

¿Una ventaja o un estorbo?

La larga cola de las golondrinas

Diversos estudios indican que las plumas externas que adornan la cola de la golondrina común son más largas de lo necesario para el vuelo y que dicho alargamiento sería un resultado de la selección sexual. Es decir, cumplirían una importante función al aumentar el atractivo y ayudar a conseguir pareja.

Sin embargo, una investigación llevada a cabo en la provincia de Almería sugiere que algunas poblaciones de esta especie podrían tener longitudes de cola muy próximas al óptimo aerodinámico.

por José Javier Cuervo

La golondrina común (*Hirundo rustica*) es un ave bien conocida en toda Europa, sobre todo por su costumbre de anidar en las construcciones humanas. Además, es una especie muy popular entre los ornitólogos, que vienen estudiando su biología desde hace muchos años (1). Para los menos fami-

liarizados con las aves, diremos que se trata de una especie insectívora de pequeño tamaño perteneciente a la familia de los Hirundinidos y que captura a sus presas en vuelo. Las poblaciones que crían en Europa son típicamente migratorias: pasan el invierno en África subsahariana, donde mudan las plumas, y llegan a

las zonas de cría entre febrero y abril, según la latitud. Las golondrinas son fáciles de reconocer por su característica cola ahorquillada, forma que se debe a que las rectrices externas son mucho más largas que las internas. Salvo por el tamaño de estas rectrices externas, que son más largas en los machos que en las

▲ Una golondrina (*Hirundo rustica*) llega a rozar la superficie del agua con las plumas de la cola cuando se acerca a beber en vuelo (foto: Guus Prick).

hembras, no hay muchas diferencias entre ambos sexos.

Rectrices externas alargadas

Precisamente las plumas externas de la cola de la golondrina han sido objeto de numerosos estudios para intentar dilucidar por qué son tan largas. Es evidente que para los machos de otras especies de cola exageradamente hipertrofiada, como el tejedor africano *Euplectes prognæ*, las plumas caudales suponen un estorbo para volar y se ha demostrado su función como ornamento sexual, ya que las hembras prefieren emparejarse con machos de cola larga (2).

En la golondrina también se ha propuesto una función sexual para explicar el tamaño de las rectrices externas, de manera que las hembras encontrarían más atractivos a los machos de cola larga (3). Estos machos tendrían ventaja a la hora de emparejarse y, por lo tanto, un mayor éxito reproductivo. En otras palabras, el alargamiento de las plumas de la cola sería consecuencia de la selección sexual. Sin embargo, este mayor éxito reproductivo tendría sus contrapartidas, ya que unas rectrices muy largas suponen un estorbo para el vuelo, dificultan la captura de insectos y reducen la supervivencia (4). Por lo tanto, tener rectrices muy largas es costoso y sólo los individuos en mejores condiciones físicas pueden desarrollarlas.

La longitud de la cola también está relacionada con la edad de los individuos, pues aumenta en el segundo año de vida respecto al primero, aunque vuelve a disminuir cuando las golondrinas comienzan a envejecer, aproximadamente al quinto año de vida (5). En cualquier caso, numerosos estudios emprendidos en distintos países europeos han confirmado la función sexual de las rectrices externas en los machos de golondrina (6).

Otra función propuesta para la parte apical, o punta de la pluma, es la aerodinámica. Las rectrices largas mejoran la maniobrabilidad durante los giros en vuelo, tal y como actúan los alerones de los aviones (7). Sin embargo, en vuelo recto el extremo

apical de las rectrices externas sigue siendo un estorbo, aunque puede que las ventajas durante el giro sean mayores que los inconvenientes en vuelo recto. Si la única función de las rectrices externas fuese la aerodinámica, la longitud actual de la cola estaría en torno a la medida óptima para el vuelo y el alargamiento no habría sido provocado por la selección sexual.

