

Resumen de 25 años de la campaña de paso migratorio prenupcial en el archipiélago de Columbretes (Castelló de la Plana, Mediterráneo occidental)



Fotografía aérea de Illa Grossa.
© Grup Au

Joan Castany¹, Germán López-Iborra² y Juan Arizaga^{3,*}

¹ Grup Au d'Ornitologia.

² Departamento de Ecología, Universidad de Alicante.

³ Departamento de Ornitología, Sociedad de Ciencias Aranzadi.

* Autor para correspondencia: jarizaga@aranzadi.eus

RESUMEN

El Grup Au d'Ornitologia se adhirió al proyecto Piccole Isole (PI) en 1994, con la realización de campañas de anillamiento en el archipiélago de Columbretes y, particularmente, en Illa Grossa (Columbrete Grande). Desde entonces, se ha anillado de manera ininterrumpida durante el periodo de paso migratorio prenupcial, principalmente entre los meses de abril y mayo. En 2018 se cumplieron 25 años de anillamiento en Columbretes en el marco de este proyecto. El objetivo de este trabajo es resumir los resultados de (1) la abundancia y

estructura del ensamblado de aves capturadas y (2) la fenología de paso de las especies más comunes. El número de capturas únicas entre los meses de abril y mayo asciende a 38.508 (32.309 si consideramos sólo el periodo entre el 15 de abril y el 15 de mayo). El número de recapturas dentro de la isla y en fechas posteriores a la de anillamiento es marginal (78 de 38.508, es decir, 0,2%). Curiosamente, estas pocas recapturas se produjeron a partir de 2010, con un máximo de 20 por año, en 2016. El número de especies capturadas es 99, si bien las diez más abundantes acumularon el 80%. Entre estas, el mosquitero musical acumuló una media anual del 36% de la abundancia; le siguió, con menos del 10% de capturas, el colirrojo real. Por años, el mosquitero musical fue siempre la especie más anillada, variando su abundancia relativa de un 20,8% (1994) a un 59,3% (2006). No existe correlación lineal de la abundancia con los años, pero sí cuadrática, lo que indica que la abundancia relativa de mosquitero musical alcanzó un máximo a mediados de la década de 2000. El número promedio de capturas diarias durante el periodo de estudio fue muy variable, si bien se observan patrones claros de fechas de paso: (1) aquellas especies cuyo paso se ajusta bien (o razonablemente bien) al periodo de muestreo (el pico de paso quedaría, claramente, dentro de este periodo); (2) aquellas en las que el periodo de muestreo deja fuera una parte importante de la migración.

Palabras clave

Abundancia, campaña en migración, ensamblado, fenología, islas Columbretes, paso prenupcial.

INTRODUCCIÓN

Cada primavera, millones de aves que han pasado el invierno en África cruzan el mar Mediterráneo en su camino hacia sus zonas de cría en Europa (Hilgerloh *et al.*, 1992; Pilastro *et al.*, 1998; Grattarola *et al.*, 1999; Saino *et al.*, 2004; Rubolini *et al.*, 2005). La travesía de esta barrera consume grandes cantidades de energía (Rubolini *et al.*, 2002) y, a menudo, muchas aves deciden parar unas horas en las islas que encuentran a su paso para descansar y, si cabe, alimentarse y recuperar ciertos niveles de energía (Gargallo *et al.*, 2011). El anillamiento de aves en estas islas es una herramienta muy útil para estudiar diversos aspectos de la

migración, tanto a nivel de los factores que condicionan la travesía de barreras geográficas (Moore *et al.*, 1990; Spina *et al.*, 1993; Pilastro y Spina, 1997; Yong y Moore, 1997; Spina y Pilastro, 1999) como de los parámetros que caracterizan el paso fenológico y su variación según variables tales como la meteorología o el calentamiento global (Spina *et al.*, 1994; Jonzen *et al.*, 2006; Saino *et al.*, 2007).

En este contexto, en 1988 se puso en marcha el proyecto Piccole Isole (a partir de aquí lo denominaremos PI) de la mano de la oficina de anillamiento de Italia (IS-PRA) (Spina *et al.*, 1993). En poco tiempo se extendió a otras zonas, llegando a alcanzar casi 50 puntos de muestreo

El número de capturas en Columbretes es suficientemente grande como para considerar este archipiélago (y particularmente Illa Grossa) como una zona prioritaria para el estudio de la migración de pequeñas aves en el Mediterráneo occidental

El Grup Au d'Ornitologia se adhirió al proyecto PI en 1994 con la realización de campañas de anillamiento en el archipiélago de Columbretes y, concretamente, en Illa Grossa (Columbrete Grande). Desde entonces, se ha anillado de manera ininterrumpida durante el periodo de paso migratorio prenupcial, principalmente entre los meses de abril y mayo (Gargallo *et al.*, 2011). En 2018 el proyecto cumplió 25 años. El objetivo de este trabajo es resumir los resultados más generales de este, concretamente (1) la abundancia y estructura del ensamblado de aves capturadas y (2) la fenología de paso de las especies más comunes.

MÉTODOS

Área de estudio

Este estudio se realizó en Illa Grossa (o isla de Columbrete Grande), la mayor de las islas que componen el archipiélago

de Columbretes, localizado a unos 50 km de la línea de costa de la provincia de Castellón (Figura 1). El archipiélago está protegido bajo la figura de Reserva Natural (Ley 11/1994, de la Generalitat Valenciana); también está declarado como Zona Especialmente Protegida de Importancia para el Mediterráneo (ZEPIM), Zona Especial de Conservación (ZEC) y Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA). Además de su biodiversidad marina, cabe destacar la presencia de colonias de aves marinas como el cormorán moñudo *Phalacrocorax aristotelis* subsp. *desmarestii*, la gaviota de Audouin *Ichthyaeetus audouinii* o varias especies de pardelas, así como una colonia muy importante de halcón de Eleonora *Falco eleonorae* (Del Moral, 2008). En periodo de paso migratorio, además, las islas son utilizadas como zona de parada de emergencia por un importante número de especies, principalmente aves paseriformes y afines (Gargallo *et al.*, 2011).

De origen volcánico, la Illa Grossa es un islote con una superficie de 14 ha y altura máxima de 32 m. El clima es árido, con una precipitación media anual de 300 mm. Debido a la ocupación de la isla, sobre todo a partir de 1856-1860, cuando se construyó el faro, la vegetación original (especies arbustivas mediterráneas de carácter xerófilo) ha sido intensamente modificada (y destruida, en buena parte). Así, especies como el lentisco *Pistacia lentiscus* y la zarzaparrilla *Smilax aspera* ya sólo se encuentran en la isla de Ferrera. Actualmente, en Illa Grossa dominan la alfalfa arbórea *Medicago arborea*, el

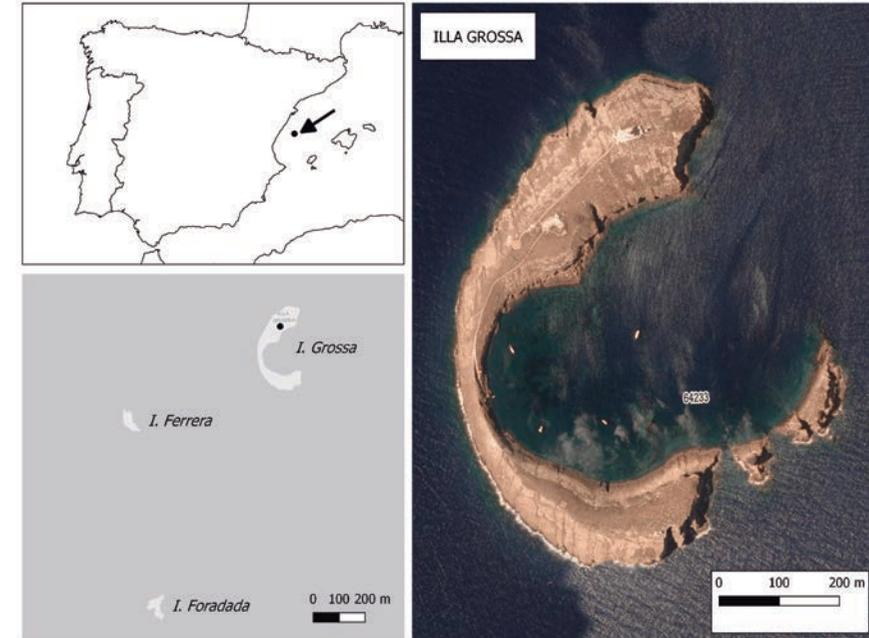


Figura 1

Archipiélago de Columbretes y detalle de Illa Grossa (Isla Grande), donde se llevó a cabo la campaña de anillamiento.

aliso de mar *Lobularia maritima* subsp. *columbretensis*, la malva arbórea *Lavatera arborea* y la sosa fina *Suaeda vera*, entre otras.

Protocolo de muestreo

La campaña comenzó en 1994, con un protocolo de muestreo orientado a la captura de aves en paso prenupcial, entre los meses de abril y mayo. Aunque el comienzo y final de la misma ha sido variable, se ha procurado siempre muestrear desde el 15 de abril hasta el 15 de mayo (para más detalles véase Tabla 1). Cabe mencionar que durante el periodo 1994-2018 la campaña se canceló en 2014 debido a problemas de financiación. Excluyendo este caso, el número promedio de días de anillamiento por año es de 34 (rango: 26-55 días).

El muestreo de aves se desarrolló bajo el modelo de estación de esfuerzo constante, con un número fijo de cuatro redes (36 metros lineales), abiertas permanentemente durante el día y revisadas cada hora. Las aves capturadas fueron anilladas, determinados su edad y sexo, y tomadas varias medidas biométricas: longitud alar (cuerda máxima), longitud de la 3ª primaria -ascendentemente- (Svensson, 1996) nivel de grasa subcutánea (Kaiser, 1993), tarso y peso. Estas medidas, no obstante, no han sido analizadas en este trabajo.

Análisis de datos

A la hora de analizar el número de capturas, cada ejemplar se ha tenido en cuenta sólo una vez por año, con el fin de evitar pseudorreplicaciones. Además,

Tabla 1

Número de aves capturadas para anillamiento en Illa Grossa durante el periodo de paso prenupcial. Se diferencia el número de capturas únicas para el conjunto de la campaña (1) y entre el 15 de abril y el 15 de mayo (2).

Campaña	Capturas ¹	Recapturas	Capturas ²	Comienzo	Cierre
1994	1.859	0	1.817	13/04/1994	15/05/1994
1995	2.333	0	2.069	12/04/1995	10/05/1995
1996	1.265	0	1.116	10/04/1996	08/05/1996
1997	937	0	872	16/04/1997	20/05/1997
1998	1.182	0	1.178	22/04/1998	21/05/1998
1999	1.360	0	1.341	21/04/1999	17/05/1999
2000	1.732	0	1.713	19/04/2000	17/05/2000
2001	2.924	0	2.361	04/04/2001	16/05/2001
2002	3.240	0	3.240	17/04/2002	14/05/2002
2003	1.756	0	1.756	17/04/2003	13/05/2003
2004	1.984	0	1.928	14/04/2004	12/05/2004
2005	2.316	0	2.224	13/04/2005	11/05/2005
2006	1.429	0	1.312	12/04/2006	10/05/2006
2007	2.646	0	1.614	01/04/2007	22/05/2007
2008	2.441	0	1.527	01/04/2008	21/05/2008
2009	2.266	0	1.314	02/04/2009	26/05/2009
2010	1.908	12	1.456	08/04/2010	05/05/2010
2011	54	0	27	01/04/2011	03/05/2011
2012	125	1	86	18/04/2012	22/05/2012
2013	124	2	14	03/04/2013	28/05/2013
2014	52	0		09/04/2014	14/04/2014
2015	1.363	13	908	08/04/2015	31/05/2015
2016	848	20	827	21/04/2016	17/05/2016
2017	1.208	18	624	05/04/2017	03/05/2017
2018	1.156	12	985	13/04/2018	22/05/2018

debido a la irregularidad en las fechas de inicio y cierre de la campaña (Tabla 1), el análisis se ha centrado en un periodo de un mes, que va del 15 de abril al 15 de mayo, que se corresponde, además, con el periodo de muestreo mínimo en el proyecto PI (Gargallo *et al.*, 2011).

Para determinar la existencia de grupos de especies con fenologías de paso similares se realizó un análisis de *clusters* basado en el índice de correlación de la abundancia diaria promedio por pentadas. Para ello se empleó el programa PAST (Hammer *et al.*, 2001).

RESULTADOS

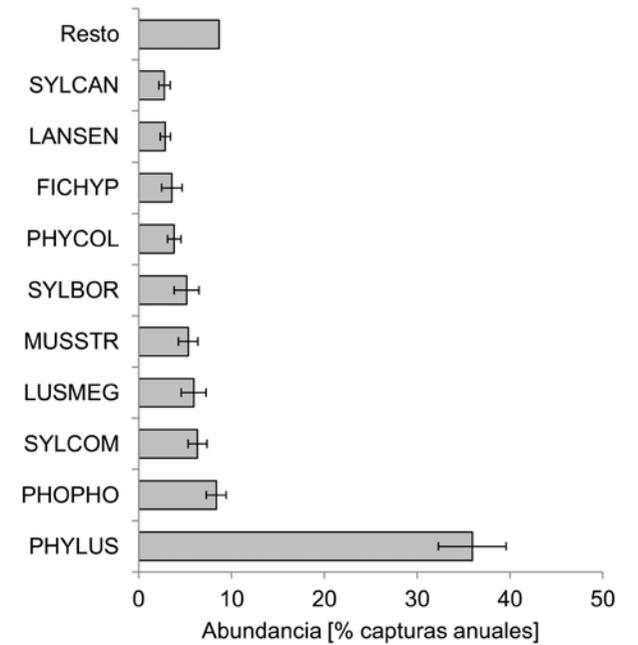
A lo largo de 25 años, el periodo de muestreo abarcado en cada campaña cubrió un total de 863 días, entre los meses de abril y mayo, con un promedio de 34,5 días de muestreo por año (rango: 6 en 2014, a 56 en 2013; Tabla 1). Ciñéndonos al periodo que va del 15 de abril al 15 de mayo (31 días potenciales por año), el número de días de muestreo asciende a 653 (84% de 775 días potenciales) y la media de días muestreados se sitúa en 26 días (Tabla 1).

El número global de capturas únicas entre los meses de abril y mayo asciende a 38.508 (32.309 si consideramos sólo el periodo entre el 15 de abril y el 15 de mayo; media anual: 1.346 capturas; Tabla 1). El número de recapturas dentro de la isla y en fechas posteriores a la de anillamiento es marginal (78 de 38.508, el 0,2%). Curiosamente, estas pocas recapturas se produjeron a partir de 2010, con un máximo de 20 por año, en 2016 (Tabla 1).

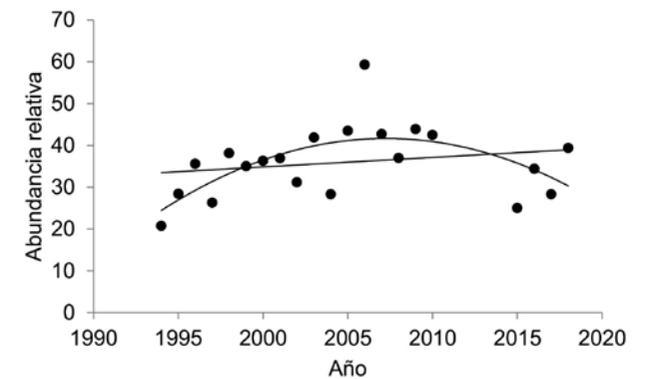
El número de especies capturadas es 99 (Anexo 1), si bien las diez especies más abundantes acumularon el 80% de la abundancia (Figura 2). Entre estas, el mosquitero musical acumuló una media anual del 36% de la abundancia y le siguió, con menos del 10% de capturas, el colirrojo real (Figura 2). Por años, el mosquitero musical fue siempre la especie más anillada, variando su abundancia relativa de un 20,8% (1994) a un 59,3% (2006). No existe correlación lineal de la abundancia con los años ($r^2 = 0,0388$,

$P = 0,392$), pero sí cuadrática ($r^2 = 0,386$, $P = 0,012$) (Figura 3). Esta significación se mantiene incluso al eliminar 2006 (año en que se obtuvo un porcentaje de capturas anormalmente alto) ($r^2 = 0,390$, $P = 0,015$), lo que indica que la abundancia relativa de mosquitero musical alcanzó un máximo a mediados de la década de 2000 (Figura 3).

El número promedio de capturas diarias durante el periodo de estudio fue muy variable, si bien se observan patrones claros de fechas de paso (Figura 4). Entre las especies más frecuentemente capturadas, hallamos en general dos grandes grupos: aquellas especies cuyo paso se ajusta bien (o razonablemente bien) al periodo de muestreo (el pico de paso quedaría, claramente, dentro de este periodo) y aquellas en las que el periodo de muestreo deja fuera una parte importante de la migración. Al analizar la correlación de capturas por especies y pentadas, detectamos tres grupos de especies (Figura 5): (1) las especies que muestran un pico de paso a mediados de abril (esto es, al inicio de la campaña) y para las que, en consecuencia, el periodo de muestreo no se ajusta bien a su paso; (2) las especies que muestran un pico de paso durante la segunda quincena de abril y en las que el grueso de la abundancia se obtiene en abril (son la mayoría de las especies más abundantes de la campaña; Figura 5); (3) las especies que tienen un pico de paso hacia el final de abril o durante la primera quincena de mayo y en las que el grueso de capturas tiene lugar en mayo.

**Figura 2**

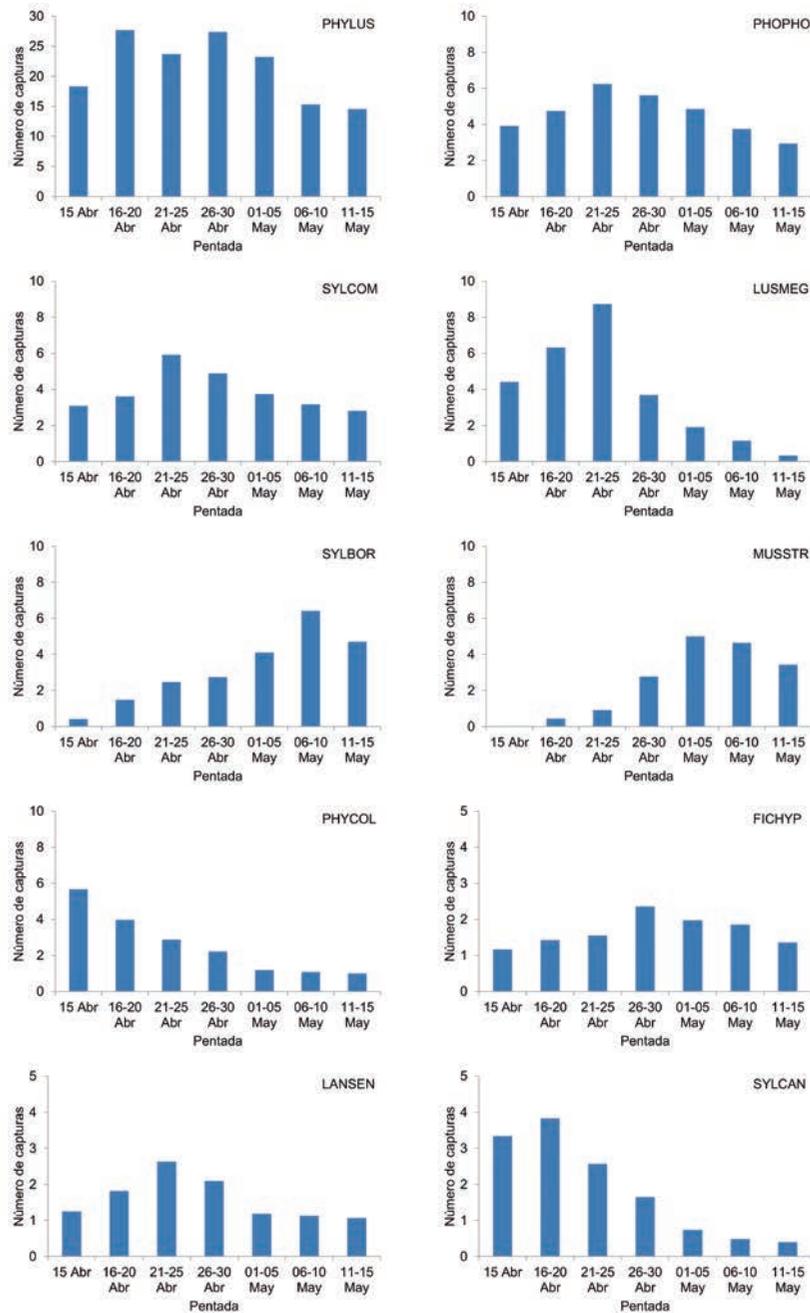
Abundancia relativa (porcentaje, \pm IC 95%) media anual de las especies más frecuentemente capturadas en Illa Grossa (Columbretes) en paso prenupcial (entre el 15 de abril y el 15 de mayo) durante el periodo 1994-2018. Código de especies, según Apéndice 1.

