

SUPERVIVENCIA Y PROBABILIDAD DE RECAPTURA DEL AVIÓN ZAPADOR EN UNA COLONIA DE ASPE: ANÁLISIS DEL PERIODO 2004-2011

Germán López^{1,*}, Pedro Gómez², Fulgencio Carrillo³, Antonio Zaragoza⁴ y Alejandro Izquierdo⁵

¹ Departamento de Ecología/IMEM Ramon Margalef, Universidad de Alicante, Apdo 99, 03080 Alicante.

² Avd. Juan Carlos I 50, Esc. 6-3º, pta 2, 03680 Aspe, Alicante.

³ C/ Miguel de Unamuno 35, 03680 Aspe, Alicante.

⁴ C/ Colón 114, 1º, 03570 La Vila Joiosa, Alicante.

⁵ C/ Alcalde Alfonso de Rojas 4-7º B, 03004 Alicante.

* Autor para correspondencia: german.lopez@ua.es



PEDRO GÓMEZ CLAVEL



PEDRO GÓMEZ CLAVEL

Foto 1. Adulto (arriba) y juvenil (abajo) de avión zapador capturados para su anillamiento en el área de estudio.

RESUMEN

En este trabajo se analizan los anillamientos y recapturas de adultos en una colonia de avión zapador próxima a Aspe (Alicante) entre 2004 y 2011. El objetivo es estimar la variación de las tasas de supervivencia entre sexos y a lo largo del tiempo. La probabilidad de recaptura (p) muestra una tendencia a aumentar a lo largo del tiempo, pero de forma marcada en los machos. La tasa de supervivencia difiere entre sexos, siendo ligeramente mayor en los machos. El mejor modelo incluye la variabilidad temporal de la supervivencia de machos, pero considera la de las hembras constante a lo largo del tiempo. La mayor variabilidad de la supervivencia de los machos es un patrón no detectado en estudios previos.

INTRODUCCIÓN

El avión zapador (*Riparia riparia*) es un hirundínido migrador que nidifica de manera colonial sobre taludes de sustratos blandos donde puede excavar sus nidos. De distribución holártica, las poblaciones europeas tienen sus cuarteles de invierno en África subsahariana. En Europa la especie muestra un proceso de moderado descenso (BirdLife International, 2004), al igual que en España donde el programa Sacre de SEO/BirdLife indica ese mismo proceso durante el periodo 1998-2008. En Alicante parece haberse estabilizado e incluso muestra una ligera tendencia positiva (Cervera e Izquierdo, 2011) desde que la Generalitat Valenciana con la colaboración de SEO-Alicante realiza anualmente un considerable esfuerzo para localizar las colonias y protegerlas.

Conocer las tasas de supervivencia interanual es importante para comprender la dinámica de las poblaciones de aves y los efectos sobre ellas de fluctuaciones ambientales. El anillamiento científico genera una información muy útil para ello a partir de las recapturas de los individuos marcados. En este trabajo analizamos la variación de la supervivencia de los aviones zapadores anillados en una colonia que es objeto de seguimiento desde 2004 (Zaragozí *et al.*, 2007). Se analizan también algunos factores que pueden influir sobre la probabilidad de captura.

MATERIAL Y METODOS

Desde 2004 a 2011 se ha llevado a cabo una campaña de anillamiento sobre una única colonia de avión zapador situada junto al río Tarafa, en Aspe (figura 1, foto 2). Durante el periodo de estudio la colonia ha tenido cuatro emplazamientos distintos separados por menos de 400 metros de distancia entre ellos. Para capturar las aves se han colocado, antes de amanecer, una batería de redes japonesas cubriendo la mayor superficie posible del talud donde nidificaban y a una distancia aproximada de un metro (foto 3). Los animales, tanto al entrar como sobre todo al salir de los nidos, quedaban atrapados (foto 3). Las redes permanecían colocadas no más de una hora, tras lo cual se retiraban. Los animales eran recogidos en colectores y anillados rápidamente de forma que las molestias han sido mínimas. Tanto para sexar como

