

ATLAS DE MIGRACIÓN

COMPORTAMIENTO ESPACIAL Y DINÁMICA
TEMPORAL DE LAS AVES EN ESPAÑA

LA MIGRACIÓN DE LAS AVES EN UN CONTEXTO DE CAMBIO GLOBAL

CITA RECOMENDADA

Pérez-tris, J., Alambiaga, I. y Onrubia, A. La migración de las aves en un contexto de cambio global. En, SEO/BirdLife (Ó. Gordo, S. Morollón y J. C. del Moral, Eds.) 2026. *Atlas de migración, comportamiento espacial y dinámica temporal de las aves en España*. SEO/BirdLife. Madrid



La migración de las aves en un contexto de cambio global

Javier Pérez-Tris¹, Iván Alambiaga² y Alejandro Onrubia³

¹ Departamento de Biodiversidad, Ecología y Evolución. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Complutense de Madrid

² Museo Nacional de Ciencias Naturales (MNCN-CSIC). Instituto Cavanilles de Biodiversidad y Biología Evolutiva (Universitat de València)

³ Fundación Migres-Centro Internacional Migración Aves

La Tierra está cambiando a un ritmo sin precedentes, y una idea fundamental en biología de la conservación es que no se puede preservar la biodiversidad buscando mantener una foto fija de los ecosistemas. Las especies que los integran y las interacciones que estas establecen entre ellas y con el ambiente están en continua evolución. La conservación de la biodiversidad es, por tanto, la conservación de procesos ecológicos y evolutivos que por definición son dinámicos, y el movimiento de las aves es quizás una de las más elocuentes expresiones que nos ofrece la naturaleza de ese dinamismo (Tobias *et al.*, 2025). Las aves se mueven en busca de alimento, parejas o refugio, o para evitar a los depredadores y competidores, y responden a los cambios que tienen lugar en su hábitat alterando sus patrones de desplazamiento (Nathan *et al.*, 2008). Por eso, conocer cómo afecta el cambio global al movimiento de las aves es esencial para garantizar la conservación de sus poblaciones a largo plazo (Flack *et al.*, 2022).

El cambio global es la alteración del funcionamiento de la biosfera como consecuencia de las actividades humanas. De acuerdo con la Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Biodiversidad y Servicios de los Ecosistemas (IPBES, por sus siglas en inglés), los principales directores del cambio global son la modificación del territorio y sus usos, la explotación de las poblaciones, el cambio climático, la contaminación y las especies exóticas invasoras (IPBES, 2019). En conjunto, estas alteraciones de origen antrópico representan las principales causas de la actual crisis de biodiversidad (WWF, 2024).

El buen conocimiento disponible acerca de las tendencias poblacionales de las aves (si se las compara con otros taxones) ha permitido documentar el declive de muchas especies a causa del cambio global, mostrando cómo dicho impacto afecta muy especialmente a las especies migratorias (Runge *et al.*, 2014; Lees *et al.*, 2022), que dependen de una cadena de hábitats suficientemente bien preservados a lo largo de su viaje (Wilcove y Wikelski 2008). Estos hábitats se encuentran habitualmente sometidos a diferentes presiones, por lo que las especies más móviles afrontan múltiples amenazas a lo largo de su ciclo anual. Además, su conservación efectiva

depende de la coordinación de políticas medioambientales a menudo diferentes, si bien con demasiada frecuencia coincidentes en el diseño de directrices de conservación que contemplan la distribución de las especies como si fuera estática (Runge *et al.*, 2014). Como reconoce la Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias (Convenio de Bonn), se trata de un reto de conservación formidable. Un reto que solo es posible abordar científicamente con datos precisos del movimiento de las aves (Torstenson *et al.*, 2024), lo que convierte a los atlas como el presente en herramientas esenciales para la conservación de las especies más móviles. Nos referimos principalmente a las aves migratorias, pero también a las nómadas, las que realizan dispersiones de cierta distancia, o las que, por su capacidad de movimiento, incluyen diferentes hábitats o jurisdicciones políticas en sus áreas de campeo. La información que proporcionan estas herramientas es fundamental para entender la vulnerabilidad de sus poblaciones al cambio global y anticipar las consecuencias de su impacto (Flack *et al.*, 2022).

Los efectos del cambio global sobre las poblaciones de aves son variados y bien conocidos (Lees *et al.*, 2022). Nos centraremos aquí en cómo afecta el cambio global al movimiento de las aves, y en cómo la plasticidad de ese comportamiento supone con frecuencia una primera respuesta ante cambios de origen antrópico. La modificación del territorio y el cambio climático son los principales factores modeladores de los desplazamientos de las aves, por lo que nos detendremos más en estos aspectos del cambio global, sin olvidar que la exposición a otros factores, como la caza, la contaminación o la interacción con especies invasoras, pueden afectar directamente a sus poblaciones o motivar cambios en los patrones de movimiento de las aves a diferentes escalas (Madsen 1998; Eng *et al.*, 2019; Nemes *et al.*, 2023, 2025).

Modificación del territorio

La modificación del territorio, tanto el terrestre como el marino, afecta a las poblaciones de aves alterando la capacidad de carga de sus hábitats, a menudo reduciéndola pero en ocasiones incrementándola y modificando la composición de

las comunidades, con lo que también se alteran las redes de interacciones ecológicas que estas mantienen (Gaston *et al.*, 2003; Dias *et al.*, 2019). En la península ibérica, la abundancia y diversidad de aves y el uso que estas hacen del espacio son resultado de una modificación secular del territorio. El adehesado del monte mediterráneo ha favorecido a varias especies arbóreas como las encinas y los alcornoques, en detrimento de las especies arbustivas productoras de frutos carnosos típicas del bosque original, hoy pobremente representado y extremadamente localizado (Herrera, 2004). Esta alteración ha hecho posible las inmensas concentraciones de palomas torcazes *Columba palumbus* o grullas *Grus grus* invernantes en las dehesas del suroeste peninsular, imposibles sin la intervención humana, pero también ha perjudicado a las especies especialistas forestales (como la paloma zurita *Columba oenas*) o a las aves frugívoras (Herrera, 1988).



Paloma torcaz © Shutterstock/Ondrej Chvatal

El cambio de usos del territorio puede alterar la distribución de recursos importantes para las aves migratorias a gran escala, lo que puede incrementar la vulnerabilidad de estas especies. Encontramos un buen ejemplo en las consecuencias de los cambios de las políticas agrarias europeas: la expansión histórica de los paisajes agrícolas amplió la disponibilidad de hábitats abiertos en Europa (Bohn *et al.*, 2003), lo que debió favorecer a las especies capaces de explotar estos nuevos medios. Así, las poblaciones de especies esteparias pudieron expandir sustancialmente su área de distribución favorecidas por la disponibilidad de nuevas pseudo-estepas surgidas del aclaramiento de medios originalmente forestales. De modo similar, las especies de aves frugívoras pudieron reubicar sus destinos migratorios desde los bosques mediterráneos, transformados en dehesas, hacia las grandes extensiones de olivar, una reserva energética hoy fundamental para estas aves que, sin embargo, supri-

me los beneficios de la diversidad de recursos alimenticios (Herrera, 2004) y se reduce repentinamente tras la cosecha (Rey, 1995), incrementando el valor para estas aves de los escasos reductos de matorral mediterráneo (Tellería *et al.*, 2005). La homogeneización y el empobrecimiento del hábitat en estos entornos representa un problema a gran escala hoy magnificado por la intensificación agraria, que está causando el declive de numerosas especies que, tras siglos de transformación territorial generalizada, encuentran hoy su destino unido a la implantación de políticas agrarias sostenibles (Rigal *et al.*, 2023). Efectos similares han tenido lugar como consecuencia de otros cambios normativos que afectan a los usos del territorio, como la actividad ganadera o la gestión de los residuos sólidos urbanos, que han promovido la alta dependencia de algunas poblaciones de aves de muladares y vertederos a cielo abierto. La desaparición de esos recursos como consecuencia de nuevas medidas de regulación sanitaria tiene efectos demográficos y afecta profundamente a los patrones de movimiento de las aves (Donázar *et al.*, 2009; Langley *et al.*, 2021).

