

Notas Breves

LA CORRECCIÓN DE TENDIDOS ELÉCTRICOS EN ÁREAS DE DISPERSIÓN DE ÁGUILA-AZOR PERDICERA: EFECTOS POTENCIALES POSITIVOS SOBRE LA COMUNIDAD DE AVES RAPACES

CORRECTING POWER LINES IN DISPERSAL AREAS OF BONELLI'S EAGLE: POTENTIAL POSITIVE EFFECTS ON THE RAPTOR COMMUNITY

Marcos MOLEÓN*¹, Jesús BAUTISTA*, José R. GARRIDO*, Javier MARTÍN-JARAMILLO*,
Enrique ÁVILA* y Agustín MADERO**

La muerte por colisión y, en especial, por electrocución en líneas de conducción eléctrica es uno de los principales factores de mortalidad que afectan al águila-azor perdicera *Hieraaetus fasciatus* en la península Ibérica (Mañosa y Real, 2001; Real *et al.*, 2001; Bautista *et al.*, 2004), tal y como sucede con otras muchas aves de presa (Garzón, 1977; Ferrer *et al.*, 1991; Ferrer e Hiraldo, 1992; Janss y Ferrer, 1999; Janss y Ferrer, 2001). En el caso particular del águila-azor perdicera, esta amenaza, aunque también es destacable en territorios de reproducción (Mañosa y Real, 2001; Real *et al.*, 2001), se ha detectado fundamentalmente en las áreas de dispersión. En estas zonas, habitualmente bastante humanizadas (Real *et al.*, 2001; Bautista *et al.*, 2004), a la profusión de tendidos eléctricos de baja y media tensión (los de mayor riesgo; Ferrer y Janss, 1999) que las caracteriza se suma la necesidad de las águilas de posarse sobre los apoyos de las líneas eléctricas, dada la escasez de posaderos natu-

rales. Como resultado, en las áreas de dispersión ibéricas de águila-azor perdicera mueren cada año decenas de individuos jóvenes e incluso adultos de esta especie por electrocución (Real *et al.*, 2001; Bautista *et al.*, 2004).

La principal población ibérica de águila-azor perdicera se encuentra en Andalucía, que soporta el 45 % de las parejas españolas (Moleón, 2006) y seis áreas de dispersión (Consejería de Medio Ambiente, 2006). La gran afluencia de águilas-azor perdiceras y la subsiguiente elevada tasa de mortalidad por electrocución ha motivado que la corrección de tendidos eléctricos peligrosos para esta especie en las áreas de dispersión andaluzas sea una prioridad dentro del actual programa de actuaciones para la conservación del águila-azor perdicera en esta región (Consejería de Medio Ambiente, 2006). Por otra parte, es conocido que otras especies de aves rapaces utilizan las mismas zonas de dispersión del águila-azor perdicera, ya sea para dispersarse (Ferrer, 1990)

* Empresa de Gestión Medioambiental, Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, España.

** Delegación Provincial de Jaén, Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, España.

¹ Corresponding author: mmoleonpaiz@hotmail.com, mmoleon@egmasa.es

o como hábitat territorial (Consejería de Medio Ambiente, 2006), lo cual se traduce igualmente en una elevada vulnerabilidad de estas especies a las electrocuciones en dichas áreas.

En este trabajo evaluamos la incidencia potencial de la corrección de tendidos peligrosos en las áreas de dispersión del águila-azor perdicera en Andalucía sobre la reducción del riesgo de mortalidad en otras especies de aves rapaces.

En primer lugar estimamos el número de rapaces muertas por electrocución en las áreas de dispersión del águila-azor perdicera en Andalucía (sur de España) por cada ejemplar de águila-azor perdicera electrocutado en dichas áreas. Para ello seleccionamos 3 tendidos modelo (Tabla 1), dos situados en sendas áreas de dispersión de mayor importancia (Buenavista y Villanueva de los Castillejos) y otro en un área de menor importancia (Las Infantas; Consejería de Medio Ambiente, 2006). En esta última zona los datos se refieren a cuatro tramos distintos pero muy cercanos entre sí (< 1 km). En base al grado de utilización por parte del águila-azor perdicera, al hábitat circundante y a las especies de rapaces que aparecen en el entorno, estos tendidos pueden considerarse como representativos del conjunto de áreas de dispersión andaluzas (Tabla 1; Consejería de Medio Ambiente, 2006). Durante el periodo 1997 - 2003 cada uno de estos tendidos fue revisado entre 10 y 72 veces en visitas distribuidas a lo largo de todas las épocas del año (Tabla 1). En cada prospección se anotó tanto el número de ejemplares de águila-azor perdicera como de otras especies de rapaces electrocutados. Sólo se consideraron aquellos casos que presentaban claros síntomas de electrocución, como quemaduras en garras, pico y plumas primarias (Ferrer *et al.*, 1991). Mediante la prueba chi cuadrado se comprobó la existencia de diferencias entre tendidos, tanto en la proporción de ejemplares de águila-azor perdicera vs ejemplares del resto de especies encontrados muertos en los tres tendidos como en la composición de especies en cada tendido (Apéndice 1). Estas tres líneas

