

Impacto de los tratamientos anti-mosquitos con Bti sobre el éxito reproductor del avión común *Delichon urbicum* en la Camarga, Francia

L. Paz-Leiza ^{1,2}

(1) Dep. Geography, University College London, Pearson Building, Gower Street, London WC1E 6BT, UK

(2) Station Biologique Tour du Valat, Le Sambuc, 13200 Arles, France

➤ Recibido el 14 de junio de 2010, aceptado el 2 de julio de 2010.

Paz-Leiza, L. (2010). Impacto de los tratamientos anti-mosquitos con Bti sobre el éxito reproductor del avión común *Delichon urbicum* en la Camarga, Francia. *Ecosistemas* 19(3):74-77.

El Bti, *Bacillus thuringiensis* serovar. *israelensis*, es un serotipo bacteriano que produce durante la esporulación un cristal que resulta tóxico tras la ingestión únicamente para las larvas de nematóceros, es decir mosquitos (*Culicidae*) y otras familias del suborden (*Simuliidae*, *Tipulidae*, *Chironomidae*). Debido a su alta especificidad y por tanto, mayor seguridad medioambiental frente a los insecticidas químicos, se ha generalizado el uso del Bti como agente de control biológico contra los mosquitos por todo el planeta; sin embargo la mayoría de los estudios de impacto publicados se han centrado en invertebrados y a corto plazo, por lo que realmente se desconoce el efecto de los tratamientos recurrentes con Bti en los ecosistemas.

La Camarga, situada en el sur de Francia, es el territorio formado por el delta del río Ródano y constituye uno de los humedales mediterráneos de mayor importancia ecológica. Aunque las especies de mosquitos que allí habitan no son una amenaza para la salud humana, sí resultan molestas, por lo que debido a presiones económicas y sociales, en 2006 se puso en marcha un programa piloto de control de mosquitos con Bti en un área de 25.000 ha en el sureste de la Camarga. Paralelamente a los tratamientos, se inició un seguimiento de la fauna no-blanco incluyendo quironómidos, odonatos, murciélagos, invertebrados de carrizal y avión común, *Delichon urbicum*. Este último (**Fig. 1**), fue elegido como modelo biológico del impacto en la red trófica de los tratamientos anti-mosquitos con Bti ya que nidifica en zonas habitadas por el ser humano y se alimenta de invertebrados que caza al vuelo.



Figura 1. Adulto de avión común posado sobre un nido.

Así, comenzó un análisis del tamaño de las colonias, las tasas de alimentación y la dieta de los pollos, en dos colonias dentro de la zona tratada y dos colonias control, en zona no tratada (**Fig. 2**). Los datos obtenidos hasta 2008, revelaron un impacto significativo de los tratamientos con Bti en la composición taxonómica y talla de las presas (Poulin et al., 2010) y teniendo en cuenta que los recursos alimenticios son un factor decisivo en el éxito reproductor de la especie, se añadió como nuevo parámetro de estudio en 2009, objeto del presente trabajo.



Figura 2. Localización de las colonias estudiadas. Línea roja: delimita la zona experimental de tratamiento anti-mosquitos con Bti; estrellas rojas: colonias de avión común dentro de la zona tratada; estrellas verdes: colonias control de avión común.

Para ello, se siguieron entre 14 y 24 nidos naturales en cada una de las cuatro colonias estudiadas, desde el 12 de mayo de 2009 hasta el 26 de agosto de 2009, fin del periodo de nidificación. Cada nido fue visitado de dos a tres veces por semana, para contabilizar, mediante el uso de un endoscopio, el número de huevos y/o pollos en su interior. Además, en tres ocasiones a lo largo del periodo de nidificación, se estimaron las tasas de alimentación de 10 nidos en cada colonia como medida indirecta de la disponibilidad alimentaria, registrando para ello el número de vuelos con alimentación y sin alimentación de los adultos, entre las 18:00 y las 20:00 (cuando la actividad es relativamente alta y estable); al mismo tiempo, se tomaron muestras fecales bajo cada nido, para el análisis de la dieta. Los datos así obtenidos se sometieron a tests de diferencias del tipo ANOVA jerárquica para comparar medias entre colonias dentro de cada zona (tratada o control) y entre zonas, y a tests de correlación (coeficientes de Pearson y Spearman).

Parámetros reproductores

La mayor parte de las puestas comenzaron en torno al 10 de mayo. Por su parte, la segunda puesta, que tuvo lugar en el 54.3% de los nidos estudiados, comenzó en junio, durando hasta primeros de julio. En general la nidificación sucedió de forma sincrónica en las cuatro colonias, si bien la duración media del periodo de cría de los pollos en el nido (23-27 días) fue no significativamente superior en la primera puesta en las colonias de la zona tratada.

El tamaño de la puesta, que varió de 2 a 6 huevos y está correlacionado con la abundancia de insectos aéreos en el área y con las condiciones climáticas, resultó significativamente menor en cuanto a la media de la primera puesta en las colonias en zona tratada (4.3 huevos) que en las control (4.9 huevos).