Funciones compatibles

Pero, lejos de ser excluyentes, un estudio realizado en Escocia parece sugerir que ambas funciones podrían coexistir: una parte de la pluma se habría alargado para mejorar la maniobrabilidad –es decir, tendría una función aerodinámica–, mientras que otra parte del alargamiento correspondería a procesos de selección sexual, de manera que otorgarían una ventaja a la hora de emparejarse (8). En ese estudio se establecieron varios grupos experimentales y en cada uno de ellos las rectrices externas fueron acortadas 2, 4, 8, 10, 15 ó 20 milímetros. También se mantuvo un grupo de control con la cola intacta. Después del recorte, cada golondrina tuvo que volar a través de un laberinto sorteando obstáculos y se midió el tiempo que tardaba en superarlo. Así pudo comprobarse que las golondrinas con la cola acortada en 10 milímetros fueron las que menos tiempo emplearon en atravesar el laberinto. A medida que el acortamiento iba siendo mayor o menor a esos 10 milímetros, las golondrinas tardaban más tiempo en atravesarlo. De hecho, las más lentas fueron aquellas con la cola acortada en 20 milímetros y las del grupo de control, cuya cola no se había manipulado. Por otra parte, los resultados fueron prácticamente idénticos para machos y hembras. Todo ello llevó a la conclusión de que las golondrinas tienen la cola aproximadamente un centímetro

más larga que el óptimo aerodinámico y que ese centímetro extra sólo podría explicarse por procesos de selección sexual.

El método empleado en el estudio de Escocia, haciendo pasar a las golondrinas por un laberinto, es sin duda muy eficaz para determinar la longitud óptima de la cola para un determinado tipo de vuelo o de maniobra. Sin embargo, en condiciones naturales las golondrinas practican diferentes formas de vuelo y probablemente la longitud óptima de la cola sea distinta en cada caso. Como se ha mencionado antes, la parte apical de las rectrices externas podría mejorar la maniobrabilidad en los giros, pero sería un lastre para el vuelo recto. Por lo tanto, necesitábamos saber el resultado combinado de todas las fuerzas selectivas que influyen en la evolución de la cola de las golondrinas en estado silvestre. Dicho de otra manera, teníamos que buscar un parámetro que integrara los costes y beneficios de la cola de un individuo según la importancia relativa de cada tipo de vuelo. Uno de esos parámetros puede ser el hematocrito.

Tras la pista del hematocrito

El hematocrito es la proporción del volumen sanguíneo que corresponde a los eritrocitos o glóbulos rojos. Los eritrocitos son las células encar-

▼ Golondrinas posadas en un cable, postura en la que puede apreciarse la longitud de las plumas exteriores de la cola (foto: Antonio Cortizo).



gadas de transportar oxígeno al organismo, elemento imprescindible para multitud de procesos metabólicos. Una de las causas más comunes de que aumente el hematocrito es una actividad muscular intensa. Un estudio realizado en Italia y España había mostrado que el hematocrito de las golondrinas es muy alto cuando llegan a las zonas de cría, debido al largo viaje migratorio desde sus áreas de invernada en África, pero que disminuye a lo largo de la estación reproductora (9). Se comprobó, además, que la disminución del hematocrito era menos pronunciada en aquellos individuos a los que se les había alargado experimentalmente la cola. Para explicar este resultado debemos considerar que existe una longitud óptima de cola desde el punto de vista aerodinámico (probablemente un equilibrio entre los diferentes óptimos para cada tipo de vuelo) y que cualquier cambio respecto a la longitud óptima dificultará el vuelo y lo hará más costoso. Es decir, en aquellos individuos con la cola experimentalmente alargada el hematocrito se mantenía alto porque su cola era mucho más larga que el óptimo aerodinámico y tenían que realizar un mayor esfuerzo para volar.

En este estudio se manipuló experimentalmente la longitud de la parte basal de las plumas, pero no pare-



ce que fuera el tipo de manipulación más apropiado, porque no modifica la parte apical, que es la que ha sufrido un alargamiento en esta especie. Además, algunos estudios muestran que el efecto sobre el vuelo es distinto si las modificaciones afectan a la parte basal o apical de las plumas (10). Por lo tanto, teníamos que repetir el experimento del hematocrito y manipular la parte apical de las rectrices externas.

que el acortamiento experimental de las rectrices externas en aproximadamente un centímetro mejoraría el vuelo, ya que la longitud de las plumas se acercaría a su óptimo aerodinámico. Esta mejora en el vuelo implicaría un menor esfuerzo muscular y, en consecuencia, una disminución más pronunciada del hematocrito. Sin embargo, y en contra de nuestras predicciones, encontramos que cuanto menor era el acortamiento de la cola, mayor era la disminución del hematocrito.