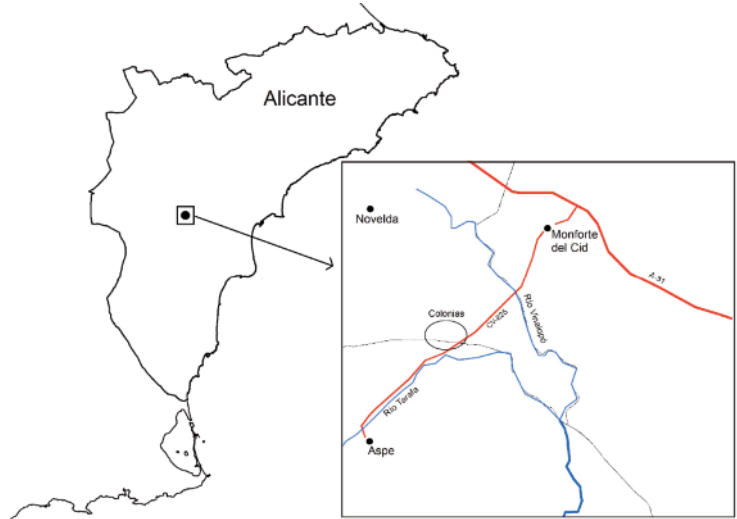


Figura 1. Mapa de localización del área de estudio (Colonias).



Foto 2. Talud donde se localiza la colonia.

PEDRO GÓMEZ CLAVEL

para datar las aves se ha seguido a Svensson (1996).

El análisis de supervivencia se ha realizado utilizando el programa Mark (Cooch y White, 2005), seleccionando a los individuos anillados como adultos y sexados. Estos modelos permiten estimar

una probabilidad de captura (p) y una de supervivencia anual aparente (Φ), calificada así porque es una subestima de la supervivencia real ya que se ve afectada por los individuos capturados que emigran permanentemente del área. Se comprobó el ajuste del modelo

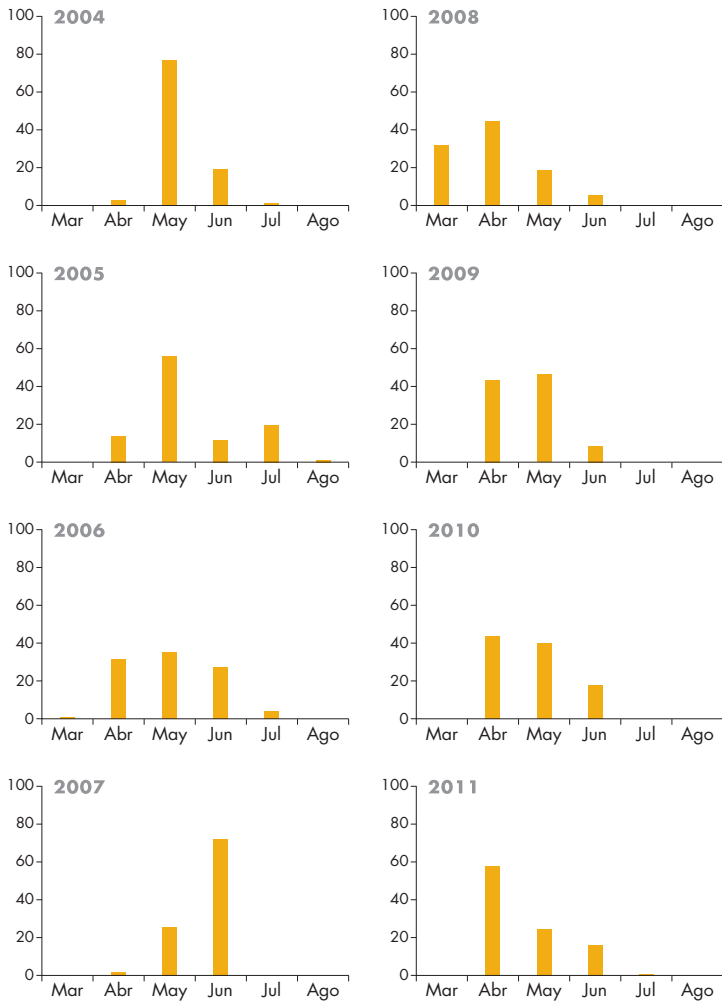


Figura 2. Distribución mensual del porcentaje de capturas totales obtenido en cada año.

general a las suposiciones del método mediante el programa U-CARE (Choquet *et al.*, 2009).

