

Dispersión juvenil y reclutamiento a la fracción adulta de juveniles de Águila-azor perdicera (*Aquila fasciata*) y Águila real (*Aquila chrysaetos*) en España

Diego Pavón^{1,3}, Pascual López-López^{1,2}, Rubén Limiñana¹, Vicente Urios¹

¹ Estación Biológica Terra Natura (CIBIO – Fundación Terra Natura) Universidad de Alicante; Apdo. 99 E – 03080; Alicante (España)

² Institut Cavanilles de Biodiversitat i Biologia Evolutiva. Universitat de València. Polígono de la Coma s/n, 46980 Paterna, Valencia, (España).

³ Correo electrónico: sorrow2@hotmail.com

RESUMEN

En este trabajo se muestran los resultados de un programa de seguimiento vía satélite de juveniles de Águila real y Águila-azor perdicera iniciado en el año 2002, en el que se comparan las diferentes estrategias durante la etapa de dispersión seguidas por ambas especies. Para ello se marcaron un total de 15 pollos de Águila real y 15 de Águila-azor perdicera procedentes de la Comunidad Valenciana, Murcia y Cataluña, mediante transmisores satelitales (PTTs) con los que se ha podido seguir, según las localizaciones del Sistema Argos y GPS, los movimientos de estas aves. En el caso del Águila-azor perdicera, se ha observado que existe un periodo de dependencia parental de entre tres y cuatro meses, con un repentino alejamiento del territorio natal durante el quinto y sexto mes para asentarse en las áreas de dispersión juvenil a partir del séptimo mes de vida. Los análisis estadísticos no muestran diferencias significativas entre los sexos, ni en la edad ni en la fecha de inicio de la dispersión. En el caso del Águila real se observa un alejamiento gradual durante el primer año, después del cual se observa un progresivo acercamiento al territorio natal en algunos individuos. En este estudio se ha confirmado por primera vez la capacidad del Águila-azor perdicera para reproducirse a gran distancia de su territorio natal, esto es, ausencia de comportamiento filopátrico, lo cual implica la existencia de flujo génico entre diferentes poblaciones de la Península Ibérica. Esto tiene importantes implicaciones en materia de conservación siendo necesario el establecimiento de medidas coordinadas a nivel interregional e internacional.

PALABRAS CLAVE: ecología, conservación, rapaces, telemetría vía satélite.

Introducción

Realizar estudios de los movimientos de las aves, tanto en migración como en dispersión, o simplemente movimientos diarios o

estacionales, es una ardua tarea, especialmente mediante el uso de la metodología tradicional basada en diferentes tipos de marcas que permiten la individualización de las aves (e.g. anillas

metálicas, anillas de PVC o marcas alares de lectura a distancia). Esto es así debido a que se necesitan un gran número de observadores para poder seguir a cada individuo y obtener un número de localizaciones mínimo para acometer cualquier estudio sin apenas sesgo. De este modo, resulta prácticamente imposible poder hacer un seguimiento detallado de los movimientos de dos especies de grandes rapaces que habitan en la Península Ibérica como son el Águila-azor *Perdicera Aquila fasciata* y el Águila Real *Aquila chrysaetos*, mediante técnicas tradicionales.

En este trabajo se pretende mostrar los primeros resultados sobre la fase más desconocida de la biología de ambas especies, la etapa de dispersión juvenil. Esta fase es crítica durante el ciclo vital de cualquier especie. El hecho de abandonar el territorio parental es determinante en la dinámica poblacional y por tanto en la pervivencia de las poblaciones (Newton 1979; Real & Mañosa 1997; Whitfield *et al.* 2004), además de ser la etapa con mayor mortalidad, muy superior a la del estado adulto (Soutullo *et al.* 2006b). Este periodo, por tanto es particularmente importante en la conservación de especies con madurez sexual retardada como es el caso del águila real y águila-azor perdicera, ya que no alcanzan ésta hasta los tres o cuatro años de edad aproximadamente.

Para intentar averiguar más a cerca de esta etapa tan crucial y, teniendo en cuenta la dificultad del seguimiento mediante marcaje tradicional, se emplearon modernos transmisores vía satélite, los cuales nos han permitido averiguar nuevos aspectos sobre la ecología y el comportamiento de estas dos especies (Urios *et al.* 2007). No obstante, el uso de transmisores satelitales para el seguimiento también tiene sus limitaciones

debido, principalmente a factores como la duración limitada de las baterías así como la obtención de localizaciones de elevada calidad con alta frecuencia (Kenward 2001).

La aplicación de las nuevas tecnologías ha permitido seguir el desarrollo de 30 individuos, 15 Águilas reales y 15 Águilas-azor perdicera, marcadas como pollos cuando aún permanecían en el nido. Esto ha permitido completar, en alguno de los casos, el seguimiento de todo el desarrollo del individuo, es decir, desde que fue marcado en el nido, a la edad de 50 días aproximadamente, hasta que el reclutamiento a la fracción adulta y asentamiento en sus territorios para completar con éxito su reproducción (Urios *et al.* 2007; Cadahía *et al.* 2008b).

El Águila-azor perdicera está catalogada en el Libro Rojo de las Aves de España, como En Peligro; EN C1 (Real 2004), por la UICN como LC (preocupación menor) (<http://www.iucnredlist.org/search/details.php/49456/summ>) y a nivel Europeo como SPEC-3 (especie vulnerable) (Tucker & Heath 1994). Esta especie presenta una distribución Paleártica, Indo-malaya y marginalmente Afro-tropical, presentando núcleos de población en la India y el Sureste asiático (Indochina) (Ferguson-Lees & Christie, 2001). En Europa presenta una distribución circunmediterránea desde la Península Ibérica hasta los países del Magreb, albergándose en la Península el 80% de la población europea (BirdLife International/EBCC 2000; Cadahía *et al.* 2008b). Actualmente la población ibérica se estima entre 730 y 800 parejas (Real 2004).

A su vez, el Águila real, más abundante que la especie anterior, está catalogada por la UICN como LC (preocupación menor) mientras que en el Libro Rojo de las Aves de España aparece como Casi Amenazada; NT C1

(Arroyo 2004). La población española está estimada entre 1440 y 1500 parejas. Esta especie se distribuye por todo el Hemisferio Norte, es decir, tiene una distribución Holártica (Del Hoyo et al. 1994). Recientemente se ha descubierto una pequeña población fuera de este ámbito, en concreto en el Sur de Etiopía (Clouet et al. 1999).

Material y métodos

En la temporada de cría de 2002 se inició un proyecto de seguimiento a largo plazo de individuos de ambas especies en la Península Ibérica. En el marco de dicho proyecto se han conseguido marcar mediante transmisores vía satélite, 15 individuos de Águila-azor perdicera y 15 individuos de Águila real. Los pollos fueron capturados a una edad aproximada de 50 días con tal de evitar una edad muy temprana que supusiera el riesgo de que los adultos abandonaran el nido al detectar la presencia humana y que el transmisor pudiera causar algún problema durante el crecimiento del pollo, ni demasiado tardía que pudiera provocar que el pollo, al acceder al nido para su marcaje, saltase de éste, evitando su posible caída al suelo quedando a merced de cualquier depredador.

Así pues, durante los cinco años de marcaje y gracias a la cooperación de los Agentes Medioambientales de cada Comunidad Autónoma (CCAA), se localizaron nidos de ambas especies en las CCAA de Cataluña, Comunidad Valenciana y la Región de Murcia, con objeto de obtener una muestra significativa de individuos a lo largo de su área de distribución en el Este de la Península Ibérica. De este modo, se localizaron nueve nidos de Águila-azor perdicera, los cuales presentaban la siguiente distribución: un nido en la Región de Murcia, donde se marcaron

dos pollos, seis nidos en la Comunidad Valenciana, donde se marcaron diez pollos y por último, dos nidos en Cataluña, donde se marcaron los otros tres individuos. En cuanto a la procedencia de los individuos marcados de Águila real, también provienen de estas tres CCAA y se marcaron durante el mismo periodo. Las localizaciones de los nidos fueron las siguientes: 11 individuos marcados en la Comunidad Valenciana, uno en Cataluña y tres en la Región de Murcia. En todos los casos, y dado a que se trata de especies protegidas, se tramitaron los permisos necesarios a nivel regional y provincial y se contó con personal especializado en el manejo de rapaces en nidos por cuenta del Ministerio de Medio Ambiente de España.