fueron corregidas en el periodo 2004 - 2006 para evitar la electrocución de águilas-azor perdiceras (Consejería de Medio Ambiente, 2006), tras lo cual se realizaron 2 - 4 prospecciones por tendido para determinar la efectividad de la corrección.

Posteriormente se realizó una aproximación al número mínimo de ejemplares de águila-azor perdicera y otras especies de rapaces que mueren anualmente en las zonas de dispersión andaluzas por electrocución. Se recopilaron todos los casos conocidos de mortalidad de águilas-azor perdiceras en estas zonas y se extrapoló al resto de especies a partir de los resultados obtenidos en los tres tendidos de prospección intensiva (ver arriba). Para obtener los datos de mortalidad de águila-azor perdicera por electrocución se usaron dos fuentes de información. Por un lado, se registraron todos los datos de ingresos de águilas muertas o heridas en la Red de Centros de Recuperación de Especies Amenazadas de Andalucía (Junta de Andalucía), desde el año 1996 hasta 2005. Los casos de individuos heridos fueron considerados como eventos de mortalidad, ya que se supuso que en la naturaleza estos ejemplares no tendrían posibilidades de sobrevivir o, cuando menos, de integrarse con éxito de nuevo en la dinámica poblacional de la especie sin la intervención humana. Por otro lado, a lo largo del mismo periodo se prospectaron diversos tendidos eléctricos de distribución en las principales zonas de dispersión.

En total se detectaron 108 cadáveres en los tres tendidos prospectados intensivamente, 16 de águilas-azor perdiceras (el 14,8 % del total de muertes) y 92 pertenecientes a otras 15 especies de rapaces (Tabla 2; Apéndice 1). En consecuencia, por cada águila perdicera-azor electrocutada en los tres tendidos estudiados se detectaron muertos por la misma causa 5,75 (rango: 3,5 - 7,4) ejemplares de otras especies de aves de presa, siendo las más afectadas el busardo ratonero *Buteo buteo* y el búho real *Bubo bubo*, con el 23,1 % y el 18,5 % del total de muertes, respectivamente (Tabla 2; Apén-

TABLA I

Localización y características de los tres tendidos prospectados intensivamente. También se indica el número de muestreos, el periodo de estudio y el hábitat predominante en los alrededores de cada uno de los tendidos. Este hábitat caracteriza también a la totalidad de cada una de las áreas de dispersión.
 [Geographical location, number of pylons, number of surveys, study period and main surrounding habitat by each of the three intensively surveyed power lines. The surrounding habitat characterizes the whole dispersal areas.]

Localidad [Locality]	Área de dispersión [Dispersal area]	Provincia [Province]	Nº de apoyos [No. of pylons]	Nº de muestreos [No. of surveys]	Periodo de estudio [Study period]	Hábitat circundante [Surrounding habitat]
Buena Vista	El Temple	Granada	47	72	1998-2003	Matorral mediterráneo y cultivos de cereal, olivos y almendros [Mediterranean scrubs, cereal crops and olive/almond trees]
Villanueva de los Castillejos	El Andévalo	Huelva	53	16	1997-2003	Matorral mediterráneo y pastizales [Mediterranean scrubs and pasturelands]
Las Infantas	Campaña de Jaén	Jaén	86	10	1998-2003	Cultivos de cereal y olivos [Cereal crops and olive trees]

TABLA 2

Electrocuciones de águilas-azor perdiceras y otras especies de aves rapaces en los tres tendidos estudiados intensivamente. Entre paréntesis se indican los porcentajes respecto al total de rapaces.

[Total number (and percentage) of dead Bonelli's eagles and other raptors found in the three intensively surveyed power lines.]

Localidad [Locality]	<i>Hieraetus fasciatus</i>	Otras rapaces [Other raptors]	Total rapaces [Total raptors]
Buenavista	6 (22,2%)	21 (77,8%)	27
Villanueva de los Castillejos	7 (11,9%)	52 (88,1%)	59
Las Infantas	3 (13,6%)	19 (86,4%)	22
Total	16 (14,8%)	92 (85,2%)	108

dice 1). No hubo diferencias entre la proporción de águilas-azor perdiceras vs individuos de otras especies entre tendidos ($\chi^2 = 1,59$; $gl = 2$; $P > 0,05$), aunque sí en la composición total de especies ($\chi^2 = 59,4$; $gl = 30$; $P < 0,01$). Tras las correcciones efectuadas no se encontró ningún cadáver bajo los apoyos.

El número mínimo de águilas-azor perdiceras electrocutadas en zonas de dispersión andaluzas de esta especie en el periodo 1996 - 2005 fue de 65. Si asumimos que en cada una de estas áreas se electrocutan como media 5,75 rapaces por cada águila-azor perdicera electrocutada (ver arriba), el número mínimo de rapaces de otras especies de aves de presa electrocutadas en esa década en las áreas de dispersión del águila-azor perdicera en Andalucía fue de 374 (rango: 228 - 481). Esto significa una tasa de mortalidad por electrocución mínima anual media de casi 7 águilas-azor perdiceras y más de 37 ejemplares de otras especies en las zonas de dispersión del águila-azor perdicera en Andalucía.

En estudios cuyo objetivo es estimar la mortalidad de aves provocada por electrocución en líneas de conducción eléctrica hay tres factores de error fundamentales que podrían hacer no comparables los resultados entre especies, tendidos o muestreos: la pérdida de cadáveres

por carroñeros y diferencias en el tipo de hábitat y el diseño de los apoyos (Ferrer y Janss, 1999). La mayor parte de los ejemplares muestreados pertenecieron a especies de similar tamaño que el águila-azor perdicera, por lo que el efecto de la pérdida por carroñeros sería irrelevante, aunque no es de descartar que las especies de menor tamaño sufrieran una mayor tasa de desaparición y hubiesen sido detectadas con menor frecuencia. En este último caso, el ratio ofrecido de rapaces muertas por cada águila-azor perdicera significaría una estima mínima. El efecto del hábitat se controló al seleccionar tres tendidos situados en ambientes representativos del conjunto de áreas de dispersión andaluzas. Los apoyos que provocan las muertes en las áreas de dispersión de águila-azor perdicera en Andalucía tienen un diseño similar (principalmente con aisladores rígidos o con cadenas de amarre con puentes por encima; Consejería de Medio Ambiente, 2006), por lo que no cabe esperar grandes sesgos derivados del tipo de apoyos.

Nuestros resultados muestran que, en los tendidos eléctricos situados en las áreas de dispersión del águila-azor perdicera en Andalucía, la cantidad de ejemplares electrocutados de otras especies de rapaces es, como mínimo, 6 veces superior a la de las águilas-azor perdi-

ceras muertas por la misma causa, independientemente de la composición taxonómica de la comunidad de rapaces de cada lugar. Por tanto, el programa de corrección de tendidos que se desarrolla en las áreas de dispersión andaluzas de águila-azor perdicera (Consejería de Medio Ambiente, 2006) parece ser beneficioso tanto para la conservación de la propia águila-azor perdicera como de otras muchas especies de aves rapaces, algunas de las cuales mantienen delicados estados de conservación a nivel europeo (por ej., el milano real; Del Hoyo *et al.*, 1994; Tucker y Heath, 1994; Viñuela, 2004) o mundial (el águila imperial ibérica; del Hoyo *et al.*, 1994; González y Oria, 2004; Apéndice 1).

La tasa real de mortalidad por electrocución en zonas de dispersión del águila-azor perdicera en Andalucía debe ser muy superior a la cifra estimada por nosotros, ya que la mayor parte de los tendidos prospectados sólo contaron con una visita a lo largo del periodo de estudio general (10 años) y numerosos tendidos no fueron prospectados (Consejería de Medio Ambiente, 2006). Por otro lado, aunque en el presente trabajo sólo cuantificamos el efecto potencial sobre otras rapaces, durante los muestreos se observaron cadáveres de otras muchas especies de aves, especialmente córvidos, cigüeñas y otros paseriformes, por lo que el efecto positivo de la corrección de tendidos en áreas de dispersión de águila-azor perdicera sería aún más amplio. En otros trabajos que evaluaron la mortalidad de todos los taxones en tendidos con apoyos de similar estructura, las rapaces constituían sólo el 36 - 56% del total de electrocuciones (Haas, 1980; Negro, 1987; Janss y Ferrer, 1999).

Estos resultados muestran que el águila-azor perdicera puede actuar como “especie paraguas” (Noss, 1990; Caro, 2003), ya que los fondos destinados para la conservación de esta especie pueden repercutir positivamente sobre la conservación de otras muchas. En particular, la determinación y corrección de tendidos eléctricos peligrosos para el águila-azor perdicera

en sus áreas de dispersión puede evitar una gran cantidad de muertes por electrocución en aves rapaces, un grupo taxonómico globalmente amenazado (Del Hoyo *et al.*, 1994; Tucker y Heath, 1994).

SUMMARY.—An assessment was carried out on the potential effect of correcting power lines in juvenile dispersal areas of Bonelli’s eagle *Hieraetus fasciatus* in Andalusia (southern Spain) on the reduction of mortality risk in the rest of raptor species. Three power lines located in three other Andalusian dispersal areas were intensively surveyed searching for raptors killed by electrocution. A total of 108 carcasses were found, 16 of Bonelli’s eagle (ca. 15 % of the total raptor mortality) and 92 belonging to other raptor species. It is estimated that a minimum of *c.*6 individuals (range: 3.5 - 7.4) of other birds of prey were killed for each Bonelli’s eagle electrocuted, irrespective of the raptor community characterizing each dispersal area. A minimum annual mortality rate of 7 Bonelli’s eagles and 37 other raptors was estimated for the last ten years in the whole Bonelli’s eagle dispersal areas of Andalusia, although the real rate must be higher. It was concluded that the Bonelli’s eagle can be considered as an “umbrella species” as conservation funds focused on correcting dangerous power lines in the dispersal areas of this species can avoid the risk of electrocution for many other birds of prey.

AGRADECIMIENTOS.—La Red de Centros de Recuperación de Especies Amenazadas de Andalucía (Egmasa-Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía) facilitó buena parte de los datos utilizados en el presente trabajo, que no hubiera sido posible sin la valiosa colaboración de Isabel Molina, José María Gil-Sánchez y Manuel Otero. La mayoría del estudio fue efectuado en el marco del “Programa de Actuaciones para la Conservación del Águila Perdicera en Andalucía” (Egmasa-Conseje-

ría de Medio Ambiente, Junta de Andalucía) y del “Plan de Actuación para la Aplicación de Medidas Correctoras en Tendidos Eléctricos de Baja y Media Tensión para la Avifauna. Huelva” (Tragsa-Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía).

BIBLIOGRAFÍA

- BAUTISTA, J., GIL-SÁNCHEZ, J. M., MARTÍN, J., OTERO, M. y MOLEÓN, M. 2004. Las áreas de dispersión del águila real y el águila perdicera en Granada. *Quercus*, 223: 10-15.
- CARO, T. M. 2003. Umbrella species: critique and lessons from East Africa. *Animal Conservation*, 6: 171-181.
- CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE. 2006. *Programa de Actuaciones para la Conservación del Águila Perdicera en Andalucía*. Informe Técnico. Egmasa-Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. Jaén.
- DEL HOYO, J., ELLIOT, A. y SARGATALL, J. (Eds.) 1994. *Handbook of the Birds of the World. New Vultures to Guinea fowl, vol. 2*. Lynx Editions. Barcelona.
- FERRER, M. 1990. *Dispersión juvenil de la población de águilas imperiales del Parque Nacional de Doñana*. Tesis doctoral. Universidad de Sevilla. Sevilla.
- FERRER, M. y HIRALDO, F. 1992. Man-induced sex-biased mortality in the Spanish Imperial Eagle. *Biological Conservation*, 60: 57-60.
- FERRER, M., DE LA RIVA, M. y CASTROVIEJO, J. 1991. Electrocution of raptors on power lines in Southern Spain. *Journal of Field Ornithology*, 62: 54-69.
- FERRER, M. y JANSS, G.F.E. 1999. *Aves y Líneas Eléctricas*. Quercus. Madrid.
- GARZÓN, J. 1977. Birds of Prey in Spain, the present situation. En, R. D. Chancellor (Ed.): *Proceedings of a World Conference on Birds of Prey*, pp. 159-170. International Council for Bird Preservation. Vienna.
- GONZÁLEZ, L. M. y ORIA, J. 2004. Águila Imperial Ibérica, *Aquila adalberti*. En, A. Madroño, C. González y J. C. Atienza (Eds.): *Libro Rojo de las*

- Aves de España*, pp. 145-151. Dirección General para la Biodiversidad-SEO/Birdlife. Madrid.
- HAAS, D. 1980. Endangerment of our large birds by electrocution – a documentation. *Ökologie der vögel*, 2: 7-57.
- JANSS, G. F. E. y FERRER, M. 1999. La electrocución de aves en los apoyos del tendido eléctrico: experiencias europeas. En, M. Ferrer y G. F. E. Janss (Eds.): *Aves y Líneas Eléctricas*, pp. 155-174. Quercus. Madrid.
- JANSS, G. F. E. y FERRER, M. 2001. Avian electrocution mortality in relation to pole design and adjacent habitat in Spain. *Bird Conservation International*, 11: 3-12.
- MAÑOSA, S. y REAL, J. 2001. Potential negative effects of collisions with transmission lines on a Bonelli's eagle population. *Journal of Raptor Research*, 35: 247-252.
- MOLEÓN, M. 2006. Andalucía. En, J. C. Del Moral (Ed.): *El águila perdicera en España. Población en 2005 y método de censo*, pp. 24-30. SEO/Birdlife. Madrid.
- NEGRO, J. J. 1987. *Adaptación de los tendidos eléctricos al entorno*. Monografías de Alytes núm. 1. ADENEX. Mérida.
- NOSS, R. F. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation Biology*, 4: 355-364.
- REAL, J., GRANDE, J. M., MAÑOSA, S. y SÁNCHEZ-ZAPATA, J. A. 2001. Causes of death in different areas for Bonelli's Eagle *Hieraetus fasciatus* in Spain. *Bird Study*, 48: 221-228.
- TUCKER, G. M. y HEATH, M. F. 1994. *Birds in Europe: Their Conservation Status*. Birdlife International. Birdlife Conservation Series no. 3. Cambridge.
- VIÑUELA, J. 2004. Milano Real, *Milvus milvus*. En, A. Madroño, C. González y J. C. Atienza (Eds.): *Libro Rojo de las Aves de España*, pp. 120-125. Dirección General para la Biodiversidad-SEO/Birdlife. Madrid.

[Recibido: 16-04-07]

[Aceptado: 20-09-07]

APÉNDICE 1 [APPENDIX 1]

Listado de especies de rapaces encontradas muertas por electrocución en tres tendidos situados en sendas áreas de dispersión de águila-azor perdicera en Andalucía. Otras especies, como el águila imperial ibérica *Aquila adalberti*, fueron detectadas en otros tendidos no prospectados intensivamente.

[Number of electrocution casualties per species recorded in three power lines in dispersal areas of the Bonelli's eagle in Andalusia. Other species like the Spanish imperial eagle *Aquila adalberti* were detected in other non-intensively surveyed power lines.]

	Buenavista	Villanueva de los Castillejos	Las Infantas	Total
<i>Milvus migrans</i>	0	4	0	4
<i>Milvus milvus</i>	0	2	0	2
<i>Gyps fulvus</i>	0	1	0	1
<i>Aquila chrysaetos</i>	3	0	0	3
<i>Hieraaetus fasciatus</i>	6	7	3	16
<i>Hieraaetus pennatus</i>	0	7	0	7
<i>Circaetus gallicus</i>	3	3	1	7
<i>Accipiter gentilis</i>	4	0	0	4
<i>Buteo buteo</i>	1	16	8	25
<i>Circus sp.</i>	0	0	1	1
<i>Falco tinnunculus</i>	2	4	0	6
<i>Falco naumanni</i>	0	0	1	1
<i>Falco sp.</i>	0	0	3	3
<i>Tyto alba</i>	0	1	0	1
<i>Bubo bubo</i>	8	12	0	20
<i>Strix aluco</i>	0	1	0	1
<i>Athene noctua</i>	0	1	0	1
Rapaz no identificada	0	0	5	5
Total	27	59	22	108