RESULTADOS

Se han anillado un total de 4.399 aves, de las cuales 3.686 fueron adultos y 713 jóvenes. Se

han recapturado además dos individuos anillados en Francia y uno en Italia. La distribución mensual del porcentaje de capturas se muestra en la figura 2. Se analizan únicamente los individuos marcados como adultos y sexados (1.435 machos y 1.436 hembras).

En la tabla 1 se muestran los resultados de las pruebas de bondad de ajuste. El único test que resulta significativo es el test 3.SR en la caso de los machos. Este test permite detectar la presencia de individuos transeúntes en la población, es decir individuos de paso en la colonia y que tienen por tanto una menor probabilidad de ser recapturados en temporadas futuras. Este resultado está muy influido por los tests parciales de 2008 ($p = 0,04$) y 2009 ($p = 0,06$), que son los únicos años en que se acerca a la significación, y sugiere que la presencia de individuos de paso fue mayor en machos que en hembras, pero solo ocurrió en algunos años. El resto de suposiciones del modelo se cumplen razonablemente bien ya que no hay ningún otro test que se acerque a la significación. A pesar del resultado significativo del test 3.SR en el caso de los machos, el test global del modelo es claramente no significativo tanto para machos ($p = 0,2771$) como para hembras ($p = 0,7380$). Se probó a ajustar un modelo que tiene en cuenta a los transeúntes al estimar una supervivencia diferente para los individuos marcados por primera vez en una determinada temporada, pues es en este grupo donde se encontrarían los individuos de paso (modelo "Time since marking"), pero este modelo proporcionó un valor de AICc de 3.170,6, mayor que el del modelo general sin ese efecto (3.164,6, tabla 2). Por tanto, los siguientes ajustes se han realizado partiendo del modelo Phi (s^*t), p (s^*t).

Sexo	Test	Chi2	gl	P
Machos	3.SR	15,00	6	0,0202
	3.Sm	5,11	5	0,4028
	2.CT	2,79	5	0,7326
	2.CL	0,34	4	0,9870
	Total	23,24	20	0,2771
Hembras	3.SR	7,21	6	0,3018
	3.Sm	1,95	5	0,8557
	2.CT	3,89	5	0,5660
	2.CL	2,60	4	0,6276
	Total	15,65	20	0,7380

Tabla 1. Resultados de los tests de bondad de ajuste realizado mediante el programa U-CARE.

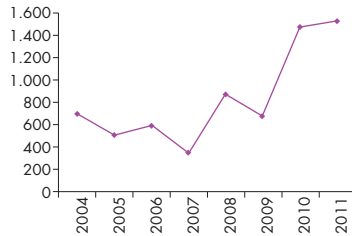
En un primer paso se ha modelizado la probabilidad de recaptura (tabla 2). Eliminar tanto la variación temporal de esta probabilidad como las diferencias entre sexos implica un empeoramiento del modelo. En el modelo general ($p(s^*t)$) la probabilidad de recaptura presenta en ambos sexos una clara tendencia creciente (figura 3.B), producto del mayor esfuerzo de anillamiento en los últimos años que se traduce en un mayor número de capturas totales (figura 3.A). Se ha probado a simplificar el modelo haciendo la probabilidad de recaptura una función lineal del año de estudio ($f\text{-lin-}t$) bien en interacción (figura 3.C) o de forma aditiva con el sexo (no representado). En ambos casos estos modelos son peores, aunque en el primero la diferencia en AIC es solo de 2, por lo que se modela la p de recaptura con interacción entre sexo y tiempo.

La tabla 3 muestra que si se eliminan las diferencias en la supervivencia entre sexos o entre años empeoran mucho los modelos, por

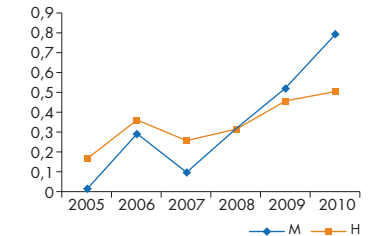
Sexo	Test	Chi2	gl	P
Phi(s^*t), $p(s^*t)$	3.164,5766	0	26	150,2393
Phi(s^*t), $p(s^*f\text{-lin-}t)$	3.166,6066	2,03	18	168,5407
Phi(s^*t), $p(t)$	3.167,4467	2,8701	20	165,3222
Phi(s^*t), $p(s+t)$	3.168,9948	4,4182	21	164,8387
Phi(s^*t), $p(s+f\text{-lin-}t)$	3.175,2231	10,6465	17	179,1844
Phi(s^*t), $p(.)$	3.226,0279	61,4513	15	234,0387
Phi(s^*t), $p(s)$	3.227,5313	62,9547	16	233,5181

Tabla 2. Modelización de la probabilidad de recaptura manteniendo para la supervivencia aparente el modelo general de interacción de sexo y tiempo ($\Phi(s^*t)$). Los modelos ajustados están ordenados en función de su AIC. Efectos considerados en los modelos: s : sexo, t : año, $f\text{-lin-}t$: función lineal del año. N. Par: número de parámetros.

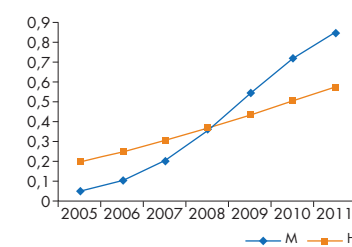
A. Capturas anuales



B. $\Phi(s^*t)$, $p(s^*t)$



C. $\Phi(s^*t)$, $p(s^*f\text{-lin-}t)$



D. $\Phi(M^*t, H\text{cte})p(s^*t)$

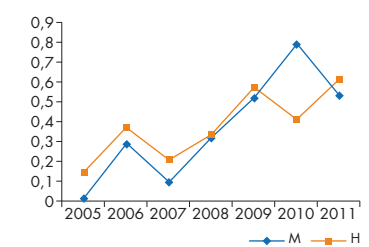


Figura 3. A, evolución del total de capturas anuales. B y C, probabilidad de recaptura (p) para cada sexo estimada por el mejor (B) y segundo mejor modelos de la tabla 2 (C). D, probabilidad de recaptura estimada por el modelo final de la tabla 3.

lo que es necesario mantenerlas. Las variaciones anuales de la supervivencia estimada por el modelo $\Phi(s^*t)$, $p(s^*t)$, que se muestran en la figura 4.A sugieren que la supervivencia de los machos varió entre márgenes más amplios (0,22 a 0,69) que la de las hembras (0,26 a 0,49), por lo que se

ensaya un modelo en el que la supervivencia de las hembras es constante a lo largo de los años y la de los machos varía (figura 4.B). Este modelo ($\Phi(M^*t, H\text{cte})p(s^*t)$) resulta ser el mejor, pues tiene un valor de AICc casi 6 unidades menor que el anterior, y por tanto apoya la conclusión de que

Modelo	AICc	Delta AICc	N. Par	Deviance
Phi (s*t), p (s*t)	3.164,5766	0	26	150,2393
Phi(s*t), p(s* f-lin-t)	3.166,6066	2,03	18	168,5407
Phi(s*t), p(t)	3.167,4467	2,8701	20	165,3222
Phi(s*t), p(s + t)	3.168,9948	4,4182	21	164,8387
Phi(s*t), p(s + f-lin-t)	3.175,2231	10,6465	17	179,1844
Phi(s*t), p(.)	3.226,0279	61,4513	15	234,0387
Phi(s*t), p(s)	3.227,5313	62,9547	16	233,5181

Tabla 3. Modelos ajustados para estimar la supervivencia del avión zapador en Aspe. Efectos considerados en los modelos: s: sexo, t: años, f-lin-t: función lineal del año, M*: variación de la supervivencia de los machos a lo largo de los años. H cte: supervivencia constante a lo largo de los años para las hembras. N. Par: número de parámetros.