Para el marcaje de los pollos se descendió por los cortados hasta llegar al nido. Esto fue realizado por técnicos y escaladores especialistas en momentos en que los progenitores abandonaban el nido en búsqueda de alimento. De este modo, se accedía al nido, se bajaban los pollos y se procedía a su marcaje y extracción de muestras de sangre y plumas para realizar análisis genéticos para el sexado y tipado, así como la toma de datos biométricos habituales (ala, tarso, primarias, pico, envergadura y longitud total).

Los transmisores que se usaron para el marcaje fueron de varios tamaños, todos fabricados por Microwave Telemetry Inc. Así, en el caso de las Águilas reales, se usaron transmisores (PTTs) de tres tipos: cuatro aparatos PTT100s de 45gr, cinco Solar PTT100s de 50gr (uno se recuperó en el campo y se volvió a utilizar) y cinco Argos/GPS Solar PTT100s de 70gr. En cuanto a los aparatos utilizados para los individuos de Águila-azor perdicera, se utilizaron seis aparatos PTT100s de batería convencional, siete de batería solar

PTT100s y dos PTT100 de batería solar/Argos-GPS, todos de 45gr de peso. Todos estos transmisores tienen, como sugiere la bibliografía, un peso entre el 3% y el 5 % del peso del individuo para minimizar los efectos de la carga adicional que supone el llevar puesto el transmisor (Caccamise & Heding 1985; Kenward 2001).

Estos transmisores se colocaron mediante unas cintas de teflón a modo de arnés (Argos User Manual 2005) alrededor de las alas y cosidas a modo de cruz por debajo de la quilla. Con este tipo de arnés se permite al individuo tener un vuelo normal y realizar todas sus actividades vitales. Además, el teflón se va desgastando y al cabo de tres-cuatro años máximo, se suelta y el transmisor se cae, dejando libre al águila sin la carga adicional que supone transportar un emisor que ya no funciona.

Los transmisores se programaron con un ciclo de ocho horas encendido y 16 horas al día en reposo para ahorrar batería y alargar la vida útil del transmisor para poder seguir al individuo durante mayor tiempo y, al final, poder disponer de la mayor cantidad de localizaciones posibles. Para probar qué resultados daba otro tipo de programación que nos permitiera tener más datos diarios, se utilizó en algunos individuos, ciclos de 16 horas encendido y ocho en reposo.

El funcionamiento de estos transmisores satelitales se basa en el efecto Doppler. Mientras están encendidos, el transmisor es localizado por los satélites del sistema Argos, los cuales registran las coordenadas de la situación del transmisor y las almacenan. En la programación del transmisor, además de indicar cuantas horas al día debe estar encendido, también se programa cada cuanto

tiempo se desea que el Sistema Argos descargue los datos que ha recogido. Así pues, los transmisores con el primer ciclo descrito se programaron para que descargaran los datos cada cinco días, mientras que los del segundo ciclo se programaron para que lo hiciesen cada tres. Los datos son descargados, por tanto, según su programación y son enviados a un centro de recepción que los remite a un centro de procesamiento de datos, situado en Toulouse (Francia). Allí, estos datos son procesados, ordenados y puestos en forma inteligible y enviados vía TelNet, Internet, CD-ROM o papel a los investigadores del proyecto.

Aunque la tecnología que se acaba de describir es un avance importantísimo, no todos los datos proporcionados por el Sistema Argos son utilizables. Argos clasifica los datos que proporciona en siete categorías, siendo de mayor a menor fiabilidad las siguientes, a saber: LC3, LC2, LC1, LCo, LCA, LCB y LCZ (LC, del inglés, "location class"). Esta clasificación corresponde al posible error que puede llevar el dato. Por ejemplo, los datos con una LC3 pueden llevar un error de hasta 150 metros, el LC2 de hasta 300 metros y el LC1 de hasta 1000 metros. Por ello para los análisis finales, los datos con LC de baja calidad (O, A, B, Z) fueron eliminados en nuestro caso (ver Keating et al. 1991; Argos 1996; Soutullo et al. 2007).