Para numerosas especies, la pérdida de hábitat derivada de los usos del suelo supone un problema de conservación clave, si bien su efecto sobre los patrones de movimiento puede ser muy variable. Por ejemplo, las especies de aves más grandes y dependientes de localidades concretas durante sus desplazamientos migratorios con frecuencia responden a la alteración de los hábitats estableciendo nuevas rutas o estrategias migratorias, mientras que las aves más pequeñas, que típicamente migran en frente más amplio, tienen más flexibilidad para redistribuir sus zonas de parada migratoria (Lisovski *et al.*, 2024). Estas respuestas al deterioro ambiental pueden ser instantáneas, como han demostrado recientemente las águilas moteadas *Clanga clanga* evitando hacer paradas y desviándose de sus trayectorias habituales a su paso por zonas de guerra en Ucrania (Russell *et al.*, 2024). Pero la flexibilidad se reduce en las especies más especialistas, para las que la pérdida de parches de hábitat incluso pequeños puede suponer un problema crítico, como ejemplifica el carricerín cejudo *Acrocephalus paludicola*, el paseriforme más amenazado de Europa, que depende de fenales y otros hábitats estructuralmente similares para su subsistencia (Tanneberger *et al.*, 2009). La desaparición o alteración de parches de hábitat tan específico puede tener consecuencias a gran escala, al alterar los patrones de movimiento de muchos individuos, incluso poblaciones enteras, que dependen de esas zonas para nidificar, invernar o reponer reservas durante sus viajes. Como ejemplo muy generalizado de estos procesos, muchas aves acuáticas y limícolas han configurado sus patrones migratorios optimizando las oportunidades que les ofrece una limitada red de marismas, lagunas y estuarios ubicados a mucha distancia unos de otros (Gill *et al.*, 2009), hasta el punto de que algunos de estos humedales alojan la práctica totalidad de los efectivos de varias especies durante algún momento del año (Bamford *et al.*, 2008). Paradójicamente, esta dependencia tan extrema facilita la conservación de estas especies mediante políticas basadas en la protección de espacios naturales (Wilcove and



Grulla común © Shutterstock/Piotr Krzeslak

Wikelski, 2008), como muestra el impacto tan positivo que ha tenido el Convenio de Ramsar sobre la conservación de numerosas especies acuáticas (Wetlands International, 2012), pero también les hace sumamente vulnerables a la alteración de estos enclaves.

La modificación del territorio por el cambio en los usos del suelo suele llevar aparejada también la fragmentación del paisaje, por medio de la cual la destrucción del medio natural reduce la conectividad del hábitat (es decir, el grado en que el paisaje favorece o dificulta el movimiento de los animales entre espacios favorables para su existencia (Tischendorf y Fahrig, 2000). Movimientos como los nomadeos o la dispersión pueden verse comprometidos en paisajes fragmentados (Paxton *et al.*, 2024). Incluso las aves migratorias de larga distancia pueden alterar sus patrones de movimiento en estos hábitats, por ejemplo adelantando sus fechas de llegada en paisajes fragmentados, quizás motivadas por el mayor valor percibido de un hábitat más escaso (Whytock *et al.*, 2018).

Finalmente, la urbanización traslada a nuestra experiencia cotidiana las consecuencias más evidentes de la transformación antrópica del territorio. Aparte de los problemas derivados de la destrucción del hábitat original, la urbanización plantea desafíos adicionales a las aves en movimiento. Por ejemplo, la iluminación del cielo nocturno en los entornos urbanos, o en las infraestructuras de transporte que los unen,

puede alterar las rutas migratorias de las aves, ya sea causando desorientación, incrementando el riesgo de colisiones con infraestructuras o aumentando el gasto energético derivado del desvío de sus rutas (Van Doren *et al.*, 2017; La Sorte *et al.*, 2022). Como contrapartida, el efecto de isla de calor, la mayor disponibilidad de alimento o la disminución del riesgo de depredación en los entornos urbanos ha podido favorecer su selección como zona de sedimentación, reproducción o invernada por parte de muchas aves migratorias, lo cual puede estar alterando los patrones de migración de no pocas especies (Bonnet-Lebrun *et al.*, 2020). Igualmente, la proliferación de infraestructuras viarias, de producción y transporte de energía (tendidos eléctricos, instalaciones eólicas o solares) y otras alteraciones locales del territorio está influyendo enormemente en los movimientos de muchas aves (Bautista *et al.*, 2004; Cabrera-Cruz and Villegas-Patraca 2016; Fleming 2025, Newton 2025).

Cambio climático

Un aspecto central del cambio global es el cambio climático, un proceso de escala global cuya expresión puede ser diferente en distintas regiones del planeta (Parmesan, 2006). En términos generales, la alteración de los ritmos de producción primaria que originan estaciones más rápidas, más cálidas o más secas, por mencionar algunos efectos comunes en Europa (Giorgi, 2006), ha tenido un impacto evidente sobre

las poblaciones de aves, y muy especialmente sobre las migratorias. En relación con sus patrones de movimiento, respuestas comunes de las aves son el desplazamiento latitudinal o altitudinal de las áreas de distribución, que en algunas especies ha alterado la distancia media de migración (Rushing *et al.*, 2020), el cambio de la fenología migratoria, profusamente documentado con datos que muestran el adelantamiento generalizado de las fechas de llegada de las aves migratorias a medida que las primaveras se adelantan en las zonas templadas (Both and Visser, 2001; Horton *et al.*, 2020), el acortamiento de las distancias de migración, incluso hasta la sedentarización de las poblaciones (Visser *et al.*, 2009; Ramo *et al.*, 2015), o la adaptación morfológica en respuesta a nuevas condiciones ambientales (Weeks *et al.*, 2020), que ocasionalmente puede comprometer el desempeño migratorio de las aves (Remacha *et al.*, 2020). Las consecuencias del cambio climático pueden tener lugar en distintos momentos del ciclo anual, directamente o a través de efectos de arrastre (impactos diferidos) en etapas subsiguientes (Small-Lorenz *et al.*, 2013; Dossman *et al.*, 2023). En conjunto, todos estos fenómenos constituyen una fuerte presión de selección natural sobre las poblaciones de aves, y la incapacidad de algunas de ellas para adaptarse a un entorno que cambia tan rápidamente podría estar detrás de su declive (Møller *et al.*, 2008). Además, la mayor frecuencia e intensidad de fenómenos meteorológicos extremos (olas de calor, grandes tormentas, huracanes, etc.) puede causar mortandades masivas entre las aves migratorias, sobre todo cuando dichos eventos se producen durante el cruce de barreras geográficas como mares o desiertos (Newton, 2007; 2025). Las travesías del mar Mediterráneo y el desierto del Sahara son, precisamente, etapas críticas en la vida de las aves migratorias del sistema Paleártico-Africano (Klaassen *et al.*, 2014). Los vientos desfavorables, la mayor frecuencia de las tormentas de arena o las dificultades para obtener alimento como consecuencia de las sequías en la región del Sahel pueden estar dificultando la supervivencia de muchas aves durante estos momentos tan críticos (Zwarts *et al.*, 2009; Strandberg *et al.*, 2010; Newton 2025).

Aves en movimiento como centinelas del cambio global

El seguimiento de los movimientos de las aves y sus variaciones puede servir como alerta temprana acerca de los efectos del cambio global sobre el funcionamiento de los ecosistemas, incluso a gran escala. Por ejemplo, los recorridos de caza de los halcones de Eleonora *Falco eleonora* del islote de Alegranza, que cambian en función de los vientos de los que depende que el flujo migratorio otoñal de sus presas se desvíe hasta las islas Canarias o se mantenga cercano al continente Africano, nos informan con gran precisión acerca de la dinámica de uno de los principales flujos de biomasa que se producen estacionalmente a escala planetaria (Gangoso *et al.*, 2020). Igualmente, el seguimiento preciso de los movimientos de las aves marinas no solo permite mapear la localización de sus principales fuentes de

alimento, sino que revela la posición de pesqueros ilegales no reportados, gracias a que muchas de estas aves siguen a los barcos mientras estos faenan, mostrando además un comportamiento característico cuando se alimentan junto a ellos (Weimerskirch *et al.*, 2020). Las aves pueden alterar sus rutinas de uso del espacio muy rápidamente como respuesta a algunas alteraciones del entorno, como las molestias humanas de diversa índole (Bautista *et al.*, 2004, Russell *et al.*, 2024), pero pueden mostrarse menos capaces de responder a otras, como la exposición prolongada a la contaminación de sus hábitats (Baos y Hiraldo, 2018). En ocasiones, los impactos de las alteraciones antrópicas pueden ser poco evidentes, pero no por ello irrelevantes: el incremento de los costes fisiológicos relacionado con la exposición a nuevos retos durante la migración, el retraso de la llegada a los destinos migratorios o la desorientación, entre otras alteraciones del movimiento de las aves, pueden tener impactos importantes sobre su desempeño individual, con consecuencias demográficas importantes (Howard *et al.*, 2018; Nemes *et al.*, 2023). Mientras debatimos acerca de la existencia de un periodo en la historia de la Tierra que podamos llamar Antropoceno, hemos despejado toda duda de que la actividad humana ha condicionado profundamente el funcionamiento del planeta en tiempos recientes (Waters *et al.*, 2016). Las aves, con los cambios en sus patrones de movimiento, afrontan problemas de conservación que reclaman soluciones igualmente dinámicas (Reynolds *et al.*, 2017). Un conocimiento detallado de sus viajes, desde los diarios a los estacionales, puede ofrecer claves importantes acerca de cómo se adaptan, cuando logran hacerlo, a los desafíos que implica nuestro impacto sobre el planeta.

Bibliografía

- Bamford, M., Watkins, D., Bancroft, W., Tischler, G. y Wahl, J. 2008. *Migratory shorebirds of the East Asian - Australasian flyway: Population estimates and internationally important sites*. Wetlands International. Oceania.
- Baos, R. y Hiraldo, F. 2018. Efectos subletales de la exposición al vertido tóxico de Aznalcóllar en aves de larga vida. *Revista Catalana d'Ornitologia* 55-81.
- Bautista, L. M., García, J. T., Calmaestra, R. G., Palacín, C., Martín, C. A., Morales, M. B., Bonal, R. y Viñuela, J. 2004. Effect of weekend road traffic on the use of space by raptors. *Conservation Biology* 18: 726-732.
- Bohn, U., Neuhäusl, R., Gollub, G., Hettwer, C., Neuhäuslová, Z., Raus, T., Schlüter, H. y Weber, H. 2003. *Map of the Natural Vegetation of Europe*. Landwirtschaftsverlag.
- Bonnet-Lebrun, A.-S., Manica, A. y Rodrigues, A. S. L. 2020. Effects of urbanization on bird migration. *Biological Conservation* 244: 108423.
- Both, C. and Visser, M. E. 2001. Adjustment to climate change is constrained by arrival date in a long-distance migrant bird. *Nature* 411: 296-298.
- Cabrera-Cruz, S. A. y Villegas-Patraca, R. 2016. Response of migrating raptors to an increasing number of wind farms. *Journal of Applied Ecology* 53: 1667-1675.