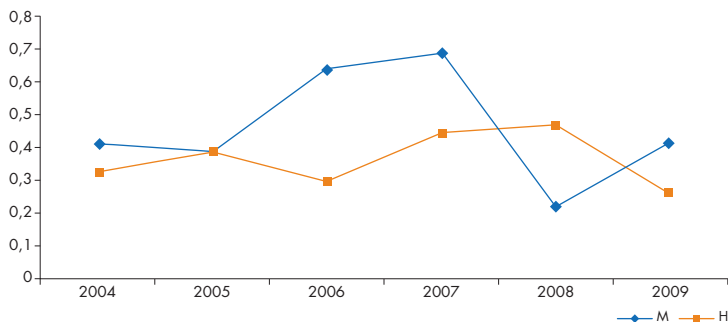
la supervivencia de los machos es más variable interanualmente que la de las hembras. Además el modelo que asigna una variación paralela a la supervivencia de machos y hembras (Phi (s+t), p (s*t)) dista mucho de ser un modelo aceptable (tabla 3).

DISCUSIÓN

La probabilidad de recaptura (p) ha variado ampliamente a lo largo del estudio para ambos sexos, desde 0,02 hasta 0,80 en los machos y desde 0,17 a 0,51 en las hembras, como consecuencia de un mayor esfuerzo de anillamiento. En los últimos años, la probabilidad de recaptura es bastante elevada en comparación con otros estudios (Szép, 1999), probablemente debido a que se trata de una colonia concentrada en un área relativamente reducida. En los primeros años de este estudio la probabilidad de recaptura de las hembras fue mayor que la de los machos, mientras que en los últimos años se invierte esta situación. Dado que en los últimos

años se realizan más capturas en abril, mientras que al principio del estudio estas se concentran sobre todo en mayo y en 2007 en junio, una posible hipótesis es que los machos tiendan a abandonar las colonias más temprano que las hembras. De esta manera, en los años en los que se anilló más tardíamente, como 2004, 2005, 2006 y 2007, la probabilidad de recaptura de los machos fue claramente menor. Este resultado coincide con el de Szép (1999)

A. Phi (s*t), p (s*t)



B. Phi(M* t, H cte), p(s*t)

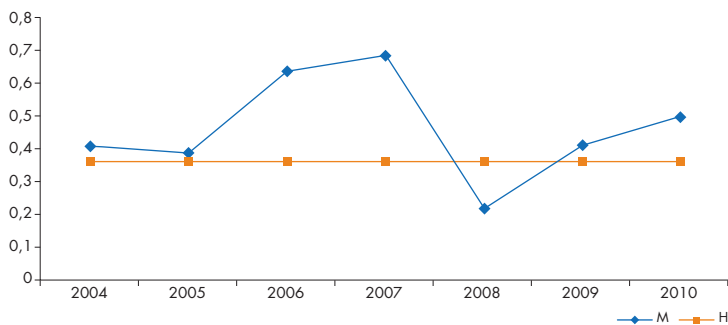


Figura 4. Supervivencia aparente (Phi) estimada por los dos mejores modelos probados (tabla 3). Phi(M* t, H cte) p(s*t) es el modelo con menor valor de AIC. El año en la gráfica corresponde al del inicio del periodo para el que se estima la supervivencia, por ejemplo, 2004 corresponde a la supervivencia entre la primavera de 2004 y la de 2005.



PEDRO GÓMEZ CLAVEL

Foto 3. Disposición de las redes en el talud e individuos capturados para su anillamiento y seguimiento.

que anillando preferentemente en el periodo de crecimiento de los pollos estima una mayor probabilidad de recaptura de las hembras adultas (0,21) que de los machos adultos (0,15). El adelanto en las fechas de anillamiento afecta más positivamente a la probabilidad de recaptura de machos que de hembras, lo que podría ser debido bien a que las últimas pasen más tiempo en el nido que los machos o a que estos se enzarzan en persecuciones que aumentan su probabilidad de caer en las redes.

Nuestros resultados muestran que la supervivencia varía con el

sexo, siendo la de los machos ($0,40 \pm 0,021$ SE) ligeramente superior a la de las hembras ($0,37 \pm 0,025$ SE), lo que coincide con otros estudios en el centro de Inglaterra (Cowley y Siriwardena, 2005) y Hungría (Szép, 1995). Estos valores de supervivencia son superiores a los estimados por Cowley y Siriwardena (2005), que obtuvieron supervivencias de 0,312 en machos y 0,289 en hembras, y más similares a los obtenidos en Hungría (Szép, 1995). Sin embargo, ambos estudios concluyen que las supervivencias de machos y hembras varían de forma paralela a lo largo

del tiempo. Por el contrario, en la colonia estudiada por nosotros en Aspe, al menos durante el periodo de estudio, la supervivencia de los machos resulta mucho más variable que la de las hembras.