Resultados

Después de cinco años de seguimiento de individuos de ambas especies se han registrado datos que indican una gran diferencia en sus estrategias vitales. Según los datos obtenidos mediante el seguimiento con transmisores vía satélite y el Sistema Argos, se han observado los siguientes patrones:

Águila-azor perdicera

De los 15 individuos marcados, excepto uno que murió antes de empezar a transmitir, se han seguido entre 83 días (0.23 años) y 1508 (4.13 años) (Cadahía et al. 2008a).

Se ha observado cómo los individuos juveniles de Águila-azor perdicera, una vez saltan del nido, presentan un comportamiento denominado de tipo “excursionista”, caracterizado por hacer tímidas incursiones a territorios alejados del parental (de hasta 20-30Km), pero retornando a éste para la obtención de comida. El periodo de dependencia en esta especie, según los datos obtenidos en los análisis, se puede establecer entre tres y cuatro meses (Cadahía et al. 2005, 2008a).

Se ha considerado que el inicio de la dispersión empieza entre el quinto y sexto mes en hembras ($X = 16$ Agosto ± 22.8 días, $n=10$) y el sexto en machos ($X = 1$ Septiembre ± 22.5 días; $n=4$) (Cadahía et al. 2005, 2008a). No obstante, el análisis estadístico indica que no existen diferencias significativas ni entre ambos sexos ni en la fecha del inicio de la dispersión (Cadahía et al. 2008a). Además también se pudo ver, con los datos en bruto, que las hembras comenzaban la dispersión siendo más jóvenes que los machos ($X_{\text{hembras}} = 143.9 \pm 14.8$ días; $n=10$; $X_{\text{machos}} = 158.5 \pm 13.5$ días; $n=4$). Tampoco en este caso resultó estadísticamente significativa la diferencia.

Una vez recorrido distancias variables según los diferentes individuos, suelen asentarse en el séptimo mes en zonas determinadas conocidas como áreas de dispersión juvenil, en las que suele haber una alta densidad de juveniles de ésta y otras especies (Cadahía et al. 2005). La distancia máxima recorrida por los individuos es otra característica de la dispersión que pudo ser recogida gracias a los transmisores satelitales y tampoco mostró

diferencias estadísticas significativa entre los sexos (machos = 443 ± 112 Km; $n=4$; hembras = 366 ± 221 Km; $n=10$). Algunos individuos incluso utilizaron más de un área de dispersión (seis machos y una hembra) y también se han registrado algunos retornos puntuales al territorio paterno, aspectos no descritos previamente para esta especie.

Una característica más que nos permitieron averiguar los transmisores vía satélite son los movimientos diarios de tal forma que se puede conocer a qué horas están más activos los ejemplares y cuánta distancia pueden recorrer durante los periodos de actividad. De este modo se ha observado que la distancia media que recorren (84% del tiempo medido) es inferior a 5Km en una hora, aunque se han dado casos excepcionales de hasta 50 Km. Además se ha comprobado que en un día no suelen recorrer más de 20 Km de media, una vez están asentadas en las áreas de reclutamiento (70% del tiempo medido).

En estas áreas de dispersión también se ha comprobado que no existe diferencia significativa entre sexos en cuanto a la superficie utilizada ($X_{\text{machos}} = 5591 \pm 3657$ Km²; $X_{\text{hembras}} = 3062 \pm 3048$ Km²).

Águila real

El comportamiento registrado en juveniles de Águila real difirió del observado en juveniles de Águila-azor perdicera. Según se ha podido comprobar en los individuos marcados, existe un alejamiento progresivo de los juveniles durante los primeros meses de vida. Así pues, se pueden diferenciar, de modo aproximativo, cuatro fases en dicha dispersión: (1) durante los dos primeros meses de vida, los juveniles no se alejan más allá de los dos kilómetros del nido donde nacieron; (2) alrededor del tercer mes, se alejan un poco más llegando a una distancia de 6-7Km; (3)

sobre el octavo mes de vida los individuos pueden alcanzar una distancia máxima de 35 Km de distancia al nido y por último, (4) alrededor del año de vida, alcanzan distancias entre 80 y 100 Km de distancia (en algunos casos incluso algunos centenares de Km). A partir del año de edad, comienzan a acercarse de nuevo al territorio paterno, reduciendo cada vez más el territorio que prospectan cada día, pareciendo centrarse en determinadas zonas como son territorios de cría de conespecíficos y áreas con gran abundancia de presas.

En el caso del Águila real, y al igual que ocurría con el Águila-azor perdicera, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre sexos en cuanto a la velocidad en que se alejaban del nido, ni en el comienzo de la dispersión ($X_{\text{machos}} = 329 \pm 32$ días; $X_{\text{hembras}} = 312 \pm 20$ días)(Soutullo et al. 2006a). En el caso del Águila real, se encontraron diferencias significativas en la distancia máxima recorrida entre sexos, ya que fue considerablemente mayor en hembras ($X_{\text{hembras}} = 138.5 \pm 44.5$ Km) que en machos ($X_{\text{machos}} = 70.5 \pm 14$ Km). Además, el aumento en el área de campeo era progresivo, siendo más o menos constante entre los meses, por lo que no se encontraron diferencias significativas ($F_{1,3} = 0.08$, $P=0.80$), como tampoco las hubo en el aumento mensual entre los sexos ($F_{1,4} = 1.72$, $P=0.26$).

Otro aspecto que se comprobó fue que las hembras recorrieron, al final de su primer año de vida una superficie mayor que los machos (hembras = 10620 ± 7451 Km²; machos = 3713 ± 2586 Km²). No obstante, las diferencias no fueron estadísticamente significativas (Soutullo et al. 2006b).

Seguimientos completos

Durante la temporada de cría de 2002, se marcó en el Dessert de les Palmes (Castellón) un pollo de Águila-azor perdicera a la edad de 50 días, iniciándose el 9 de Mayo el seguimiento de la que sería la primera Águila-azor perdicera seguida durante toda su etapa de dispersión juvenil en España. Como se pudo comprobar a lo largo de los cuatro años de seguimiento, Natura, que es como fue nombrada, recorrió multitud de lugares antes de decidirse por uno donde asentarse y anidar. Este lugar fue encontrado lejos del nido donde nació en Castellón, concretamente al Oeste de la Provincia de Toledo. Esta joven hembra fracasó en su primer intento de cría en 2006, con un huevo que no llegó a eclosionar, pero culminó su desarrollo al año siguiente, en primavera de 2007 donde puso dos huevos, de uno de los cuales nació un pollo que logró volar del nido con éxito. Durante los cuatro años en que se completó su madurez, Natura divagó por seis CCAA de la Península Ibérica (Comunidad Valenciana, Aragón, Castilla y León, Madrid, Extremadura y Castilla-La Mancha), recorriendo un total de 9241 Km en 1395 días, y estableciendo su territorio adulto a casi 500 Km de distancia del lugar donde nació.

Asimismo, mediante la misma técnica de telemetría vía satélite, se consiguió marcar y seguir con éxito toda la etapa de dispersión juvenil y reclutamiento a la fracción adulta de un Águila real, que se marcó en la Sierra de Salinas (Alicante) estando aún en el nido. Este pollo fue marcado en Junio de 2004 y se siguió hasta que encontró pareja y se asentó, en la Sierra del Maigmo (Alicante), a escasos 26 Km de distancia del territorio natal. Así pues, Salinas, que así se llamó a este individuo, no se alejó a diferencia de Natura, durante sus exploraciones en busca de un territorio

adecuado para nidificar, a más de 130 Km de distancia del territorio de los progenitores en los 1191 días que tardó en asentarse. Salinas se emparejó en 2007 con una hembra subadulta y logró reproducirse con éxito en su primer intento de cría, sacando dos pollos adelante.

Discusión

Durante estos cinco años se han obtenido miles de datos de localizaciones vía satélite. Esto nos ha permitido obtener cierta experiencia en lo que respecta al marcaje y seguimiento de rapaces mediante telemetría satelital, y ha servido para comprobar el enorme potencial que tiene esta técnica. Una de las principales ventajas del método es que los transmisores satelitales permiten obtener varias localizaciones diarias de cada individuo, a diferencia de otras técnicas de seguimiento convencionales (Soutullo et al. 2006b). No obstante, esta técnica no es perfecta y el uso de los transmisores vía satélite tiene sus inconvenientes como por ejemplo la ausencia de información sobre lo que está haciendo en el momento de la localización cada individuo. Las ventajas han quedado claras a lo largo de este trabajo, pero a modo de recapitulación se puede decir que el uso de esta técnica nos aproxima bastante, o por lo menos más que las tradicionales, a conocer uno de los aspectos más desconocidos, más interesantes y más críticos en la vida de los juveniles de aves rapaces (Águila-azor perdicera y Águila real, en nuestro caso) que es la dispersión juvenil (Cadahía et al. 2008b) y el posterior reclutamiento en la población adulta, ya como reproductores. Además, no sólo es crítica a nivel individual, sino a nivel poblacional, ya que esta fase repercute directamente en el devenir de la dinámica y tendencias poblacionales (Soutullo et al. 2006b). Con este seguimiento se ha podido comprobar el comportamiento tan dispar entre estas dos

especies, las cuales siguen estrategias opuestas. Se sabe que la dispersión está afectada por varios factores entre los cuales se encuentran la disponibilidad de alimento, el sexo o la presencia de conespecíficos (Soutullo et al. 2006). Se ha podido comprobar cómo la dispersión se realiza de diferente forma en cada especie: mientras el Águila-azor perdicera muestra un comportamiento más “errático”, utiliza áreas de dispersión juvenil y se aleja de forma abrupta del territorio paterno en busca de un lugar apto para reproducirse, el Águila real muestra un comportamiento más filopátrico y menos dispersivo, alejándose durante el primer año muy poco a poco de forma paulatina para después retornar al área dónde nació como sucedió en el caso de algunos individuos.

Los resultados obtenidos son de gran importancia de cara a establecer estrategias de conservación adecuadas para estas especies. Consideramos que la gestión de ambas especies debería ser llevada a cabo utilizando como marco de referencia la escala peninsular, mediante el consenso entre las diferentes CCAA e incluso entre los Ministerios con competencias ambientales en España y Portugal. Gracias al uso de este sistema de seguimiento, hemos podido delimitar áreas de dispersión juvenil en las que los juveniles de esta especie, compartidas incluso con otras como la muy amenazada Águila imperial ibérica *Aquila adalberti*, se concentran hasta completar dicha fase. Por tanto se considera necesaria una acción conjunta (nacional e internacional) para poder proteger dichas zonas. Además, el hecho de observar flujo de individuos, y por tanto de genes, entre diferentes poblaciones tiene gran importancia desde el punto de vista de la dinámica poblacional, gestión y conservación de la especie, ya que declives en las poblaciones denominadas “fuente”, esto es, excedentarias

en la producción de ejemplares, puede tener consecuencias en lugares alejados, gestionados por administraciones diferentes (Soutullo et al 2008a), haciendo ineficaces medidas de conservación emprendidas a nivel local en estas poblaciones receptoras de ejemplares o poblaciones “sumidero”.

Los resultados expuestos a lo largo de estas páginas nos muestran cómo se ha avanzado un poco más en el conocimiento de algunos aspectos más desconocidos de la biología, ecología y etología de estas dos especies. Estos conocimientos nos ayudarán a perfeccionar y ajustar las medidas de conservación y gestión, tanto de ellas como de sus hábitats. No obstante cabría continuar con programas de seguimiento de individuos juveniles de ambas especies, ya que evidentemente por lo limitado de nuestro tamaño muestral debido al elevado coste económico que comporta realizar el seguimiento vía satélite, las conclusiones que mostramos en este trabajo aún podrían ser completadas y mejoradas en el futuro.

Agradecimientos

La Fundación Terra Natura financió el proyecto. El marcado de los individuos ha sido posible gracias a la colaboración de las consejerías de Medio Ambiente de la Comunidad Valenciana, Murcia, Cataluña, Ministerio de Medio Ambiente, así como a las universidades de Barcelona, Miguel Hernández de Elche e ICRA de Tarragona. Nuestro agradecimiento también al personal de los centros de recuperación de fauna de Castilla La Mancha y de Valencia, y a todos los agentes medioambientales que asistieron en las visitas de campo y aportaron valiosa información sobre la especie, así como todas aquellas entidades y personas que aportaron

muestras para el estudio genético. P. López-López es becario FPU del Ministerio de Ciencia e Innovación (referencia AP2005-874).

Referencias

- Arroyo, B.** 2004. Águila real, *Aquila chrysaetos*. En: Madroño A, González C, Atienza JC (eds) *Red Book of the Birds of Spain*. Dirección General para la Conservación de la Biodiversidad-SEO/BirdLife, Madrid, Spain, pp. 151-153.
- Caccamisse, D.F., & Hedin, R.S.** 1985. An aerodynamic basis for selecting transmitter loads in birds. *Wilson Bulletin*, 97: 306-318.
- Cadahía, L., Urios, V. & Negro J.J.** 2005. Survival and movements of satellite-tracked Bonelli's eagle *Hieraetus fasciatus* during their first winter. *Ibis*, 147: 415-419.
- Cadahía, L., López-López, P., Negro, J.J. & Urios, V.** 2008a. Estimating the onset of dispersal in endangered Bonelli's Eagle *Hieraetus fasciatus* tracked by satellite telemetry: a comparison among methods. *Ibis*, 150: 416-420.
- Cadahía, L., López-López, P., Urios, V., Negro J.J., & Soutullo, A.** 2008b. Águila-azor perdicera: hacia una estrategia de conservación global. *Quercus*, 264: 12-17.
- Del Hoyo, J., Elliot, A. & Sargatal, J.** 1994. *Handbook of the birds of the world. Vol.2 New world vultures to guineafowls*. Barcelona, Spain: Lynx Editions.
- Ferguson-Lees, J. & Christie, D.A.** 2001. *Raptors: Birds of Prey of the World*. A and C Black Pub., Ltd., London, United Kingdom
- IUCN.** 2008. Disponible en: <http://www.iucnredlist.org/search/details.php/49456/summ>
- Keating, K.A., Brewster, W.G. & Key, C.H.** 1991. Satellite telemetry: performance of animal-tracking systems. *Journal of Wildlife Management*, 55: 160-171.
- Kenward, R.E.** 2001. *A manual for wildlife radio tagging*. Academic press, London.
- Microwave Telemetry Inc.** 2005. *Argos User Manual*. Microwave Telemetry Inc. Columbia, Maryland, USA.

- Newton, I.** 1979. *Population ecology of raptors*. T&AD Poyser. Berkhamstead, UK.
- Real, J. & Mañosa, S.** 1997. Demography and conservation of western European Bonelli's Eagles *Hieraaetus fasciatus* populations. *Biological Conservation*, 79: 59-66.
- Real, J.** 2004. Águila-azor perdicera, *Hieraaetus fasciatus*. En: Madroño A, González C. & Atienza JC (eds). *Red Book of the Birds of Spain. Libro Rojo de las Aves de España*. Dirección General para la Biodiversidad-SEO/Birdlife. Madrid.
- Soutullo, A., Urios, V., Ferrer, M. & Peñarrubia, S.** 2006a. Post fledglings behaviour in Golden Eagles *Aquila chrysaetos*: onset of juvenile dispersal and progressive distancing from the nest. *Ibis*, 148: 307-312.
- Soutullo, A., Urios, V., Ferrer, M. & Peñarrubia, S.** 2006b. Dispersal of Golden Eagles *Aquila chrysaetos* during their first year of life. *Bird Study*, 53, 258-264.
- Soutullo, A., Cadahía, L., Urios, V., Ferrer, M. & Negro, J.J.** 2007. Accuracy of lightweight satellite telemetry: a case study in the Iberian Peninsula. *Journal of Wildlife Management*, 71: 1010-1015.
- Soutullo, A., López-López, P. & Urios, V.** 2008a. Incorporating spatial structure and stochasticity in endangered Bonelli's eagle's population models: implications for conservation and management. *Biological Conservation*, 141: 1013-1020
- Soutullo, A., Urios, V., Ferrer, M., & López-López, P.** 2008b. Habitat use by juvenile Golden Eagles in Spain. *Bird Study*, 55:236-240.
- Tucker, G.M. & Heath, M.F.** 1997. *Birds in Europe: Their conservation status*. BirdLife International.
- Urios, V., Soutullo, Á., López-López, P., Cadahía, L., Limiñana, R. & Ferrer, M.** 2007. The first case of a successful breeding of a Golden Eagle *Aquila chrysaetos* tracked from birth by satellite telemetry. *Acta Ornithologica*, 42: 205-209.
- Whitfield, D.P., Fielding, A.H., McLeod, D.R.A. & Haworth, P.F.** 2004. The effects of persecution on age of breeding and territory occupation in golden eagles in Scotland. *Biological Conservation*, 118: 249-259.

Title *Dispersal and recruitment to the breeding population of Bonelli's eagle Aquila fasciata and Golden eagle Aquila chrysaetos' juveniles in Spain.*

Abstract Here we show the results of a satellite tracking program of Golden eagle and Bonelli's eagle's juveniles started in Spain in 2002. Different strategies during juvenile dispersal are compared between both species. Fifteen Golden eagle and 15 Bonelli's eagle's juveniles were tracked using platform transmitters terminals (PTTs) and satellite telemetry. Nestlings were tagged in the Autonomous regions of Valencia, Murcia and Catalonia (Spain). For data reception both the Argos and GPS systems were used to track animal movements. In the case of Bonelli's eagle there is a dependence period ranging from three to four months, followed by a sudden increase in the distance from the natal territory during the fifth and sixth month. The settlement in the juvenile dispersal areas occurred at the seventh month. We did not find statistical differences between sexes, regarding to age and timing of the onset of dispersal. In the case of Golden eagles we observed a progressive increase in the distance from the natal territory during the first year, followed by a gradual approach to natal territories for some individuals. This is the first documented case of recruitment for Bonelli's eagle far away from the natal territory. This shows a non-phylopatric behaviour, thus implicating the existence of gene flow among the different Bonelli's eagle's populations in the Iberian Peninsula. This has important conservation implications, making necessary the establishment of coordinated actions both at an interregional and international level.

Key Words: conservation, ecology, raptors, satellite telemetry.

Títol *Dispersió juvenil i reclutament a la fracció adulta de juvenils d'Àguila reial Aquila chrysaetos i Àguila de panxa blanca Aquila fasciata a Espanya.*

Resum En aquest treball es mostren els resultats d'un programa de seguiment via satèl·lit de juvenils d'Àguila reial i Àguila de panxa blanca iniciat a l'any 2002, en el qual es comparen les diferents estratègies durant l'etapa de dispersió de ambdues espècies. Per això es marcaren un total de 15 pollets d'Àguila reial i 15 d'Àguila de panxa blanca procedents de la Comunitat Valenciana, Múrcia i Catalunya, mitjançant emissors satel·litals (PTTs) amb els quals s'ha pogut seguir, segons les localitzacions del Sistema Argos i GPS, els moviments d'aquestes aus. Per al cas de l'Àguila de panxa blanca, s'ha observat l'existència d'un període de dependència de entre tres i quatre mesos, tot seguit d'un sobtat allunyament del territori natal durant el cinquè i sisè mes per assentar-se a les àrees de dispersió juvenil a partir del

setè mes de vida. Les anàlisis estadístiques no mostraren diferències significatives entre els sexes, ni en l'edat ni en el temps d'inici de la dispersió. Per al cas de l'Àguila reial s'observa un allunyament gradual durant el primer any, després del qual s'observa un progressiu apropament al territori natal en alguns individus. Amb totes aquestes dades es confirma per primera vegada la capacitat de l'Àguila de panxa blanca per a reproduir-se a gran distància del seu territori natal, es a dir, absència de comportament filopàtric, la qual cosa implica l'existència de flux gènic entre diferents poblacions de la Península Ibèrica. Açò té importants implicacions en matèria de conservació fent necessari l'establiment de mesures coordinades a nivell interregional i internacional.

Paraules clau: conservació, ecologia, rapinyaires, telemetria satel·lital.

Recibido: 15/01/2009; Aceptado: 23/02/2009