Asimismo en la primera puesta, el éxito medio en la eclosión, calculado como el número de huevos eclosionados entre el tamaño de la puesta en un nido, varió entre 77.1% en una de las colonias en zona tratada y 84.2% en otra de la zona control, pero no difirió significativamente entre zonas, lo cual viene a corroborar la baja toxicidad del Bti para los vertebrados. Así, este estudio sugeriría, de acuerdo a lo descrito para otros hirundínidos, que la disponibilidad alimentaria en el avión común limita el número de huevos puestos pero no su eclosión.

En consecuencia, tanto el tamaño de la nidada tras la eclosión como en el momento antes de abandonar el nido en la primera puesta fueron de media significativamente inferiores en las colonias en zona tratada (**Tabla 1**).

Por otro lado, el éxito de cría o cociente entre el tamaño de la nidada al abandonar el nido y tras la eclosión, y el éxito de la nidada o tamaño de la nidada al abandonar el nido entre tamaño de la puesta, fueron significativamente inferiores en las colonias en zona tratada (61.0% y 47.4% respectivamente) respecto a las control (75.8% y 60.2% respectivamente).

En la segunda puesta no se encontraron diferencias significativas para ninguno de los parámetros anteriormente citados. Tampoco se estableció ninguna correlación entre los parámetros de éxito reproductor y su respectivo tamaño de puesta, ni entre el éxito reproductor de la primera puesta y el tamaño de la segunda puesta. En cualquier caso, para las colonias control tanto el tamaño de la puesta, como el tamaño de la nidada en la eclosión y al abandonar el nido, y el éxito de la nidada fueron significativamente inferiores en la segunda puesta respecto a la primera (**Tabla 1**), en concordancia con el declive estacional típico en muchas especies de aves. Además, el éxito reproductor anual medio, que se calcula sumando los tamaños de las nidadas antes de abandonar el nido de las sucesivas puestas en un nido, varió entre 2.36 pollos en una de las colonias en zona tratada y 3.44 en otra de la zona control, resultando en una diferencia significativa entre zonas (**Tabla 1**).

Variable	Zona tratada	Zona control	p < 0.05
<i>1ª puesta</i>			
Tamaño puesta (huevos)	4.30 ± 0.85	4.87 ± 0.68	x
Tamaño nidada tras la eclosión (pollos)	3.30 ± 0.94	3.90 ± 0.71	x
Tamaño nidada que abandona el nido (pollos)	2.00 ± 1.11	2.90 ± 0.71	x
Exito de la eclosión (%)	77.2 ± 18.6	81.2 ± 15.7	
Exito de cría (%)	61.0 ± 33.0	75.8 ± 18.8	x
Exito de la nidada (%)	47.4 ± 26.8	60.2 ± 15.8	x
<i>2ª puesta</i>			
Segundas puestas (%)	61.5	45.2	
Tamaño puesta (huevos)	3.53 ± 0.99	2.89 ± 0.60	
Tamaño nidada tras la eclosión (pollos)	2.67 ± 1.05	2.22 ± 1.09	
Tamaño nidada que abandona el nido (pollos)	1.20 ± 1.32	1.11 ± 1.05	
Exito de la eclosión (%)	63.4 ± 35.0	75.9 ± 30.2	
Exito de cría (%)	30.9 ± 39.0	50.9 ± 48.0	
Exito de la nidada (%)	22.6 ± 27.7	34.3 ± 34.0	
Éxito reproductor anual (%)	2.50 ± 1.21	3.23 ± 1.17	x

Tabla 1. Valores medios ± desviación estándar de los parámetros reproductores medidos en conjunto en las colonias dentro de la zona tratada con Bti y en las de la zona no tratada. La columna de la derecha señala aquellos parámetros para los que la ANOVA jerárquica detectó diferencias significativas entre zonas; en ningún caso difirieron significativamente las medias entre colonias dentro de cada zona.

Alimentación

A pesar de que en otros estudios de impacto de pesticidas sobre aves reportan tiempos de alimentación prolongados, en el presente estudio no se detectaron diferencias significativas en el número de vuelos con y sin alimentación entre la zona tratada y la zona control (promedio de 0.59 vuelos con alimentación y 0.23 vuelos sin alimentación cada 5 minutos). Sin embargo el análisis de la dieta a través de muestras fecales, completado por G. Lefebvre, reveló que en las colonias en zona tratada las presas aportadas por los adultos al nido fueron de menor tamaño y digestibilidad (Poulin et al., 2010), lo cual indudablemente debió afectar a la tasa de supervivencia de los pollos.

Conclusión

Las diferencias significativas detectadas en los parámetros estudiados demuestran un reducido éxito reproductor de las colonias de avión común en la zona tratada respecto a las de la zona control y las diferencias en la dieta señalan a los tratamientos anti-mosquitos con Bti como el factor responsable de ello.

Referencias

Poulin, B., Lefebvre, G., Paz-Leiza, L. 2010. Red flag for green spray: adverse trophic effects of Bti on breeding birds. *Journal of Applied Ecology* 47:884-889.

LEIRE PAZ LEIZA

Impacto de los tratamientos anti-mosquitos con Bti sobre el éxito reproductor del avión común *Delichon urbicum* en la Camarga, Francia

Dep. Geography, University College London, UK
Septiembre 2009

Dirección: Brigitte Poulin (Station Biologique Tour du Valat, Le Sambuc, France).