El resultado de este estudio parece sugerir que las rectrices externas de las golondrinas de Almería tienen una longitud óptima desde el punto de vista aerodinámico, o muy próxima a ese óptimo, y que no se han visto alargadas por procesos de selección sexual. ¿Cómo puede reconciliarse este resultado con los de estudios anteriores?

Variabilidad morfológica

Una posible explicación a tales discrepancias es que la longitud de las rectrices externas es muy diferente en las distintas poblaciones de golondrinas. Sabemos que tanto la longitud como el dimorfismo sexual de la cola son rasgos que aumentan con la latitud en Europa, de manera que son mayores en el norte que en

▲ Imagen de una golondrina en vuelo, justo en el momento de comenzar la batida de las alas (foto: Guus Prick).

La hemeroteca de Quercus

Artículos complementarios publicados en Quercus

Quercus 208 (junio 2003)

Ref. 5301208 / 390 €

- La senescencia en la golondrina común. Florencia de Lazo y Anders P. Møller.

Quercus 215 (enero 2004)

Ref. 5301215 / 390 €

- El tamaño de los nidos y la selección sexual. Juan José Soler y Liesbeth de Neve.

Quercus 217 (marzo 2004)

Ref. 5301217 / 390 €

- Paradojas de la selección sexual. José Gabriel Segarra.

Quercus 224 (octubre 2004)

Ref. 5301224 / 390 €

- ¿Qué nos indica el color de las plumas? Jordi Figuerola y Joan Carles Senar.

Quercus 229 (marzo 2005)

Ref. 5301229 / 390 €

- El color azul y verde de los huevos de las aves y la selección sexual.

Juan Moreno y José Luis Osorno.

Quercus 234 (agosto 2005)

Ref. 5301234 / 390 €

- La belleza femenina en los animales. Alberto Velando y Roxana Torres.

Insertamos un boletín de pedidos en la página 75.

Un resultado sorprendente

Con este propósito, emprendimos un estudio en las proximidades de Almería (11) para ver si las golondrinas tenían las rectrices externas un centímetro más largas que el óptimo aerodinámico, tal y como habían sugerido los resultados de Escocia. Para ello, acortamos la parte apical de las rectrices externas 1, 11 ó 21 milímetros, tanto en los machos como en las hembras, y tomamos muestras de sangre que nos permitieron calcular el hematocrito de cada individuo. Un mes después volvimos a capturar a todos los individuos para extraerles una segunda muestra de sangre y comprobar cómo había cambiado el hematocrito en cada uno de los grupos experimentales. Nuestra predicción era

el sur (12). En tal caso, la selección sexual habría producido un alargamiento mayor de las rectrices externas en los machos del norte de Europa, posiblemente a causa de los distintos costes que conlleva la alimentación en esas latitudes. Por ejemplo, las golondrinas de Escocia tienen la cola aproximadamente un centímetro más larga que las de Al-

mería, y es interesante destacar que la diferencia de longitud entre ambas es muy similar a la que cabe atribuir a la selección sexual en la población escocesa. Por tanto, es posible que las golondrinas del sur de Europa tengan las rectrices muy próximas al óptimo aerodinámico, mientras que las del norte las tengan considerablemente más largas,

en torno a un centímetro en el caso de las golondrinas de Escocia.

Si alguna lección puede extraerse de esta gran cantidad de estudios sobre la golondrina común, es que los resultados de una población no deben extrapolarse automáticamente a otras poblaciones de la misma especie. Cada población tiene unas peculiaridades que la hacen única y esto debería tenerse en cuenta no sólo en el ámbito de la investigación, sino también en el de la conservación. ♣

▼ El autor, prismáticos en ristre, observando aves en el campo.