**Figura 3**

Porcentaje de capturas para anillamiento de mosquitero musical obtenidas durante un periodo de 25 años, entre el 15 de abril y el 15 de mayo, en Illa Grossa (Columbretes). Se representa el ajuste a un modelo lineal y cuadrático.

Figura 4

Número promedio de capturas por día de las especies más abundantes de aves anilladas en Illa Grossa, entre el 15 de abril y el 15 de mayo, durante el periodo 1994-2018. Especies ordenadas según abundancia (Figura 2). Código de especies, según Apéndice 1.



DISCUSIÓN

El número de aves migratorias capturadas en Columbretes durante el periodo de paso prenupcial es alto, aunque obviamente marginal en comparación con los millones de ejemplares de pequeñas aves que cruzan el Mediterráneo occidental cada primavera (Biebach *et al.*, 2000; Newton, 2008; Brochet *et al.*, 2016). El número de capturas en Columbretes es suficientemente grande como para considerar este archipiélago (y particularmente Illa Grossa) como una zona prioritaria para el estudio de la migración de pequeñas aves en el Mediterráneo occidental. Así, junto al valor biológico y ecológico de la isla, debe sumarse también el valor de una estación de muestreo que se ha venido manteniendo durante un periodo de 25 años. Las campañas de anillamiento en paso prenupcial en Columbretes juegan un papel clave en los análisis que, potencialmente, se pueden llevar a cabo en la región para determinar los efectos del cambio climático en la fenología de la migración y en la condición de las especies que cruzan el Mediterráneo cada año. Ambos aspectos pueden tener efectos sobre la supervivencia y reproducción y, consecuentemente, sobre el tamaño, evolución y conservación de las poblaciones (Ebbinge y Spaans, 1995; Prop y Black, 1998; Saino *et al.*, 2004; Rubolini *et al.*, 2005; Maggini *et al.*, 2013).

El gran número de especies capturadas en 25 años indica que, potencialmente, las Columbretes pueden ser utilizadas por un amplio número de especies en paso.

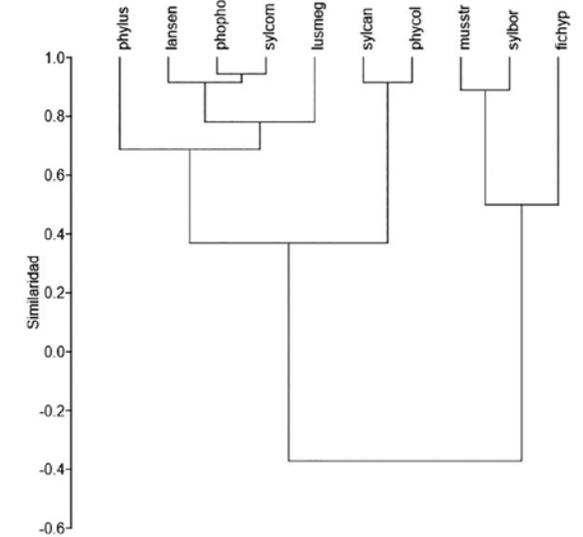


Figura 5

Dendrograma basado en la correlación de la abundancia diaria promedio entre especies y pentadas.

Si bien, las especies que se sedimentan regularmente en Illa Grossa son muchas menos. Destaca, sobre todas ellas, el mosquero musical, especie transahariana muy común en paso prenupcial en las islas más áridas del Mediterráneo (Gargallo *et al.*, 2011). La tendencia de este mosquero a sedimentar en pequeñas islas o islotes es todavía una cuestión sin respuesta. En un estudio reciente llevado a cabo en Izaro, un islote del mar Cantábrico frente a la costa vasca, en paso posnupcial, también se observó que más de un 90% de la abundancia de los passeriformes que se capturaron para anillamiento fueron mosqueros musicales (Betanzos *et al.*, 2019).

La práctica ausencia de recapturas indica que las aves que se sedimentan en la Illa Grossa tan solo lo hacen por muy pocas



Ejemplar de papamoscas gris, una de las especies con más capturas en Illa Grossa.
© J. Arizaga

horas, hecho por otro lado esperable dado el reducido tamaño de la isla y la escasa cantidad de recursos para el engorde (Chernetsov, 2012). En este contexto, análisis llevados a cabo en el conjunto de las zonas del Mediterráneo occidental que participan en el proyecto PI mostraron que las aves que se detienen en Columbretes

Análisis llevados a cabo en el conjunto de las zonas del Mediterráneo occidental mostraron que las aves que se detienen en Columbretes tienen una cantidad de reservas más baja que la que se observa en las islas más grandes y con más vegetación

tienen una cantidad de reservas más baja que la que se observa en las islas más grandes y con más vegetación (Gargallo *et al.*, 2011). Parece ser, así, que las aves que paran en islas secas y pequeñas, como Columbretes, presentan un estado físico bajo que tal vez las obligue a parar unas



Línea de redes en Illa Grossa al atardecer.
© Grup Au

horas para descansar. En este contexto, estas islas pueden desempeñar un rol importante en situaciones extremas (Overdijk y Navedo, 2012).

En próximos trabajos se tendrían que considerar las variables que han podido influenciar en la evolución de capturas durante todo este periodo de 25 años. Por un lado, los cambios que han acaecido en la estructura de la vegetación de Illa Grossa. Esta ha dejado de ser un área yerma como consecuencia de la presencia de conejo durante el periodo 1860-1985 para recuperar, paulatinamente, la vegetación original potencial. Por otro lado, la relación entre las redes (fijas) y los hábitats que se han ido creando en la isla conforme se ha recuperado la vegetación original. Sería interesante iniciar un estudio para comparar las capturas mediante anillamiento con los resultados de censos a través de transectos longitudinales a lo largo del kilómetro que dista entre los dos extremos de la isla. Ello permitiría determinar si la ubicación de las redes es representativa de la comunidad de aves sedimentadas en la isla o si esta ubicación podría generar sesgos.



Ejemplar de alcaudón común, una de las especies con más capturas en Illa Grossa.

© J. Arizaga

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la financiación recibida de la Diputación Provincial de Castellón (1994-2008) y la Fundació Caixa Castelló (2014-2017). El Ministerio de Fomento permitió el acceso a Illa Grossa. Los responsables del parque han facilitado en todo momento la gestión de autorizaciones y la disposición de instalaciones en la isla para el Grup Au d'Ornitologia. Además, sus trabajadores han colaborado durante todas estas campañas con las decenas de anilladores/as que se han dado cita en el islote y que han aportado lo bueno y mejor de sus prácticas científicas. Finalmente, agradecemos a los miembros del Grup Au, y en especial a Vicent Ferrís que, siendo monitor al tiempo que anillador, ha coordinado "in situ" la disposición de las infraestructuras. Dos revisores anónimos proporcionaron valiosos comentarios que contribuyeron a mejorar una primera versión del trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

Betanzos, L.; Escandell, R.; Isasi, J. A.; Jauregi, J. I.; Unamuno, E. y Arizaga, J. 2019. Resultados de la primera campaña de anillamiento de paseriformes en una isla del Cantábrico ibérico durante el periodo de paso migratorio posnupcial. *Revista de Anillamiento*, 38: 58-68.

Biebach, H.; Biebach, I.; Friedrich, W.; Heine, G.; Partecke, J. y Schmidl, D. 2000. Strategies of passerine migration across the Mediterranean Sea and the Sahara Desert: a radar study. *Ibis*, 142: 623-634.

Brochet, A.-L.; Van Den Bossche, W.; Jbour, S.; Ndong'Ang'A, P. K.; Jones, V. R.; Abdou, W. A. L. I.; Al-Hmoud, A. R.; Asswad, N. G.; Atienza, J. C.; Atrash, I.; Barbara, N.; Bensusan, K.; Bino, T.; Celada, C.; Cherkaoui, S. I.; Costa, J.; Deceuninck, B.; Etayeb, K. S.; Feltrup-Azafaf, C.; Figelj, J.; Gustin, M.;



Mosquitero musical, el ave más capturada en Illa Grossa durante el período de paso migratorio prenupcial.
© J. Arizaga

- Kmecl, P.; Kocevski, V.; Korbeti, M.; KotrošAn, D.; Mula Laguna, J.; Lattuada, M.; Leitão, D.; Lopes, P.; López-Jiménez, N.; LuciD, V.; Micol, T.; Moali, A.; Perlman, Y.; Piludu, N.; Portolou, D.; Putilin, K.; Quaintenne, G.; Ramadan-Jaradi, G.; Ružič, M.; Sandor, A.; Sarajli, N.; Saveljić, D.; Sheldon, R. D.; Shialis, T.; Tsiopelas, N.; Vargas, F.; Thompson, C.; Brunner, A.; Grimmett, R. y Butchart, S. H. M. 2016. Preliminary assessment of the scope and scale of illegal killing and taking of birds in the Mediterranean. *Bird Conservation International*, 26: 1-28.
- Chernetsov, N. 2012. *Passerine Migration: Stopovers and Flight*. Springer. Berlin.
- Del Moral, J. C. E. 2008. *El halcón de Eleonora en España. Población en 2004-2007 y método de censo*. SEO/BirdLife. Madrid.
- Ebbinge, B. S. y Spaans, B. 1995. The importance of body reserves accumulated in spring staging areas in the temperate zone for breeding in dark-bellied Brent Geese *Branta b. bernicla* in the High Arctic. *Journal of Avian Biology*, 26: 105-113.
- 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.
- Grattarola, A.; Spina, F. y Pilastro, A. 1999. Spring migration of the garden warbler (*Sylvia borin*) across the Mediterranean Sea. *Journal Fur Ornithologie*, 140: 419-430.
- Hammer, Ø.; Harper, D. A. T. y Ryan, P. D. 2001. *PAST: Palaeontological Statistics software package for education and data analysis*. Palaentologia Electronica 4.
- Hilgerloh, G.; Laty, M. y Wiltschko, W. 1992. Are the Pyrenees and the Western Mediterranean barriers for trans-Saharan migrants in spring? *Ardea*, 80: 375-381.
- Jonzen, N.; Linden, A.; Ergon, T.; Knudsen, E.; Vik, J. O.; Rubolini, D.; Piacentini, D.; Brinch, C.; Spina, F.; Karlsson, L.; Stervander, M.; Andersson, A.; Waldensstrom, J.; Lehikoinen, A.; Edvardsen, E.; Solvang, R. y Stenseth, N. C. 2006. Rapid advance of spring arrival dates in long-distance migratory birds. *Science*, 312: 1959-1961.
- Kaiser, A. 1993. A new multcategory classification of subcutaneous fat deposits of songbirds. *Journal of Field Ornithology*, 64: 246-255.
- Maggini, I.; Spina, F.; Voigt, C. C.; Ferri, A. y Bairlein, F. 2013. Differential migration and body condition in Northern Wheatears (*Oenanthe oenanthe*) at a Mediterranean spring stopover site. *Journal of Ornithology*, 154: 321-328.
- Moore, F. R.; Kerlinger, P. y Simons, T. R. 1990. Stopover on a gulf coast barrier island by spring trans-Gulf migrants. *Wilson Bulletin*, 102: 487-500.
- Newton, I. 2008. *The migration ecology of birds*. Academic Press. London.
- Overdijk, O. y Navedo, J. G. 2012. A massive spoonbill stopover episode: identifying emergency sites for the conservation of migratory waterbird populations. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 22: 695-703.
- Pilastro, A.; Macchio, S.; Massi, A.; Montemaggiori, A. y Spina, F. 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.
- Prop, J. y Black, J. M. 1998. Food intake, body reserves and reproductive success of barnacle geese *Branta leucopsis* staging in different habitats. *Norsk Polarinst. Skrift.*, 200: 175-193.
- 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.
- 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.; Montemaggiori, 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.
- Saino, N.; Szép, T.; Romano, M.; Rubolini, D.; Spina, F. y Møller, A. P. 2004. Ecological conditions during winter predict arrival date at the breeding quarters in a trans-Saharan migratory bird. *Ecology Letters*, 7: 21-25.
- Spina, F. 2011. Joint ringing efforts to unravel complex migratory patterns cross ecological barriers: the potential of networking. *Journal of Ornithology*, 152 (Suppl. 1): 41-48.
- Spina, F.; Massi, A. y Montemaggiori, A. 1994. Back from Africa - Who's running ahead - differential migration of sex and age classes in Palearctic-African spring migrants. *Ostrich*, 65: 137-150.
- Spina, F.; Massi, A.; Montemaggiori, A. y Bacceti, N. 1993. Spring migration across central Mediterranean: general results from the "Progetto Piccole Isole". *Vogelwarte*, 37: 1-94.
- 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 paseriformes europeos*. Sociedad Española de Ornitología. Madrid.
- Yong, W. y Moore, F. R. 1997. Spring stopover of intercontinental migratory thrushes along the northern coast of the Gulf of Mexico. *Auk*, 114: 263-278. ■

Apéndice 1

Lista de especies capturadas en Illa Grossa, en campaña de paso prenupcial, durante el periodo 1994-2018.

Enlace: https://drive.google.com/file/d/1rsus3Pki3NdFsBgeV1RjGsov2MdeEu_x/view?usp=sharing

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2015	2016	2017	2018	
<i>Accipiter nisus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	2	0	1	0	0	1	0	0	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>	3	7	2	1	1	4	1	9	7	1	0	5	1	2	2	0	4	0	0	0	0	0
<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	11	7	5	5	12	36	52	47	60	11	44	10	10	9	29	5	10	0	37	8	10	10
<i>Actitis hypoleucos</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Alauda arvensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anthus (spinoletta) petrosus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Anthus campestris</i>	1	2	1	4	0	0	0	1	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	2	1	1	1
<i>Anthus cervinus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anthus pratensis</i>	2	0	0	0	0	0	0	2	3	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	3	3
<i>Anthus spinoletta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Anthus trivialis</i>	8	15	25	6	6	8	8	15	65	14	29	8	13	12	5	13	6	0	5	3	8	8
<i>Asio otus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Calandrella brachydactyla</i>	0	15	2	0	1	2	0	0	9	4	1	1	0	1	0	4	1	0	0	0	1	1
<i>Calandrella cinerea</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Caprimulgus europaeus</i>	5	8	3	5	6	2	2	8	19	4	11	6	0	1	4	1	0	0	2	0	0	0
<i>Caprimulgus ruficollis</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	4	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Carduelis cannabina</i>	5	10	1	1	0	1	1	0	2	6	1	8	2	1	0	1	5	0	2	0	4	4
<i>Carduelis carduelis</i>	0	8	1	2	1	2	0	0	2	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Carduelis chloris</i>	30	51	19	42	9	3	3	35	50	83	2	20	2	30	24	0	13	0	9	6	0	0
<i>Carduelis spinus</i>	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Carduelis erythrurus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cercotrichas galactotes</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cettia cetti</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Columba livia</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Coturnix coturnix</i>	0	0	0	0	1	3	0	0	0	1	0	5	0	1	0	1	1	0	2	0	0	0
<i>Cuculus canorus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Delichon urbicum</i>	2	0	0	15	1	2	3	3	6	1	4	0	0	12	0	0	1	0	1	1	1	1
<i>Emberiza cirtus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Emberiza hortulana</i>	8	47	0	1	18	5	4	7	8	6	6	9	4	3	4	10	5	0	3	0	2	2
<i>Erethacus rubecula</i>	27	35	10	30	12	6	3	66	30	4	12	10	3	56	33	6	40	0	1	54	2	2
<i>Falco tinnunculus</i>	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Ficedula albicollis</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ficedula hypoleuca</i>	64	30	94	30	22	23	19	41	125	72	54	48	43	46	27	41	30	2	31	30	53	53
<i>Fringilla coelebs</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Fringilla montifringilla</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hippolais icterina</i>	10	1	1	0	2	2	2	1	8	18	0	2	0	0	9	2	0	0	1	0	0	0
<i>Hippolais pallida</i>	0	0	0	0	0	1	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hippolais pallida opaca</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Hippolais polyglotta</i>	75	25	6	24	41	68	91	92	141	16	82	22	10	11	33	10	45	0	41	10	12	12
<i>Hirundo daurica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hirundo rustica</i>	38	6	8	21	9	19	53	9	52	26	20	38	14	59	22	7	7	0	7	4	25	25
<i>Hydrobatas pelagicus</i>	0	1	0	0	0	1	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Jynx torquilla</i>	1	3	1	0	0	0	0	4	2	1	1	2	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0
<i>Lanius collurio</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lanius senator</i>	79	38	23	38	20	56	48	87	89	48	94	73	27	54	25	31	21	1	10	16	14	14
<i>Larus [argentatus] cachinnans michahellis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
<i>Larus argentatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2015	2016	2017	2018	
<i>Locustella naevia</i>	3	9	4	1	13	9	8	10	16	3	4	5	8	2	4	4	5	0	11	2	2	2
<i>Loxia curvirostra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Luscinia luscinia</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Luscinia megarhynchos</i>	266	178	32	64	90	104	148	147	213	45	141	208	41	42	57	63	111	0	46	30	41	41
<i>Luscinia obscura</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Luscinia svecica</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Merops apiaster</i>	0	0	1	1	1	1	9	4	0	0	6	6	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
<i>Miliaria calandra</i>	5	5	0	1	0	1	2	3	3	0	1	7	2	0	11	1	2	0	3	1	0	0
<i>Monticola saxatilis</i>	2	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1
<i>Monticola solitarius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Motacilla alba</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Motacilla flava</i>	10	11	4	3	10	4	3	15	46	5	12	7	8	5	6	14	4	0	4	2	3	3
<i>Muscicapa striata</i>	77	151	69	58	75	42	97	65	97	115	67	40	71	44	101	46	67	2	76	32	65	65
<i>Oenanthe hispanica</i>	3	6	0	0	3	1	1	2	2	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oenanthe oenanthe</i>	7	34	7	5	10	7	7	7	7	6	9	7	6	7	9	11	4	0	5	2	5	5
<i>Oriolus oriolus</i>	2	1	2	1	0	0	0	2	3	2	3	2	0	4	9	1	2	1	2	0	0	0
<i>Otus scops</i>	1	2	0	6	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	2	0	2	0	1	0	0	0
<i>Parus caeruleus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Passer domesticus</i>	2	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phoenicurus ochruros</i>	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	195	251	119	100	88	100	81	122	206	104	186	140	87	117	119	150	95	2	52	65	108	108
<i>Phylloscopus bonelli</i>	12	14	5	8	2	38	36	45	32	18	10	31	10	21	16	50	17	0	13	9	9	9
<i>Phylloscopus collybita</i>	29	48	67	34	22	75	64	74	77	41	29	92	27	98	49	87	71	1	28	32	55	55
<i>Phylloscopus inornatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Phylloscopus proreagatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0