- Dias, M. P., Martin, R., Pearmain, E. J., Burfield, I. J., Small, C., Phillips, R. A., Yates, O., Lascelles, B., Borboroglu, P. G. y Croxall, J. P. 2019. Threats to seabirds: A global assessment. *Biological Conservation* 237: 525–537.
- Donázar, J. A., Margalida, A. y Campión, D. Eds. 2009. *Buitres, muladares y legislación sanitaria: perspectivas de un conflicto y sus consecuencias desde la biología de la conservación*. Sociedad de Ciencias Aranzadi.
- Dossman, B. C., Rodewald, A. D., Studds, C. E. y Marra, P. P. 2023. Migratory birds with delayed spring departure migrate faster but pay the costs. *Ecology* 104: e3938.
- Eng, M. L., Stutchbury, B. J. M. y Morrissey, C. A. 2019. A neonicotinoid insecticide reduces fueling and delays migration in songbirds. *Science* 365: 1177–1180.
- Flack, A., Aikens, E. O., Kölzsch, A., Nourani, E., Snell, K. R. S., Fiedler, W., Linek, N., Bauer, H.-G., Thorup, K., Partecke, J., Wikelski, M. y Williams, H. J. 2022. New frontiers in bird migration research. *Current Biology* 32: R1187–R1199.
- Fleming, P. A. 2025. All that glitters. Review of solar facility impacts on fauna. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 224: 115995.
- Gangoso, L., Viana, D. S., Dokter, A. M., Shamoun-Baranes, J., Figuerola, J., Barbosa, S. A. y Bouten, W. 2020. Cascading effects of climate variability on the breeding success of an edge population of an apex predator. *Journal of Animal Ecology* 89: 2631–2643.
- Gaston, K. J., Blackburn, T. M. y Goldewijk, K. K. 2003. Habitat conversion and global avian biodiversity loss. *Proc. R. Soc. Lond. B* 270: 1293–1300.
- Gill, R. E., Tibbitts, T. L., Douglas, D. C., Handel, C. M., Mulcahy, D. M., Gottschalck, J. C., Warnock, N., McCaffery, B. J., Battley, P. F. y Piersma, T. 2009. Extreme endurance flights by landbirds crossing the Pacific Ocean: ecological corridor rather than barrier? *Proc. R. Soc. B* 276: 447–457.
- Giorgi, F. 2006. Climate change hot-spots. *Geophysical Research Letters* 33: 1–4.
- Herrera, C. M. Ed. 2004. *El monte mediterráneo en Andalucía*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía.
- Herrera, C. M. 1988. *La invernada de aves en la península Ibérica: Cifras, biología y conservación*. En: Tellería, J. L. (ed), *Invernada de aves en la península Ibérica*, Monografías de la S.E.O. Sociedad Española de Ornitología, in press.
- Horton, K. G., La Sorte, F. A., Sheldon, D., Lin, T. Y., Winner, K., Bernstein, G., Maji, S., Hochachka, W. M. y Farnsworth, A. 2020. Phenology of nocturnal avian migration has shifted at the continental scale. *Nat. Clim. Chang.* 10: 63–68.
- Howard, C., Stephens, P. A., Tobias, J. A., Sheard, C., Butchart, S. H. M. y Willis, S. G. 2018. Flight range, fuel load and the impact of climate change on the journeys of migrant birds. *Proc. R. Soc. B* 285: 20172329.
- IPBES 2019. *Global assessment report on biodiversity and ecosystem services Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*.
- Klaassen, R. H. G., Hake, M., Strandberg, R., Koks, B. J., Trierweiler, C., Exo, K., 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.
- La Sorte, F. A., Johnston, A., Rodewald, A. D., Fink, D., Farnsworth, A., Van Doren, B. M., Auer, T. y Strimas-Mackey, M. 2022. The role of artificial light at night and road density in predicting the seasonal occurrence of nocturnally migrating birds. *Diversity and Distributions* 28: 992–1009.
- Langley, L. P., Bearhop, S., Burton, N. H. K., Banks, A. N., Frayling, T., Thaxter, C. B., Clewley, G. D., Scragg, E. y Votier, S. C. 2021. GPS tracking reveals landfill closures induce higher foraging effort and habitat switching in gulls. *Mov Ecol* 9: 56.
- Lees, A. C., Haskell, L., Allinson, T., Bezeng, S. B., Burfield, I. J., Renjifo, L. M., Rosenberg, K. V., Viswanathan, A. y Butchart, S. H. M. 2022. State of the World's Birds. *Annual Review of Environment and Resources* 47: 231–260.
- Lisovski, S., Hoyer, B. J., Conklin, J. R., Battley, P. F., Fuller, R. A., Gosbell, K. B., Klaassen, M., Benjamin Lee, C., Murray, N. J. y Bauer, S. 2024. Predicting resilience of migratory birds to environmental change. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 121: e2311146121.
- Madsen, J. 1998. Experimental refuges for migratory waterfowl in Danish wetlands. II. Tests of hunting disturbance effects. *Journal of Applied Ecology* 35: 398–417.
- Møller, A. P., Rubolini, D. y Lehikoinen, E. 2008. Populations of migratory bird species that did not show a phenological response to climate change are declining. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105: 16195–16200.
- Nathan, R., Getz, W. M., Revilla, E., Holyoak, M., Kadmon, R., Saltz, D. y Smouse, P. E. 2008. A movement ecology paradigm for unifying organismal movement research. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 105: 19052–19059.
- Nemes, C. E., Cabrera-Cruz, S. A., Anderson, M. J., DeGroot, L. W., DeSimone, J. G., Massa, M. L. y Cohen, E. B. 2023. More than mortality: Consequences of human activity on migrating birds extend beyond direct mortality. *Ornithological Applications* 125: duad020.
- Nemes, C. E., Lindsay, A. M., DeGroot, L. W. y Cohen, E. B. 2025. Close encounters: behavioral responses of migrating songbirds to the perceived risk of predation. *Behavioral Ecology* 36: araf012.
- Newton, I. 2007. Weather-related mass-mortality events in migrants. *Ibis* 149: 453–467.
- Newton, I. (2025), Migration mortality in birds. *Ibis* 167: 106–123.
- Parmesan, C. 2006. Ecological and evolutionary responses to recent climate change. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 37: 637–669.
- Paxton, K. L., Smetzer, J. R., Hart, P. J., Anderson, M. J. y Paxton, E. H. 2024. Landscape configuration alters movement behavior and space-use of a Hawaiian forest bird community. *Journal of Avian Biology* 2024: e03117.
- Ramo, C., Amat, J. A., Nilsson, L., Schricke, V., Rodríguez-Alonso, M., Gómez-Crespo, E., Jubete, F., Navedo, J. G., Masero, J. A., Palacios, J., Boos, M. y Green, A. J. 2015. Latitudinal-related variation in wintering population trends of Greylag Geese (*Anser anser*) along the Atlantic flyway: A response to climate change? *PLOS ONE* 10: e0140181.
- Remacha, C., Rodríguez, C., De la Puente, J. y Pérez-Tris, J. 2020. Climate change and maladaptive wing shortening

- in a long-distance migratory bird. *The Auk* 137: ukaa012 1-15.
- Rey, P. J. 1995. Spatio-temporal variation in fruit and frugivorous bird abundance in olive orchards. *Ecology* 76: 1625–1635.
- Reynolds, M. D., Sullivan, B. L., Hallstein, E., Matsumoto, S., Kelling, S., Merrifield, M., Fink, D., Johnston, A., Hochachka, W. M., Bruns, N. E., Reiter, M. E., Veloz, S., Hickey, C., Elliott, N., Martin, L., Fitzpatrick, J. W., Spraycar, P., Golet, G. H., McColl, C., Low, C. y Morrison, S. A. 2017. Dynamic conservation for migratory species. *Sci. Adv.* 3: e1700707.
- Rigal, S., Dakos, V., Alonso, H., Auniņš, A., Benkő, Z., Brotons, L., Chodkiewicz, T., Chylarecki, P., De Carli, E., Del Moral, J. C., Domşa, C., Escandell, V., Fontaine, B., Foppen, R., Gregory, R., Harris, S., Herrando, S., Husby, M., Ieronymidou, C., Jiguet, F., Kennedy, J., Klvaňová, A., Kmecl, P., Kuczyński, L., Kurlavičius, P., Kålås, J. A., Lehikoinen, A., Lindström, Å., Lorrillière, R., Moshøj, C., Nellis, R., Noble, D., Eskildsen, D. P., Paquet, J.-Y., Péliissié, M., Pladevall, C., Portolou, D., Reif, J., Schmid, H., Seaman, B., Szabo, Z. D., Szép, T., Florenzano, G. T., Teufelbauer, N., Trautmann, S., Van Turnhout, C., Vermouzek, Z., Vikstrøm, T., Voříšek, P., Weiserbs, A. y Devictor, V. 2023. Farmland practices are driving bird population decline across Europe. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 120: e2216573120.
- Runge, C. A., Martin, T. G., Possingham, H. P., Willis, S. G. y Fuller, R. A. 2014. Conserving mobile species. *Frontiers in Ecology and the Environment* 12: 395–402.
- Rushing, C. S., Royle, J. A., Ziolkowski, D. J. y Pardieck, K. L. 2020. Migratory behavior and winter geography drive differential range shifts of eastern birds in response to recent climate change. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 117: 12897–12903.
- Russell, C. J. G., Franco, A. M. A., Atkinson, P. W., Väli, Ü. y Ashton-Butt, A. 2024. Active European warzone impacts raptor migration. *Current Biology* 34: 2272–2277.e2.
- Small-Lorenz, S. L., Culp, L. A., Ryder, T. B., Will, T. C. y Marra, P. P. 2013. A blind spot in climate change vulnerability assessments. *Nature Clim Change* 3: 91–93.
- Strandberg, R., Klaassen, R. H. G., Hake, M. y Alerstam, T. 2010. How hazardous is the Sahara Desert crossing for migratory birds? Indications from satellite tracking of raptors. *Biol. Lett.* 6: 297–300.
- Tanneberger, F., Tegetmeyer, C., Dylawski, M., y others. 2009. Commercially cut reed as a new and sustainable habitat for the globally threatened Aquatic Warbler. *Biodiversity and Conservation* 18: 1475–1489.
- Tellería, J. L., Ramírez, Á. y Pérez-Tris, J. 2005. Conservation of seed-dispersing migrant birds in Mediterranean habitats: Shedding light on patterns to preserve processes. *Biological Conservation* 124: 493–502.
- Tischendorf, L. y Fahrig, L. 2000. On the usage and measurement of landscape connectivity. *Oikos* 90: 7–19.
- Tobias, J., Bullock, J., Dicks, L. V., Forester, B. y Razgour, O. 2025. Biodiversity conservation requires integration of species-centric and process-based strategies. <<https://doi.org/10.22541/au.173956362.22791886/v1>>.
- Torstenson, M. S., Wolfson, D. W., Safran, S. M., Walton, D. J., Hallberg, A. B., Kim, D., Tan, Y. F., Kramer, G. R. y Andersen, D. E. 2024. Conservation of North American migratory birds: insights from developments in tracking technologies. *Avian Conservation and Ecology* 19: 13.
- Van Doren, B. M., Horton, K. G., Dokter, A. M., Klinck, H., Elbin, S. B. y Farnsworth, A. 2017. High-intensity urban light installation dramatically alters nocturnal bird migration. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 114: 11175–11180.
- Visser, M. E., Perdeck, A. C., Van Balen, J. H. y Both, C. 2009. Climate change leads to decreasing bird migration distances. *Global Change Biology* 15: 1859–1865.
- Waters, C. N., Zalasiewicz, J., Summerhayes, C., Barnosky, A. D., Poirier, C., Gałuszka, A., Cearreta, A., Edgeworth, M., Ellis, E. C., Ellis, M., Jeandel, C., Leinfelder, R., McNeill, J. R., Richter, D. deB., Steffen, W., Syvitski, J., Vidas, D., Waprich, M., Williams, M., Zhisheng, A., Grinevald, J., Odada, E., Oreskes, N. y Wolfe, A. P. 2016. The Anthropocene is functionally and stratigraphically distinct from the Holocene. *Science* 351: aad2622.
- Weeks, B. C., Willard, D. E., Zimova, M., Ellis, A. A., Witynski, M. L., Hennen, M. y Winger, B. M. 2020. Shared morphological consequences of global warming in North American migratory birds. *Ecology Letters* 23: 316–325.
- Weimerskirch, H., Collet, J., Corbeau, A., Pajot, A., Hoarau, F., Marteau, C., Filippi, D. y Patrick, S. C. 2020. Ocean sentinel albatrosses locate illegal vessels and provide the first estimate of the extent of nondeclared fishing. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 117: 3006–3014.
- Wetlands International 2012. *Waterbird Population Estimates, Fifth Edition: Summary Report*. Wetlands International.
- Whytock, R. C., Fuentes-Montemayor, E., Watts, K., Macgregor, N. A., Williams, L. y Park, K. J. 2018. Context-dependent colonization of terrestrial habitat ‘islands’ by a long-distance migrant bird. *Proc. R. Soc. B.* 285: 20181490.
- Wilcove, D. S. y Wikelski, M. 2008. Going, Going, Gone: Is Animal Migration Disappearing. *PLoS Biol* 6: e188.
- WWF. 2024. *Living Planet Report 2024: A System in Peril*. WWF.
- Zwarts, L., Bjilsma, R.G., van der Kamp, J. y Wymenga, E. 2009. *Living on the edge: Wetlands and Birds in a changing Sahel*. KNNV Publishing, Zeist, The Netherlands.