Cabe la posibilidad de que parte de la mayor variación de la supervivencia aparente en machos se deba parcialmente a la presencia fluctuante de machos transeúntes, ya que el test 3.SR fue significativo o casi para este sexo en dos de los años. El año 2008 es el que incluiría una mayor proporción de machos transeúntes según el test 3.SR y coincide que es el único año en el que se captura una proporción

relevante de individuos (aproximadamente el 30%) en marzo, lo que podría haber generado capturas de individuos que finalmente no se asentaron en la colonia. En 2008 se obtiene también el valor más bajo de supervivencia para los machos, lo que puede explicarse por los citados transeúntes. El resto de años no parece estar afectado por la presencia de este tipo de machos y se obtienen supervivencias similares en años que contrastan en cuanto a las condiciones del marcaje en la colonia. Por ejemplo, los años con mayor supervivencia (2006 y 2007) son precisamente aquellos que contrastan en cuanto a la distribución de las capturas (mayoría en abril-mayo en 2006 vs. mayoría en junio en 2007) y en la probabilidad de recaptura (mayor para ambos sexos en 2006). Por tanto, creemos que a pesar del resultado concreto de 2008, los modelos ajustados muestran una mayor variabilidad de la supervivencia de los machos, que no se ha detectado en otros estudios. Este trabajo muestra también que la variación en el periodo de anillamiento en la colonia puede afectar a las probabilidades de recaptura de ambos sexos y probablemente a la presencia de transeúntes, por lo que es recomendable estandarizarlo.

AGRADECIMIENTOS

Parte de las labores de anillamiento han sido subvencionada por un programa VOLCAM concedido a la asociación Carduelis. Un revisor

anónimo contribuyó a mejorar la validez de los análisis realizados.

BIBLIOGRAFÍA

BirdLife International. 2004. *Birds in the European Union: a status assessment*. BirdLife International. Wageningen. The Netherlands.

Cervera, F. e Izquierdo, A. 2011. *Censo de colonias y parejas reproductoras de avión zapador (Riparia riparia) en la Comunidad Valenciana*. Generalitat Valenciana. Informe inédito.

Choquet, R., Lebreton, J. D. Giménez, O., Reboulet, A. M. y Pradel, R. 2009. U-CARE: Utilities for performing goodness of fit tests and manipulating capture-recapture data. *Ecography*, 32: 1071-1074.

Cooch, E. y White, G. C. [online] 2005. Using MARK-a gentle introduction. www.cnr.colostate.edu/~gwhite/mark/mark.htm (June 2005).

Cowley, E. y Siriwardena, G. M. 2005. Long-term variation in survival rates of Sand Martins *Riparia riparia*: dependence on breeding and wintering ground weather, age and sex, and their population consequences. *Bird Study*, 52: 237-251.

Svensson, L. 1996. *Guía para la identificación de los Passeriformes Europeos*. SEO/BirdLife. Madrid.

Szép, T. 1995. Relationship between West African rainfall and the survival of the Central European

adult Sand Martin *Riparia riparia* population. *Ibis*, 137: 162-168.

Szép, T. 1999. Effects of age- and sex-biased dispersal on the estimation of survival rates of the Sand Martin *Riparia riparia* population in Hungary. *Bird Study*, 46: 169-177.

Zaragozí, A., Gómez, P., López, G. e Izquierdo, A. 2007. Análisis de supervivencia y probabilidad de recaptura del avión zapador (*Riparia riparia*) en una colonia de la provincia de Alicante mediante marcaje y recaptura. En: Belda, E. J., Arizaga, J., Barba, E., Monrós, J. S. y Villarán, A. (Eds.). *Anillamiento y conservación: Libro de Resúmenes del XV Encuentro de Anilladores*: 73. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia.