cruzan cada año el mar Mediterráneo y el Sahara, dos barreras que condicionan su ecología migratoria

e influyen en la dinámica de sus poblaciones (Schmaljohann *et al.*, 2007; Saino *et al.*, 2010; Tøttrup *et al.*, 2012; Klaassen *et al.*, 2014). Las zonas donde estas especies acumulan las reservas que requieren para cruzar con éxito estas dos barreras son fundamentales (Biebach, 1990). La identificación de estas áreas, además, juega un papel clave en la conservación de todas estas aves (Julliard *et al.*, 2006; Andueza *et al.*, 2014b).

La golondrina común *Hirundo rustica* es un paseriforme de la familia Hirundinidae con una amplia distribución, desde Europa hasta Asia, el norte de África y Norteamérica, y que pasa el invierno en África, el sur de Asia, Oceanía, América Central y Sudamérica (Turner, 2004). Las poblaciones de Europa occidental, pertenecientes a la subespecie *H. r. rustica* (Dor *et al.*, 2012), migran a través de la península ibérica y el noroeste de África para invernar en África occidental

(Ambrosini *et al.*, 2009). Antes de cruzar de Europa a África, las golondrinas se concentran en zonas donde encuentran grandes cantidades de alimento para, así, acumular las reservas necesarias de cara a la travesía (Rubolini *et al.*, 2002). La cantidad de reservas, además, se incrementa con la distancia a cruzar (Rubolini *et al.*, 2002). En general, la acumulación de reservas tiende a producirse cuando la barrera está próxima.

Las marismas de Txingudi conforman un complejo de humedales situados en una de las zonas con mayor flujo migratorio de aves a escala peninsular (Tellería *et al.*, 2009). Sus carrizales, que ocupan una superficie reducida en comparación con otras zonas del ámbito cantábrico o peninsular, acogen, no obstante, gran número de paseriformes que los usan como puntos de parada migratoria y ganancia de reservas (revisado en Arizaga, 2019). Aunque el anillamiento de golondrinas en Txingudi no es novedoso, hasta la fecha no se ha abordado ningún análisis para determinar cómo estas usan la zona, cómo se estructura su población (o poblaciones) y hasta qué punto existe carga de reservas. Si Txingudi es importante para la especie cabría esperar un alto número de ejemplares sedimentados en la zona (Warnock, 2010). Además, si la zona es usada como punto de ganancia de reservas, el tiempo de estancia en Txingudi podría prolongarse varios días y se observaría, en este contexto, un incremento neto de la tasa de deposición de reservas (Chernetsov, 2012). No obstante, en la medida en que las golondrinas pueden alimentarse en vuelo y de que la primera barrera todavía se localiza

a varios centenares de kilómetros al sur de Txingudi, *a priori* no cabría hallar aves con gran cantidad de reservas.

Desde un punto de vista estructural, el análisis de la relación de aves de primer año y adultos (para simplificar, en adelante jóvenes/adultos) podría ayudar a evaluar el uso de Txingudi por las golondrinas. En general, los adultos son más eficaces a la hora de elegir puntos de parada migratoria en los que, debido a su experiencia previa, pueden optimizar la ganancia de reservas (Newton, 2008). Esto lo consiguen al sedimentarse en puntos de parada con una gran cantidad de alimento, pero evitando acumular demasiadas reservas desde zonas muy alejadas de la barrera, con lo que ello conlleva a nivel de gasto de energía y aumento de la probabilidad de depredación (Kullberg *et al.*, 1996; Lind *et al.*, 1999).

Por otro lado, las poblaciones más nórdicas de golondrina migran más tarde que las más meridionales (Cramp, 1985). Como las primeras tienen además alas más largas que las últimas (Cramp, 1985), cabría esperar un aumento progresivo de la longitud alar durante el periodo de paso migratorio (Arizaga y Barba, 2011).

El objetivo de este trabajo es evaluar el papel de Txingudi como zona de parada migratoria para la golondrina común en época de paso posnupcial. Concretamente, se analizaron parámetros clásicos en estudios en dormideros de hirundínidos (Frías, 1997), tales como la fenología de paso, abundancia, estructura social (relación de capturas de adultos y jóvenes),

tiempo de estancia en la zona y nivel de grasa corporal. A partir de este último dato, se pretende también inferir la distancia potencial máxima de vuelo de las golondrinas que se sedimentan en Txingudi (Arizaga *et al.*, 2011).

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

Este estudio se realizó en la regata de Jai-zubia, marismas de Txingudi (Gipuzkoa, 43°20'N 01°48'W). Más detalladamente, se trata de la vega de una regata que, próxima a la desembocadura del río Bidasoa, presenta influencia mareal. En esta, la llanura de inundación está cubierta por carrizales que, en conjunto, ocupan unas 20 hectáreas. Estos carrizales son utilizados por gran número de especies y ejemplares como área de descanso y ganancia de reservas en periodos de paso migratorio (Grandío y Belzunce, 1987; Mendiburu *et al.*, 2009; Andueza *et al.*, 2014a; Arizaga *et al.*, 2014; Ortiz de Elgea y Arizaga, 2016).

Metodología

Las golondrinas fueron capturadas mediante redes de niebla de 2,5 m de altura y 16 mm de malla, a lo largo de 36 m lineales, en puesto fijo, ubicadas en un sector de la zona alta de la marisma. El muestreo se desarrolló coincidiendo con el periodo de paso posnupcial de la especie en la zona, con un esfuerzo de dos muestreos por quincena, desde agosto hasta octubre de 2019. En cada una de las jornadas las redes se abrieron durante un periodo de dos horas, desde una antes hasta una después del ocaso.

Con el fin de atraer las golondrinas que hubiera en la zona al punto de captura, se utilizó un reclamo mecánico con el canto de un macho (Rubolini *et al.*, 2002).

Una vez capturadas las aves, se llevaban en colectores (uno por ave) a la estación de anillamiento, situada a escasos metros de la zona de captura. Cada ejemplar se anilló, se determinaron el sexo y la edad (Svensson, 1996) y se midió la longitud alar (cuerda máxima, $\pm 0,5$ mm), el peso (con balanza digital, $\pm 0,1$ g) y el nivel de grasa subcutánea en la zona ventral (Kaiser, 1993). Tras ello las aves fueron liberadas en el mismo lugar de captura.

Análisis estadísticos

Para el conjunto de análisis estadísticos, en todos aquellos donde se analizó la variabilidad temporal se estableció la quincena como unidad de tiempo.

Para determinar si la proporción de capturas de aves jóvenes y adultos varió entre quincenas, se realizó un test de chi cuadrado, para lo cual se empleó el programa PAST (Hammer *et al.*, 2001).

Debido al reducido número de capturas de adultos ($n = 16$), para los siguientes análisis (morfología y cargas de fuel) sólo consideramos aves jóvenes. A continuación, se analizó si la longitud alar varió entre las distintas quincenas consideradas. Puesto que el ala es una variable que presenta distribución normal, se empleó un ANOVA de una vía con el ala como variable objeto y la quincena como factor fijo. Este análisis se hizo en R (R Core Team, 2014).



Golondrina común en un plumero de carrizo.
© José Manuel Arcos

Para determinar el nivel de carga de fuel, primeramente se calculó la relación peso-ala para los individuos con un valor de grasa subcutánea igual o inferior a 1 (no hubo ningún ave con grasa = 0). De la ecuación lineal de esta relación se obtuvo, posteriormente, el peso estimado libre de grasa de cada ejemplar (se trata de un peso por encima del valor real dada la falta de ejemplar con grasa = 0): $\text{peso}_0 = 2,485 \text{ g} + 0,1312 \text{ g/mm} \times (\text{longitud alar})$. Así, la carga de fuel, f , se define como $f = (\text{peso}_i - \text{peso}_0) / \text{peso}_0$, donde peso_i es el peso actual de un ejemplar. Para $f < 0$, se reasignó un valor de 0. Para determinar si la carga de fuel varió entre periodos se aplicó un ANOVA de una vía, tal como previamente se hizo para la longitud alar.

Posteriormente, para calcular la distancia potencial de vuelo, Y , dado un valor de f , se aplicó la ecuación de Delingat *et al.* (2008): $Y = 100 \times U \times \ln(1+f)$, donde U equivale a la velocidad de vuelo con relación al suelo, estimada en 60 km/h (Salewski *et al.*, 2010). Para la estima de Y , el error estándar asociado sería: $\text{SE}(Y) = 100 \times U \times [\text{SE}(f)/(1-f)]$.

RESULTADOS

A lo largo de todo el periodo de estudio se capturaron 129 golondrinas. No se recapturó ningún individuo. El índice de capturas varió estacionalmente, alcanzándose un máximo durante la segunda quincena de agosto (Figura 1).

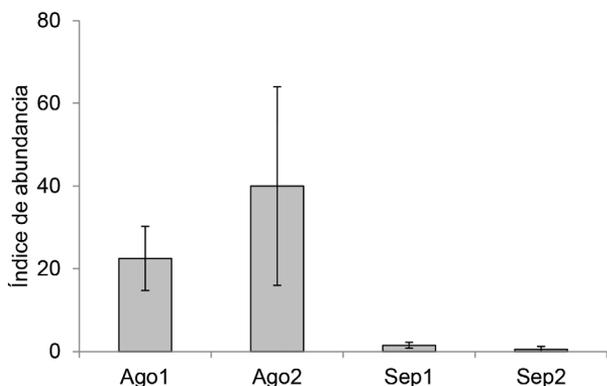


Figura 1

Número promedio (± desviación estándar) de capturas de golondrina común durante el periodo de paso posnupcial de 2019 en Txingudi.

Estructuralmente, un 87,6% de las capturas fueron a aves jóvenes (113 ejemplares, frente a sólo 16 aves adultas). Aunque en septiembre no se anilló ningún adulto (Figura 2), la proporción de jóvenes/adultos no varió significativamente entre quincenas ($\chi^2 = 2,18$, $P = 0,38$, grados de libertad = 3).

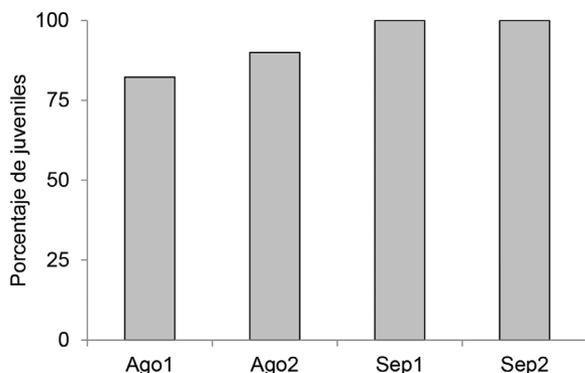


Figura 2

Evolución temporal de la estructura de la población de la golondrina común durante el periodo de paso posnupcial en Txingudi.

La longitud alar no varió entre quincenas [ANOVA: $F_{3,106} = 2,186$, $P = 0,094$; Figura 3]. No obstante, en septiembre el número de capturas fue muy limitado [Sep1, $n = 3$; Sep2, $n = 1$]. Al replicar el ANOVA sólo para el mes de agosto, la longitud alar sí varió entre las dos quincenas ($F_{1,111} = 7,476$, $P = 0,007$), siendo significativamente superior durante la segunda quincena de agosto (Figura 3).

En promedio, la media de la carga de fuel es $0,042$ ($\pm SE = 0,005$), esto es, un 4,2% por encima del peso libre de grasa, si bien esta varió entre quincenas [ANOVA: $F_{3,106} = 7,730$, $P < 0,001$; Figura 4]. El bajo tamaño muestral en septiembre pudo condicionar este resultado. Al repetir el test sólo con los datos del mes de agosto, no hubo diferencias significativas entre quincenas ($F_{1,111} = 0,010$, $P = 0,922$). El rango de vuelo estimado ($\pm SE$) para la carga media de fuel es de 235 ± 32 km. El récord lo hallamos en un ejemplar que tuvo una carga de fuel de 0,28, lo que da lugar a un rango de vuelo de 1.468 km.

DISCUSIÓN

Aunque el anillamiento de golondrinas comunes durante el paso posnupcial en Txingudi no es nuevo (Arizaga, 2019), esta es la primera vez en que los datos que se obtienen en este tipo de campañas son analizados. El anillamiento de golondrinas en dormideros es una práctica muy habitual en toda Europa, útil para analizar la estrategia migratoria de la especie (e.g., Rubolini *et al.*, 2002). Así, nuestros análisis muestran aspectos de

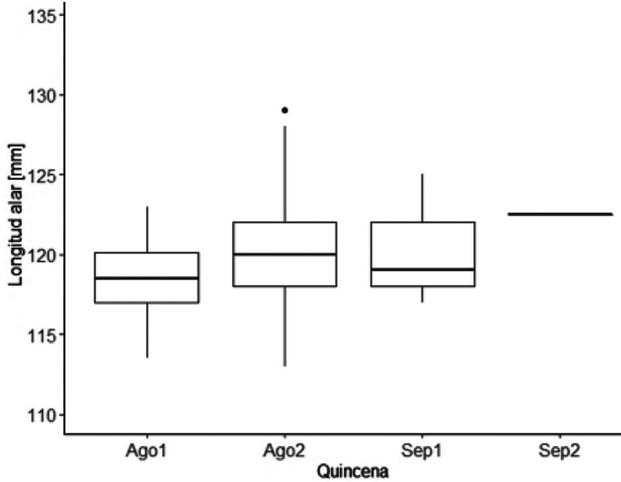


Figura 3
Diagrama de cajas de la longitud alar en aves jóvenes durante el paso posnupcial.

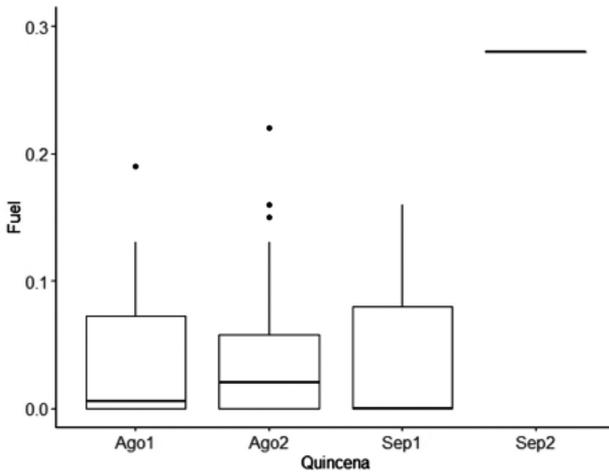


Figura 4
Diagrama de cajas de la carga de fuel de golondrinas comunes jóvenes durante el paso posnupcial en Txingudi. El fuel está referenciado al peso libre de grasa (esto es, 0,1 equivale a un 10% de reservas sobre el peso libre de grasa).

la migración de la especie en Txingudi hasta ahora no descritos.

Estructuralmente, en septiembre ya no se capturaron aves adultas, si bien la proporción de jóvenes/adultos no varió significativamente entre periodos. Esto podría ser debido, simplemente, al escaso número de adultos capturados durante toda la campaña. Aun así, los resultados concuerdan con estudios previamente realizados, como el de Frías (1997), en el que no se registraron variaciones significativas en la proporción jóvenes/adultos.

El origen de las golondrinas que se capturan en Txingudi se desconoce, aunque es sabido que una fracción del contingente de las aves que se observan en las marismas del Bidasoa son locales. El análisis de recapturas en Txingudi de aves anilladas en otras zonas reveló que todas ellas procedían del entorno del área de estudio, es decir, eran ejemplares marcados en los caseríos del entorno que, tras la cría, se concentraban en dormitorios situados en diferentes carrizales de Txingudi (Arizaga, 2019). No obstante, la ausencia de recapturas de aves anilladas en el extranjero no indica necesariamente la ausencia de golondrinas del norte del continente en Txingudi (Wernham *et al.*, 2002). En este contexto, el incremento de la longitud alar conforme avanzó el mes de agosto permite sugerir la presencia de golondrinas nórdicas en Txingudi. Nuestros resultados apoyarían la idea de que las golondrinas de origen más septentrional, con alas más largas, pasan por Txingudi más tarde que las de un origen más meridional.

En conjunto, el nivel medio de carga de fuel fue bajo (< 5% sobre el peso libre de grasa), por lo que, en consecuencia, los rangos estimados de vuelo fueron bajos. Las golondrinas que pasan por Txingudi y se sedimentan en esta zona deben parar más al sur de la Península para cargar una cantidad de reservas tal que les permita cruzar grandes barreras como el Sahara. En este contexto, hay que destacar que la estrategia migratoria de la golondrina común las lleva a acumular esas reservas en zonas situadas justo antes de la barrera (Rubolini *et al.*, 2002), lo que les permitiría reducir los costes que derivan de llevar muchas reservas (Klaassen y Lindström, 1996; Kullberg *et al.*, 1996; Hedenström y Alerstam, 1997). A diferencia de las especies que se alimentan sobre el suelo o la vegetación, las golondrinas son capaces de alimentarse mientras vuelan, de tal modo que mientras lo hacen sobre zonas ricas en aeroplancton (como ocurre al cruzar continentes como Europa) pueden 'permitirse' migrar sin depender de grandes reservas (Biebach, 1990). La ausencia de recapturas dentro de la propia campaña vendría a apoyar esta idea de que las aves que se sedimentan en Txingudi no se quedan mucho tiempo en la zona (al no usarla para acumular grandes reservas). Así pues, Txingudi no parece jugar un papel importante como área de ganancia de reservas de cara a la travesía de barreras como el Sahara. No obstante, sí puede tener un cierto papel a nivel regional. Debido a que las marismas de Txingudi concentran un gran número de hirundínidos durante el periodo de paso posnupcial, cabe pensar que

estas aves deben hallar gran cantidad de alimento y condiciones que, en conjunto, fomentan su concentración, al menos de ejemplares inexpertos (jóvenes) que podrían iniciar la carga de reservas de cara a afrontar la migración.

En conclusión, la sedimentación de golondrinas comunes en Txingudi durante el paso posnupcial se caracteriza, entre otros aspectos, por una alta proporción de aves jóvenes, lo que sugiere que la zona no es atractiva para las aves adultas, por razones que desconocemos, pero

La sedimentación de golondrinas comunes en Txingudi durante el paso posnupcial se caracteriza, entre otros aspectos, por una alta proporción de aves jóvenes

que muy probablemente se asocian a la estrategia migratoria de la especie y no al hábitat. Asimismo, es muy probable que al menos una parte de este contingente proceda del entorno (aves procedentes de los caseríos del entorno, *sensu lato*), si bien el incremento de la longitud alar conforme avanza la estación sugiere la llegada de aves nórdicas, que pasarían más tarde que las más meridionales. Txingudi, se concluye, no es utilizada por esta especie para acumular grandes reservas energéticas.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue parcialmente financiado por el Gobierno Vasco y la Diputación de Gipuzkoa. Esta última autorizó el anillamiento de aves. Agradecemos a los voluntarios





Las golondrinas que se sedimentan en Txingudi no tienen, en promedio, reservas suficientemente altas como para alcanzar su destino invernal en África subsahariana

que ayudaron en el muestreo. El artículo fue revisado por dos expertos anónimos.

BIBLIOGRAFÍA

- Alerstam, T. 1993. *Bird Migration*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Ambrosini, R.; Moller, A. P. y Saino, N. 2009. A quantitative measure of migratory connectivity. *Journal of Theoretical Biology*, 257: 203-211.
- Andueza, M.; Arizaga, J.; Barba, E. y Tamayo-Uria, I. 2014a. Spatial distribution and habitat use of reed warblers *Acrocephalus scirpaceus* during the autumn migration period. *Behaviour*, 151: 799-817.
- Andueza, M.; Barba, E.; Arroyo, J. L.; Feliu, J.; Gómez, J.; Jubete, F.; Lozano, L.; Monrós, J. S.; Moreno-Opo, R.; Neto, J. M.; Onrubia, A.; Tenreiro, P.; Valkenburg, T. y Arizaga, J. 2014b. Geographic variation in body mass of first-year Reed Warblers *Acrocephalus scirpaceus* in Iberia. *Ornis Fennica*, 91: 88-99.
- Arizaga, J. 2019. *Estudio y seguimiento de aves en un espacio natural: marismas de Txingudi. Técnicas en Biología de la Conservación N.º 7*. Tundra. Castellón.
- Arizaga, J. y Barba, E. 2011. Differential timing of passage of populations of migratory Blackcaps (*Sylvia atricapilla*) in Spain: evidence from flight-associated morphology and recoveries. *Ornis Fennica*, 88: 104-109.
- Arizaga, J.; Fontanilles, P.; Laso, M.; Andueza, M.; Unamuno, E.; Azkona, A.; Koenig, P. y Chauby, X. 2014. Stopover by reed-associated warblers *Acrocephalus* spp. in wetlands in the southeast of the Bay of Biscay during the autumn and spring passage. *Revista Catalana d'Ornitologia*, 30: 13-23.
- Arizaga, J.; Sánchez, J. M.; Díez, E.; Cuadrado, J. E.; Asenjo, I.; Mendiburu, A.; Jauregi, J. I.; Herrero, A.; Elosegi, Z.; Aranguren, I.; Andueza, M. y Alonso, D. 2011. Fuel load and potential flight ranges of passerine birds migrating through the western edge of the Pyrenees. *Acta Ornithologica*, 46: 19-28.
- Bibby, C. J. y Green, R. E. 1981. Migration strategies of reed and sedge warblers. *Ornis Scandinavica*, 12: 1-12.
- Biebach, H. 1990. Strategies of trans-Saharan migrants. En: E. Gwinner (Eds.), *Bird migration*: 352-367. Springer Heidelberg, Berlin.
- Cramp, S. 1985. *Handbook of the Birds of Europe, the Middle East and North Africa. Vol. 4*. Oxford University Press. Oxford.
- Chernetsov, N. 2012. *Passerine Migration: Stopovers and Flight*. Springer. Berlin.
- Delingat, J.; Bairlein, F. y Hedenström, A. 2008. Obligatory barrier crossing and adaptive fuel management in migratory birds: the case of the Atlantic crossing in Northern Wheatears (*Oenanthe oenanthe*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 62: 1069-1078.
- Deutschlander, M. E. y Muheim, R. 2009. Fuel reserves affect migratory orientation of thrushes and sparrows both before and after crossing an ecological barrier near their breeding grounds. *Journal of Avian Biology*, 40: 85-89.
- Dierschke, V. y Delingat, J. 2001. Stopover behaviour and departure decision of

- northern wheatears, *Oenanthe oenanthe*, facing different onward non-stop flight distances. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 50: 535-545.
- Dor, R.; Safran, R. J.; Vortman, Y.; Lotem, A.; McGowan, A.; Evans, M. R. y Lovette, I. J. 2012. Population genetics and morphological comparisons of migratory European (*Hirundo rustica rustica*) and sedentary East-Mediterranean (*Hirundo rustica transitiva*) barn swallows. *Journal of Heredity*, 103: 55-63.
- Frías, O. 1997. Dinámica estacional del dormitorio de hirundinidos de la Laguna de San Juan (Chinchón, Madrid): golondrina común (*Hirundo rustica*) y avión zapador (*Riparia riparia*). *Anuario Ornitológico de Madrid*, 1997: 40-51.
- Grandío, J. M. y Belzunce, J. A. 1987. Migración posnupcial de carriceros (género *Acrocephalus*) y otros passeriformes típicos de carrizal en el Valle de Jaizubia (Guipúzcoa). *Munibe*, 39: 81-94.
- Hammer, Ø.; Harper, D. A. T. y Ryan, P. D. 2001. PAST: Palaeontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaentologia Electronica*, 4: 1-9.
- Hedenström, A. y Alerstam, T. 1997. Optimum fuel loads in migratory birds: Distinguishing between time and energy minimization. *Journal of Theoretical Biology*, 189: 227-234.
- Julliard, R.; Bargain, B.; Dubos, A. y Jiguet, F. 2006. Identifying autumn migration routes for the globally threatened Aquatic Warbler *Acrocephalus paludicola*. *Ibis*, 148: 735-743.
- Kaiser, A. 1993. A new multicategory classification of subcutaneous fat deposits of songbirds. *Journal of Field Ornithology*, 64: 246-255.
- Klaassen, M. y Lindström, Å. 1996. Departure fuel loads in time-minimizing migrating birds can be explained by the energy costs of being heavy. *Journal of Theoretical Biology*, 183: 29-34.
- Klaassen, R. H. G.; Hake, M.; Strandberg, R.; Koks, B. J.; Trierweiler, C.; Exo, K.-M.; Bairlein, F. y Alerstam, T. 2014. When and where does mortality occur in migratory birds? Direct evidence from long-term satellite tracking of raptors. *Journal of Animal Ecology*, 83: 176-184.
- Kullberg, C.; Fransson, T. y Jakobsson, S. 1996. Impaired predator evasion in fat Blackcaps (*Sylvia atricapilla*). *Proceedings of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences*, 263: 1671-1675.
- Lind, J.; Fransson, T.; Jakobsson, S. y Kullberg, C. 1999. Reduced take-off ability in robins (*Erithacus rubecula*) due to migratory fuel load. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 46: 65-70.
- Mendiburu, A.; Aranguren, I.; Elosegi, Z.; Jauregi, J. I.; Sánchez, J. M.; Cuadrado, J. F.; Alonso, D. y Arizaga, J. 2009. Resultados de la primera campaña de anillamiento en el paso migratorio posnupcial en la vega de la regata de Jaizubia (marismas de Txingudi). *Revista de Anillamiento*, 23: 26-34.
- Newton, I. 2008. *The migration ecology of birds*. Academic Press. London.
- Nolet, B. A. y Drent, R. H. 1998. Bewick's Swans refuelling on pondweed tubers in the Dvina Bay (White Sea) during their spring migration: first come, first served. *Journal of Avian Biology*, 29: 574-581.

- Ortiz de Elgea, A. y Arizaga, J. 2016. Fuel load, fuel deposition rate and stopover duration of the Common Sandpiper *Actitis hypoleucos* during the autumn migration. *Bird Study*, 63: 262-267.
- R Core Team. 2014. R: A language and environment for statistical computing. ISBN 3-900051-07-0, Vienna, Austria.
- Rubolini, D.; Gardiazabal, A.; Pilastro, A. y Spina, F. 2002. Ecological barriers shaping fuel stores in barn swallows *Hirundo rustica* following the central and western Mediterranean flyways. *Journal of Avian Biology*, 33: 15-22.
- Saino, N.; Rubolini, D.; von Hardenberg, J.; Ambrosini, R.; Provenzale, A.; Romano, M. y Spina, F. 2010. Spring migration decisions in relation to weather are predicted by wing morphology among trans-Mediterranean migratory birds. *Functional Ecology*, 24: 658-669.
- Salewski, V.; Schmaljohann, H. y Liechti, F. 2010. Spring passerine migrants stopping over in the Sahara are not fall-outs. *Journal of Ornithology*, 151: 371-378.
- Schmaljohann, H.; Liechti, F. y Bruderer, B. 2007. Songbird migration across the Sahara: the non-stop hypothesis rejected! *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences*, 274: 735-739.
- Svensson, L. 1996. *Guía para la identificación de los passeriformes europeos*. Sociedad Española de Ornitología. 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.
- Tøttrup, A. P.; Klaassen, R. H. G.; Strandberg, R.; Thorup, K.; Kristensen, M. W.; Jørgensen, P. S.; Fox, J.; Afanasyev, V.; Rahbek, C. y Alerstam, T. 2012. The annual cycle of a trans-equatorial Eurasian-African passerine migrant: different spatio-temporal strategies for autumn and spring migration. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 279: 1008-1016.
- Turner, A. K. 2004. Family Hirundinidae (Swallows and Martins). En: J. del Hoyo; A. Elliot y D. A. Christie (Eds.), *Handbook of the Birds of the World*: 602-685.
- Warnock, N. 2010. Stopping vs. staging: the difference between a hop and a jump. *Journal of Avian Biology*, 41: 621-626.
- Wernham, C.; Toms, M.; Marchant, J.; Clark, J. A.; Siriwardena, G. M. y Baillie, S. 2002. *The Migration Atlas: movements of the birds of Britain and Ireland*. T. & A.D. Poyser. London. ■