Bibliografía

- (1) Moller, A.P. (1994). *Sexual selection and the barn swallow*. Oxford University Press, Oxford.
- (2) Andersson, M. (1982). Female choice selects for extreme tail length in a widowbird. *Nature*, 299: 818-820.
- (3) Moller, A.P. (1988). Female choice selects for male sexual tail ornaments in the monogamous swallow. *Nature*, 332: 640-642.
- (4) Moller, A.P. y De Lope, F. (1994). Differential costs of a secondary sexual character: an experimental test of the handicap principle. *Evolution*, 48: 1.676-1.683.
- (5) Moller, A.P. y De Lope, F. (1999). Senescence in short-lived migratory bird: age-dependent morphology, migration, reproduction and parasitism. *Journal of Animal Ecology*, 68: 163-171.
- (6) Moller, A.P. y otros autores (1998). Sexual selection and tail streamers in the barn swallow. *Proceedings of the Royal Society of London B*, 265: 409-414.
- (7) Norberg, R.A. (1994). Swallow tail

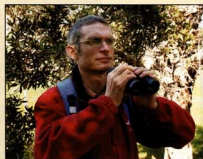
streamer is a mechanical device for self-deflection of tail leading edge, enhancing aerodynamic efficiency and flight manoeuvrability. *Proceedings of the Royal Society of London B*, 257: 227-233.

- (8) Rowe, L.W.; Evans, M.R. y Buchanan, K.L. (2001). The function and evolution of the tail streamer in hirundines. *Behavioral Ecology*, 12: 157-163.
- (9) Saino, N. y otros autores (1997). Experimental manipulation of tail ornament size affects the hematocrit of male barn swallows (*Hirundo rustica*). *Oecologia*, 110: 186-190.
- (10) Evans, M.R. (1998). Selection on swallow tail streamers. *Nature*, 394: 233-234.
- (11) Cuervo, J.J. y De Ayala, R.M. (2005). Experimental tail shortening in barn swallows (*Hirundo rustica*) affects hematocrit. *Functional Ecology*, 19: 828-835.
- (12) Moller, A.P. (1995). Sexual selection in the barn swallow (*Hirundo rustica*). V. Geographic variation in ornament size. *Journal of Evolutionary Biology*, 8: 3-19.

Autor

José Javier Cuervo Osés es científico titular en la Estación Experimental de Zonas Áridas, un centro del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Ha trabajado también en la Estación Biológica de Doñana (CSIC) y en las universidades de Uppsala (Suecia), Copenhague (Dinamarca) y Sidney (Australia). Su principal línea de investigación es el estudio de la selección sexual y los caracteres sexuales secundarios, fundamentalmente en aves. Se interesa por la golondrina común desde el año 1993.

Dirección de contacto: Estación Experimental de Zonas Áridas (CSIC) - c/ General Segura, 1 - 04001 Almería - Correo electrónico: jcuervo@eeza.csic.es



S.E.E. es la Sociedad para todos los interesados en compartir conocimientos sobre comportamiento animal

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE ETOLOGÍA



La **Sociedad Española de Etología** es una entidad de carácter no lucrativo que fue fundada con el objetivo de promover y coordinar el estudio del comportamiento animal desde un enfoque evolutivo y ecológico.

La SEE publica dos revistas: *Acta Ethologica* de carácter científico y *Etológica*, de carácter divulgativo, que son distribuidas de forma gratuita a los socios, además de un *boletín electrónico* con diversa información de actualidad sobre Etología. Bianualmente se celebran congresos nacionales donde se puede interactuar con los mejores investigadores sobre Etología.

Dirigirse a: Luisa Arroyo
Museo Ciencias Naturales (Zoología).
P^o Picasso s/n, 08003 Barcelona.
Tf.: 932562217; Fax: 933104999
e-mail: recercamuseociencias@mail.bcn.es
<http://www.etologia.org>

BOLETÍN DE INSCRIPCIÓN S.E.E.

Apellidos y nombre

D.N.I. Fecha de nacimiento

Profesión Teléfono

Domicilio

Localidad C.P.

Provincia

E-mail

45 € Numerario 25 € Estudiante (con justificante)

Transferencia bancaria La Caixa CCC. 2100-3293-86-2200071267

Domiciliación CCC:

Número VISA

Fecha caducidad ___/___/___ Firma: