

**Supervivencia, movimientos y selección del hábitat de los juveniles de pico mediano en el Parque Natural de Izki**



**Hugo Robles Díez  
Carlos Ciudad Trilla  
Zeno Porro**





# Supervivencia, movimientos y selección del hábitat de los juveniles de pico mediano en el Parque Natural de Izki

- Informe científico-técnico 2019 -

## AUTORES:

Hugo Robles <sup>a</sup>

Carlos Ciudad <sup>b</sup>

Zeno Porro <sup>c</sup>

<sup>a</sup> *Evolutionary Ecology Group (EVECO), Universidad de Amberes*

<sup>b</sup> *Departamento de Biodiversidad y Gestión Ambiental, Universidad de León*

<sup>c</sup> *Universidad de Pavia*

## CONTRIBUCIÓN AL TRABAJO REALIZADO:

### *Elaboración del informe:*

Robles, Hugo

Ciudad, Carlos

Porro, Zeno

### *Coordinación científica:*

Robles, Hugo

### *Coordinación técnica:*

Fernández-García, José María

Rubines, Jonathan

### *Trabajo de campo:*

Ciudad, Carlos

Fernández-García, José María

López de Luzuriaga, Javier (Natouring SL)

Robles, Chano

Servicio de Vigilancia del Parque Natural de Izki (Eneko Alonso, Aitor Ibáñez de Maeztu, Lidia Lacha y Arantza Puente)

### *Sexado molecular:*

Servicio de Apoyo a la Investigación (Universidad de A Coruña)

Vila, Marta (Universidad de A Coruña)



Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER)

**Interreg**  
POCTEFA



**Este informe ha sido elaborado en el marco de la acción 3.3  
del proyecto Interreg POCTEFA – Habios:  
“EFA 079/15 Habios – Preservar y gestionar los hábitats de la  
avifauna bio-indicadora de los Pirineos”**

El proyecto ha sido cofinanciado al 65% por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) a través del Programa Interreg V-A España-Francia-Andorra (POCTEFA 2014-2020). El objetivo del POCTEFA es reforzar la integración económica y social de la zona fronteriza España-Francia-Andorra. Su ayuda se concentra en el desarrollo de actividades económicas, sociales y medioambientales transfronterizas a través de estrategias conjuntas a favor del desarrollo territorial sostenible.



Socio beneficiario:



Beneficiario asociado:



# ÍNDICE

<b>RESUMEN/ABSTRACT</b> .....	5
<b>1) INTRODUCCIÓN</b> .....	9
1.1. La población de pico mediano de Izki .....	10
1.2. Justificación y objetivos del estudio.....	11
<b>2) MÉTODOS</b> .....	13
2.1. Área de estudio .....	14
2.2. Captura, marcaje y seguimiento telemétrico de los juveniles .....	16
2.3. Caracterización de los estados comportamentales de los juveniles.....	17
2.4. Uso y selección de hábitat .....	18
<b>3) RESULTADOS</b> .....	20
3.1. Supervivencia.....	21
3.2. Movimientos.....	22
3.3. Uso y selección del hábitat de los juveniles.....	23
3.3.1. <i>Uso y selección del hábitat durante el periodo previo a la emigración permanente</i> .....	23
3.3.2. <i>Uso y selección del hábitat durante el periodo de transferencia o emigración permanente</i> .....	23
3.3.3. <i>Uso y selección del hábitat durante el periodo posterior a la transferencia o emigración permanente</i> .....	24
<b>4) DISCUSIÓN</b> .....	26
4.1. Supervivencia .....	27
4.2. Movimientos y dispersión .....	28
4.3. Uso y selección del hábitat .....	29
4.4. Implicaciones de gestión para la conservación .....	31
<b>5) LITERATURA ORIENTATIVA</b> .....	33
<b>6) ANEXO I</b> .....	39
<b>7) ANEXO II</b> .....	42
<b>8) ANEXO III</b> .....	51

## RESUMEN

La conservación efectiva de las poblaciones requiere de un conocimiento detallado de los requerimientos de los organismos a lo largo de su ciclo vital. Especialmente en aves y otros vertebrados, los juveniles son muy sensibles a cambios ambientales, pero también de vital importancia como dispersantes, promoviendo el flujo génico y la renovación poblacional. En este informe proveemos uno de los escasos estudios de seguimiento telemétrico de aves juveniles de pequeño tamaño en Europa. En particular, mediante radioseguimiento VHF de los juveniles de pico mediano en el Parque Natural de Izki (Álava, País Vasco), el objetivo ha sido mejorar el conocimiento de la población para establecer medidas de gestión adecuadas para su conservación.

La supervivencia aparente de los juveniles de pico mediano en Izki durante el periodo de dependencia previo a la emigración permanente fue del 41,7%. La supervivencia aparente se redujo al 25% al considerar los tres primeros meses posteriores al vuelo, lo que incluyó parte de la dispersión natal. Estos valores coinciden con la baja supervivencia observada para el pico mediano en la Cordillera Cantábrica (35,9% y 30,8%). En concordancia con lo observado para otras aves altriciales de pequeño tamaño, la baja supervivencia aparente del pico mediano en las primeras semanas posteriores al primer vuelo apoya la hipótesis de que este periodo es crítico en su ciclo vital. También en concordancia con otras aves altriciales, incluida el pico mediano en la Cordillera Cantábrica, los juveniles más pesados tuvieron mayores probabilidades de sobrevivir que los individuos más ligeros, lo que podría conferir a los juveniles pesados de cierta ventaja frente a los riesgos de depredación y/o inanición. Además, la supervivencia mínima aparente de los juveniles en el periodo de dependencia fue considerablemente inferior en 2017 (31,6%) que en 2018 (52,9%), lo que sugiere una fuerte influencia de la estocasticidad ambiental sobre la demografía de las aves.

Después de pasar de dos a cuatro semanas alrededor del área natal, los juveniles iniciaron la dispersión (emigración permanente) mediante un cambio brusco en el comportamiento que llevó a las aves a moverse lejos del área natal (de cientos de metros hasta 12 kilómetros) en un periodo de uno o unos pocos días y a gran velocidad. En ocasiones la emigración permanente estuvo precedida de excursiones ('forays') con retorno al área natal. Este patrón de dispersión repentino a modo de

salto rápido ('jump'), precedido ocasionalmente de excursiones extra-natales, coincide con lo observado en los escasos estudios detallados de movimientos en aves de pequeño tamaño. Hipotéticamente, la dispersión rápida y a modo de salto puede ser un mecanismo comportamental para escapar de los riesgos de permanecer en el área natal (alta mortalidad, alta competencia intraespecífica, etc.) y al mismo tiempo para reducir los costes elevados de moverse en ambientes no familiares (baja disponibilidad de alimento, alta probabilidad de depredación, etc.).

Los juveniles usaron mayoritariamente los marojales, tanto en el periodo de pre-emigración a lrededor del área natal, como en el periodo de transferencia y durante su asentamiento o exploración local posteriores a la transferencia. Esto refuerza la idea de que el pico mediano en Izki puede ser un **super-especialista de hábitat fuertemente asociado al roble marojo** durante buena parte de su ciclo vital. Sin embargo, los juveniles no mostraron una selección positiva por el marojal durante el periodo pre-emigratorio y de transferencia, pero sí durante el asentamiento y/o exploración posterior, tal vez por la alta disponibilidad de marojal en los primeros periodos.

Estos resultados tienen **implicaciones para la conservación** del pico mediano:

- i) – El elevado uso del marojal por los juveniles refuerza, aún más si cabe, la importancia de conservar este tipo de bosque en Izki. Tampoco podemos obviar el uso relativamente elevado de los bosques mixtos de frondosas, mayoritariamente bosques de ribera, en el periodo previo a la dispersión.
- ii) – La dispersión de algunos juveniles más allá de los límites del Parque Natural de Izki sugiere un posible intercambio de individuos con áreas próximas. Como consecuencia, los planes de gestión para la conservación de la población de Izki pueden requerir la inclusión de áreas considerablemente más extensas que las áreas actualmente incluidas en el Parque.
- iii) – Recomendamos la ampliación de los estudios sobre distribución, abundancia, demografía y dispersión del pico mediano a áreas adyacentes de Álava, Treviño y Navarra con el fin de conocer su influencia en la población del Parque de Izki, lo que además permitiría establecer medidas de gestión y conservación para el conjunto de la población.

## ABSTRACT

Effective actions for population conservation require of a detailed knowledge of the requirements of the organisms throughout their life cycle. Particularly in birds and other vertebrates, juveniles are very sensitive to environmental changes, but they play a critical role as dispersers by promoting gene flow and population turnover. In this report we provide one of the scarce studies on telemetry of juveniles in small birds in Europe. In particular, by VHF-tracking of juvenile middle spotted woodpeckers in Izki Natural Park (Álava, Basque Country), the aim is to improve our understanding of the population to establish adequate management actions for conservation.

The minimum apparent survival of juvenile woodpeckers in Izki during the dependence period previous to permanent emigration was 41,7%. Apparent survival was reduced to 25% when considering the first three months after fledging, which included part of natal dispersal. These values match the low survival observed for the middle spotted woodpecker in the Cantabrian Mountains (35,9% and 30,8%). In agreement with the observations in other small-sized altricial birds, the low apparent survival of the middle spotted woodpecker in the first weeks after fledging supports the hypothesis that this is a critical period in the life cycle. Also in agreement with other altricial birds, included the middle spotted woodpecker in the Cantabrian Mountains, heavier juveniles were more likely to survive that lighter juveniles, which suggests certain advantage for heavy individuals to confront predation and/or inanition risks. Moreover, the minimum apparent survival of juveniles in the dependence period was considerably lower in 2017 (31.6%) than in 2018 (52,9%), which suggests a strong influence of environmental stochasticity on avian demography.

After two to four weeks around the natal area, the juveniles initiated dispersal (permanent emigration) by a sharp change in behaviour that led birds to move away from the natal area (from hundreds meters up to 12 kilometres) in one or a few days and at a high velocity. Occasionally, permanent emigration was preceded by forays returning to the natal area. This dispersal pattern as a sudden 'jump' sometimes preceded by forays matches the scarce studies on detailed movements of small size birds. Hypothetically, this sudden-jump dispersal pattern may be a behavioural mechanism to escape the risks of staying in the natal area (high mortality, high

intraspecific competition, etc.) and at the same time to reduce the high costs of moving through unfamiliar environments (low food availability, high predation probability, etc.).

Juveniles mostly used Pyrenean oak forest in the pre-emigration period around the natal area as well as during the transfer and posterior settlement or local exploration. This reinforces the idea that the middle spotted woodpecker in Izki may be a **super-specialist strongly associated with Pyrenean oak** during a long portion of its life cycle. However, the juveniles did not show a strong positive selection for the Pyrenean oak forest during pre-emigration and transfer periods, but they did during the posterior settlement and/or local exploration, perhaps because of the high availability of Pyrenean oak forest during the first periods.

These results have **implications for the conservation** of the middle spotted woodpecker:

- i) – The high use of the Pyrenean oak forest by juveniles reinforces, even more, the importance of preserving this type of forest in Izki. Neither can we neglect the high relative use of mixed deciduous forests, mainly riverside forests, in the pre-emigration period.
- ii) – The dispersal of some juveniles further away from the boundary of Izki Natural Park suggests a possible exchange of individuals with nearby areas. Consequently, management plans for the conservation of the Izki population may require the inclusion of areas considerably larger than the current areas included in the Park.
- iii) – We recommend the increase of studies on the distribution, abundance and dispersal of the middle spotted woodpecker to nearby areas in Álava, Treviño and Navarra to know their influence on the population of the Izki Park, which in addition would allow to establish management and conservation actions for the whole population.



---

# INTRODUCCIÓN

---

### 1.1. La población de pico mediano de Izki

Distribuido por el Paleártico Occidental, el pico mediano (*Dendrocoptes medius*) es un especialista forestal asociado al arbolado caducifolio maduro de corteza rugosa (Pasinelli 2003). La población del Parque Natural de Izki se localiza, junto a otras poblaciones del norte ibérico, en el límite suroccidental del rango de distribución de la especie (Onrubia *et al.* 2003; figura 1). La importancia de la población de Izki radica tanto en su tamaño, compuesta por más de 300 territorios, como por su localización estratégica en la zona de transición entre la Cordillera Cantábrica y los Pirineos, lo que puede hacer de ella el nexo entre las poblaciones centroeuropeas e ibéricas occidentales (Onrubia *et al.* 2003, Ciudad & Robles 2013, Robles & Ciudad 2015).



**Figura 1.** Mapa de distribución del pico mediano en la Península Ibérica (modificado de Onrubia *et al.* 2003). En rojo cuadrículas de 10 x 10 km con presencia probable o segura y en naranja cuadrículas con presencia posible (no detectada en los últimos censos realizados; García-Fernández *et al.* 2002, Sánchez-Corominas *et al.* 2009).

Puesto que el pico mediano está fuertemente especializado en la búsqueda de alimento en los árboles caducifolios de corteza rugosa, principalmente robles (Pettersson 1983, Pasinelli & Hegelbach 1997, Pasinelli 2000, Robles *et al.* 2007a), no es

de extrañar que en el Parque de Izki estas aves busquen a alimento mayoritariamente en marojos (*Quercus pyrenaica*) y, en menor medida, sobre otros árboles deciduos de gran tamaño (Ciudad & Robles 2013). De hecho, las mayores densidades de territorios en Izki se encuentran en las áreas con mayores abundancias de robles, hayas (*Fagus sylvatica*) y chopos (*Populus spp.*) de gran diámetro basal (DBH  $\geq$  36 cm) (Ciudad & Robles 2013).

## 1.2. Justificación y objetivos del estudio

Este informe científico-técnico se encuentra enmarcado en la acción 3.3 del proyecto Interreg POCTEFA – Habios: “EFA 079/15 Preservar y gestionar los hábitats de la avifauna bio-indicadora de los Pirineos”, cofinanciado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) y gestionado, entre otras entidades, por la Fundación Hazi con la Diputación Foral de Álava como beneficiario asociado. Uno de los objetivos del proyecto es probar el uso de nuevas tecnologías para el seguimiento de las aves forestales, entre las que se encuentra el pico mediano por su sensibilidad a las acciones de gestión forestal (para más información véase <https://www.habios.eu/>).

Aunque el uso de emisores para el seguimiento individualizado a través de telemetría, tales como los emisores de radio VHF o los emisores GPS, han sido y están siendo utilizados frecuentemente para el monitoreo de aves adultas, su uso en individuos juveniles sigue siendo muy limitado, especialmente en aves de pequeño tamaño. Sin embargo, los juveniles son, habitualmente, más sensibles a los cambios ambientales producidos por el hombre que los adultos, por lo que nuestra comprensión de la influencia humana sobre las aves es muy limitada. Además, en la mayoría de los casos los juveniles son los individuos que se dispersan con más frecuencia y a mayores distancias, lo que hace que sean clave en el flujo génico y la renovación poblacional. De hecho, frente a fuertes perturbaciones antrópicas, tales como cambios drásticos en los usos de suelo que fragmenten los hábitats naturales o frente al cambio climático, son los juveniles, a través de la dispersión y transferencia genética, los individuos que pueden amortiguar o rescatar genética y/o demográficamente a las poblaciones.

En este estudio pretendemos usar técnicas de radioseguimiento VHF de los juveniles de pico mediano en el Parque Natural de Izki para mejorar nuestra comprensión de las decisiones de uso del hábitat a lo largo del ciclo vital de las aves. Los objetivos específicos son:

1. Estimar la supervivencia de los juveniles en el periodo crítico que cubre el abandono de los nidos, así como los movimientos dispersivos de transferencia más allá del área natal y el periodo de exploración y asentamiento posterior.
2. Determinar el momento y las distancias de dispersión (emigración permanente) fuera del área natal.
3. Evaluar el uso y la selección de los tipos de vegetación por los juveniles de pico mediano.
4. En base al conocimiento recogido en los dos objetivos anteriores, indicar medidas de gestión para la conservación del pico mediano en Izki.

---

## MÉTODOS

---



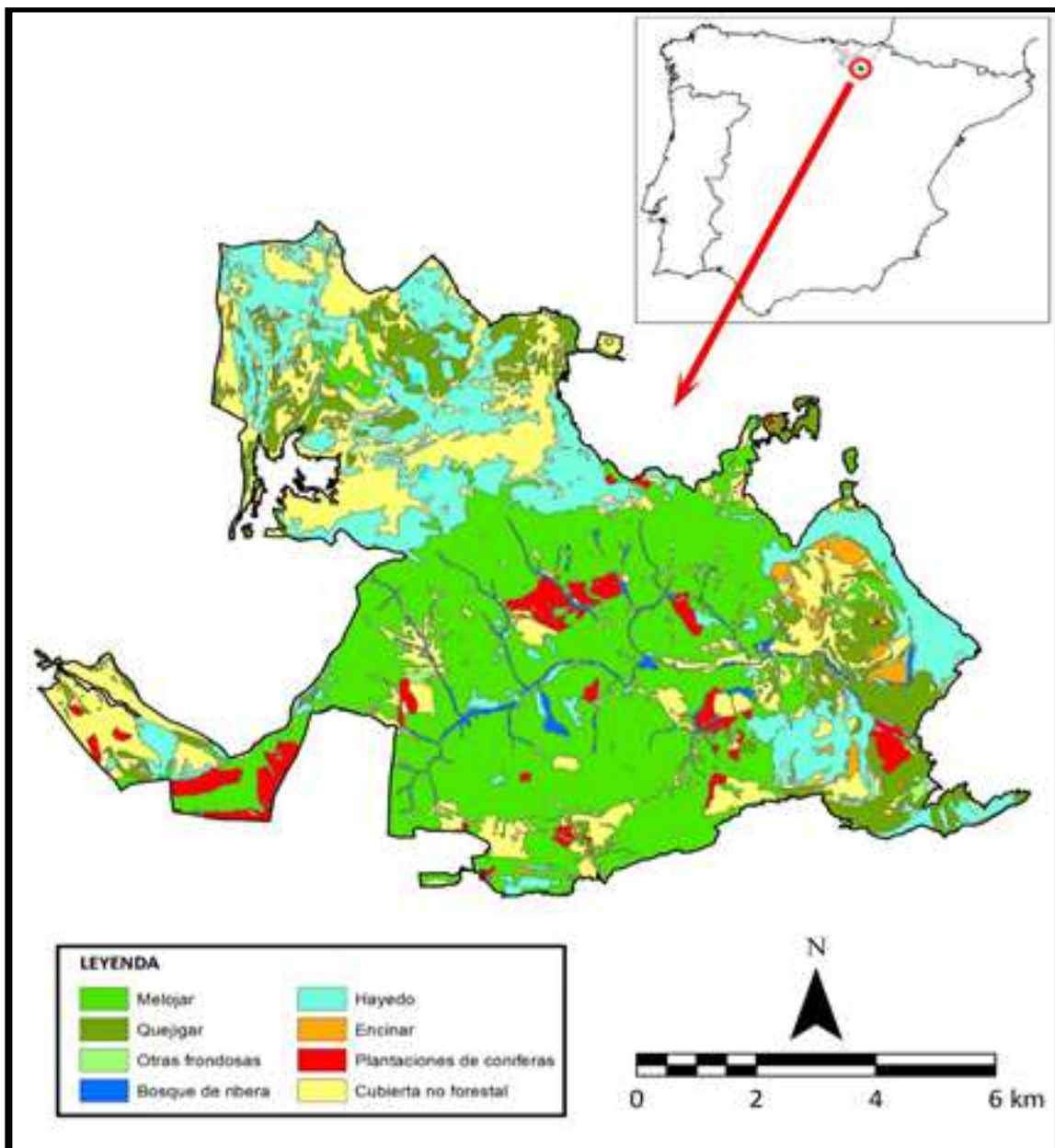
## 2.1. Área de estudio

El Parque Natural de Izki ocupa 9143 hectáreas y se localiza en la comarca de la Montaña Alavesa (País Vasco) por los términos municipales de Arraia-Maeztu, Bemedo y Campezo (figura 2). Además de Parque Natural, el bosque de Izki y alrededores también ha sido declarado Zona de Especial Conservación (ZEC, código ES2110019). El Parque Natural se enmarca mayoritariamente en la Región Bioclimática Eurosiberiana, aunque con una fuerte influencia Mediterránea, por lo que presenta características climáticas propias de una zona de transición (Martín 2005).

Con relieves moderados propios de sistemas de “media montaña” (altitud media aproximada de 800 m, rango = 610-1175 m), el Parque de Izki se define por su carácter eminentemente forestal (~77% de la superficie total), alternado con roquedos, cursos fluviales, lagunas, embalses, áreas de matorral, pastizales y zonas de cultivo. Sin lugar a dudas, el bosque mayoritario y característico es el marojal (figura 2), distribuido de forma casi continua por la cubeta arenosa que atraviesa el río Izki. Al igual que en otros enclaves ocupados por marojal (Tárrega & Luis 1990, Blanco *et al.* 1997, Robles *et al.* 2007a, Loidi *et al.* 2011), los bosques del Parque de Izki han sido degradados históricamente (Gobierno Vasco 2015) a través de roturaciones agrícolas, talas y quemadas frecuentes. El interior de la masa de marojal está atravesado por galerías de bosques mixtos (categorizado como bosques de ribera en la figura 2), donde los marojos se mezclan con otros árboles caducifolios (Martín 2005, Loidi *et al.* 2011), tales como alisos (*Alnus glutinosa*), fresnos (*Fraxinus* spp.), sauces (*Salix* spp.), chopos, hayas y abedules (*Betula* spp.). También embebidos en el interior del marojal se pueden encontrar pequeños bosquetes de roble pedunculado (*Q. robur*).

En las zonas altas que rodean el marojal, en especial en las laderas umbrías, nos encontramos con bosques de haya y abedul. Tanto en algunas zonas bajas con laderas de suelos ricos, frescos y húmedos, como en algunos de los crestones de las partes altas, nos encontramos con quejigares (*Q. faginea*), mientras que los encinares (*Q. ilex*), con escasa representación en el Parque, ocupan terrenos más expuestos y sometidos a una fuerte insolación (figura 2). Por último, una fracción del Parque de Izki

también está ocupada por plantaciones forestales de coníferas y, en menor medida, de frondosas (figura 2).



**Figura 2.** Situación del Parque Natural/Zona de Especial Protección Para las Aves (ZEPA) de Izki y mapa de los tipos de vegetación elaborado en ArcGIS 9.2 a partir de la información del Mapa Forestal de la Comunidad Autónoma del País Vasco (CAPV) de 2010.

## 2.2. Captura, marcaje y seguimiento telemétrico de los juveniles

En las primaveras de 2017 y 2018, los miembros del personal del Servicio de Vigilancia del Parque Natural y otros técnicos asociados al proyecto “*Habios*” visitaron regularmente el marjal de Izki con el fin de delimitar la distribución de territorios de pico mediano y, finalmente, localizar y monitorear tantos nidos activos como fuera posible (véase el anexo I). La delimitación de los territorios en marzo y abril, coincidiendo con el periodo de máxima territorialidad (Robles *et al.* 2008, Ciudad & Robles 2013), permitió localizar un buen número de cavidades de cría activas. Dichas cavidades fueron visitadas con frecuencia (una o varias veces cada semana), bien a distancia o bien mediante inspección directa (con escalera y endoscopio o mediante cámara con pértiga telescópica), para determinar varios parámetros reproductivos, entre los que se incluyeron el tamaño de la pollada (número de pollos) y su fenología (anexo I).

Una vez localizados los nidos y monitoreada la fenología reproductiva, capturamos un total de 36 juveniles, a una edad aproximada de 22 días, unos días antes de volar fuera de los nidos ( $n = 20$ ) en mayo-junio de 2017 (19 juveniles) y 2018 (17 juveniles). Después de tomar medidas biométricas, extrajimos muestras sanguíneas de la vena braquial para el sexado molecular de las aves, que fue realizado por el Servicio de Apoyo a la Investigación (S.A.I.) de la Universidad de A Coruña bajo la supervisión de la profesora Marta Vila. Posteriormente, marcamos a los juveniles con transmisores BD-2 (Holohil Systems Ltd, Canadá) de 1,6 gramos (~3% del peso de las aves) y 11-13 semanas de duración estimada de la batería (anexo I). Usamos arneses elásticos de silicona de un milímetro de grosor (véase Robles *et al.* 2007b y Ciudad *et al.* 2009) para enganchar los emisores alrededor de las patas de las aves (Rappole & Tipton 1991). Este tipo de enganche es útil para el seguimiento de los juveniles debido a que su plumaje está aun en desarrollo una vez que vuelan del nido, por lo que el sistema de pegado de emisores en las rectrices centrales, habitual en adultos de pájaros carpinteros durante el periodo de cría, no es una opción adecuada. Además, la localización del transmisor en la espalda baja permite una mejor distribución del peso del emisor con respecto al centro de gravedad de las aves frente a otros sistemas, tales

como el pegado en las rectrices o el arnés a modo de mochila alrededor de las alas. Se puso especial empeño en reducir el estrés de las aves al mínimo posible durante las operaciones de captura, marcaje y seguimiento telemétrico de los juveniles, las cuales fueron autorizadas por la Diputación Foral de Álava.

Los juveniles fueron seguidos con una frecuencia de entre uno y tres días desde el abandono del nido hasta el fallecimiento de las aves, el fallo o la pérdida del emisor, o el agotamiento de batería del transmisor. Las aves fueron localizadas mediante la técnica de *'homing-in'* para aproximarse a los individuos hasta una distancia en la que pudieran ser detectados visual y/o auditivamente. Para cada localización se tomaron las coordenadas de situación del ejemplar en un GPS, se anotó el tipo de vegetación en el que se encontraban y el comportamiento de las aves. Intentamos identificar la causa de fallecimiento mediante el examen del emisor y/o de los restos de los juveniles en todos los casos pertinentes.

### **2.3. Caracterización de los estados comportamentales de los juveniles**

Para definir los estados comportamentales de los juveniles, usamos modelos HMMs (*Hidden Markov Models*) en el paquete *'moveHMM'* (Michelot *et al.* 2016) en R 3.4.3 (R Development Core Team 2017). Los modelos HMMs definen cambios en los estados comportamentales a través de variaciones en las características de los movimientos sucesivos. Teniendo en cuenta las observaciones de las trayectorias de los juveniles, definimos a priori en los modelos HMMs tres tipos de movimientos: (i) movimientos rápidos y largos que normalmente llevan a las aves a alejarse del área natal ("movimientos de emigración permanente" o "transferencia" a partir de aquí), (ii) movimientos cortos típicos de un comportamiento de "acampada" en el área natal previo a la emigración fuera del área natal, o entre movimientos exploratorios ("movimientos pre-exploratorios" o "en acampada" a partir de aquí), y (iii) movimientos "intermedios de exploración" más "local" que en i pero más rápidos y largos que en ii. En especial, intentamos identificar el inicio y el final del primer periodo exploratorio de transferencia (modo i), que normalmente es el de mayor velocidad y distanciamiento del área natal asociado con la dispersión juvenil (Grüebler *et al.* 2019, Robles *et al.* 2019), y que separa los movimientos pre-exploratorios en

a campada o de exploración local (modos ii y iii) alrededor del área natal de los movimientos pos-transferencia en a campada o de exploración local (modos ii y iii).

Usamos análisis de agrupación de  $K$ -medias (análisis '*K-mean clustering*') para indicar los valores iniciales de los parámetros (longitud de los pasos entre localizaciones consecutivas *step lengths* y ángulos de cambio en las trayectorias *turning angles*) en los HMMs. En esencia el análisis de agrupación de  $K$ -medias consiste en un algoritmo no supervisado basado en el *machine learning* que divide un set de datos determinado en  $K$  grupos (Jain 2010), siendo  $K$  igual a tres (los tres tipos de movimientos definidos anteriormente) en este caso. Usamos la media de los *step lengths* para cada tipo de movimientos como valores iniciales en los modelos HMMs. No usamos los valores de los *turning angles* como parámetros iniciales en los modelos porque, debido a la altísima variación en la angulación y a su distribución uniforme, el análisis de agrupación no dividió el set de datos claramente en tres categorías.

#### **2.4. Uso y selección del hábitat**

Una vez que definimos los periodos comportamentales en base a los movimientos de los juveniles, examinamos el uso y la selección del hábitat para cada uno de los periodos (pre-emigración permanente vs. transferencia vs. post-transferencia). Este procedimiento permite evaluar la selección del hábitat teniendo en cuenta que los juveniles pueden tener capacidades y motivaciones diferentes en cada periodo, lo que puede llevar a fuertes variaciones en las decisiones de uso del hábitat para cada periodo. Para cada par de localizaciones consecutivas observadas (*steps*), calculamos 100 posibles localizaciones de destino (i.e., disponibles) al azar teniendo en cuenta la distribución de las distancias y angulaciones entre *steps* consecutivos en cada periodo comportamental, y comparamos uso y disponibilidad mediante '*step selection functions*'.

Para realizar los análisis de las '*step selection functions*', usamos modelos generalizados lineares mixtos (GLMMs) con distribuciones de error binomiales y funciones de unión *logit* en el paquete '*lme4*' (Bates *et al.* 2015). La variable



dependiente fue el uso del hábitat (usado 1, disponible en localizaciones aleatorias 0), mientras que la variable explicativa fue el tipo de vegetación. Para determinar el tipo de vegetación en cada localización aleatoria usamos el Mapa Forestal de España (MAGRAMA 2006). Desestimamos las localizaciones aleatorias en ambientes que nunca estarían disponibles para los picos medianos, tales como áreas no arboladas. Dado el relativo bajo número de observaciones, agrupamos los tipos de vegetación en categorías con el fin de permitir la convergencia de los modelos. Estos grupos fueron (i) los robledales de marojo y quejigo, (ii) los bosques mixtos de frondosas, mayoritariamente compuestos de marojo con haya y/o bosque ribereño mixto, (iii) hayedos y abedulares, y (iv) forestas compuestas de otros tipos de tipos de vegetación (plantaciones de coníferas, encinares, etc.).

Para controlar por la dependencia que puede suponer considerar observaciones de un mismo año, individuo, nido y localidad, incluimos estas variables como factores *random*. Usamos el paquete 'MuMIn' (Bartón 2014) para calcular los valores de pseudo- $R^2$  marginal de los modelos; es decir, de los factores fijos excluyendo los factores *random*, como una medida relativa de la cantidad de variabilidad explicada por las variables de interés en los modelos.

---

## RESULTADOS

---

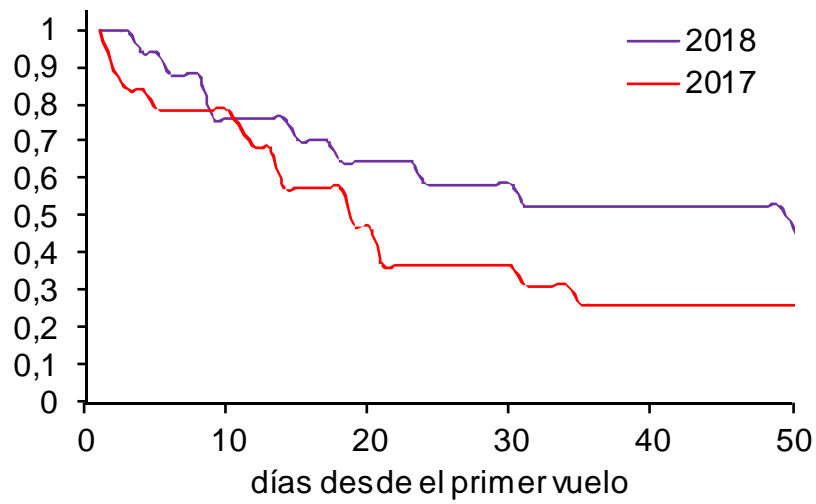
### 3.1. Supervivencia

De los 36 juveniles seguidos por telemetría desde su salida del nido en 2017 y 2018, 16 (44,4%) fueron encontrados muertos en las seis primeras semanas después del vuelo; bien con signos de depredación en 11 casos (mayoritariamente por aves rapaces y en las primeras cuatro semanas; en 5 casos aparecieron en nidos de gavilán), o bien sin signos aparentes de violencia en 5 casos (cuatro de ellos en los primeros 8 días en el área natal antes de la emigración). La mayoría de las muertes confirmadas (12 de 16) se produjeron en el periodo previo a la emigración permanente fuera del área natal. En 7 casos (19,4%) encontramos solamente el emisor sin rastros evidentes de depredación en los tres meses posteriores al primer vuelo, por lo que no podemos descartar el desprendimiento del emisor. En tres ocasiones (8,3%) perdimos la señal del emisor sin poder determinar la causa (dispersión lejana del ejemplar, fallo del emisor o depredación), pero en un cuarto caso (2,8%) la pérdida de señal se debió probablemente al fallo del emisor. En los 9 casos restantes (25,0%) seguimos a las aves hasta el final de la batería del emisor, unos tres meses posteriores al abandono de los nidos.

En total, la supervivencia mínima aparente de los juveniles en el periodo de dependencia previo a la emigración permanente fue del 41,7%, considerablemente superior en 2018 (52,9%) que en 2017 (31,6%) (figura 3), y ligeramente superior en machos que en hembras (56,2 vs 46,2%), a unque estas diferencias deben tomarse con precaución debido a los pequeños tamaños de muestra. En promedio, los juveniles que sobrevivieron en el periodo de dependencia fueron más pesados que aquéllos que no sobrevivieron (media = 55,6 g vs 50,9 g,  $t = -2,938$ ,  $p = 0,008$ ). Además, los jóvenes capturados en 2018 presentaron un mayor peso corporal que los nacidos en 2017 (media = 54,7 g vs 50,3 g,  $t = -2,938$ ,  $p = 0,008$ ).

La supervivencia mínima aparente de las aves en los tres meses de duración de los emisores fue del 25,0% (21,1% en 2017 y 29,4% en 2018). Considerando como supervivientes aquellos casos para los que no pudimos confirmar su estatus (ej. fallo del emisor, emisor encontrado sin signos de depredación, pérdida de la señal),

estimamos una supervivencia máxima de 65,6%. De nuevo, la supervivencia fue superior en machos que en hembras (40,0% frente a 30,0%), pero una vez más volvemos a subrayar los bajos tamaños muestrales. Los juveniles que sobrevivieron durante los tres meses de radioseguimiento fueron más pesados que los que no sobrevivieron (media = 55,2 g vs 51,7 g,  $t = -2,036$ ,  $p = 0,053$ ).



**Figura 3.** Supervivencia mínima aparente (en proporción) desde el último día de los juveniles en el nido (día 1) hasta que detectamos el primer caso de fin de la batería. Nótese el importante descenso de la supervivencia en las primeras semanas, coincidente con el periodo de dependencia previo a la emigración/dispersión permanente.

### 3.2. Movimientos

Durante el periodo previo a la emigración permanente, los jóvenes se movieron en promedio 168 metros entre localizaciones consecutivas (rango = 6-1790,  $n = 351$  steps). Los movimientos más largos se debieron a excursiones fuera del territorio natal (*forays*) pero siempre con retorno al mismo, bien para explorar y obtener información antes de la emigración permanente o bien debido a emigraciones (dispersiones) fallidas que llevaron a las aves de vuelta a la seguridad del área natal (véase los anexos II y III). Una vez que iniciaron la emigración y no retornaron al área natal, los jóvenes en el periodo de transferencia se movieron en promedio 2076 metros entre

localizaciones consecutivas (rango = 195-12039,  $n = 23$  steps). Después del periodo de transferencia asociado con la emigración permanente, los juveniles realizaron movimientos asociados con la exploración y/o establecimiento en el área de destino. Estos movimientos pos-transferencia fueron en promedio de 191 metros entre localizaciones consecutivas (rango = 4-1080,  $n = 553$  steps).

No encontramos diferencias intersexuales ni interanuales, ni encontramos un efecto del peso corporal, en las distancias recorridas entre localizaciones consecutivas para cada uno de los tres periodos comportamentales (todos los valores de  $p > 0,2$  para modelos mixtos con el sexo, el año y el peso como factores fijos y las identidades de los nidos y de los individuos como factores aleatorios), pero en relación a 2017, en 2018 las aves se movieron mayores distancias desde los nidos después del periodo principal de transferencia asociado con la emigración permanente (estimador del parámetro = 4,756, Error Estándar E.E. = 2,025,  $t = 2,349$ ,  $p = 0,035$ ). El modelo de distancias desde el nido tuvo un pseudo  $R^2$  marginal de 0,286; es decir, aproximadamente el 28,6% de la variación en las distancias fue explicada por los factores fijos en este modelo.

### **3.3. Uso y selección del hábitat de los juveniles**

#### *3.3.1. Uso y selección del hábitat durante el periodo previo a la emigración permanente*

El tipo de vegetación más usado fue el marojal (323 de 351 observaciones). Muy por detrás encontramos los bosques mixtos de frondosas (27) y, en último lugar, una observación en encinar que fue catalogada como en “otros tipos de vegetación”. No encontramos preferencias significativas en cuanto a los tipos de vegetación (todos los valores de  $p > 0,1$  para las comparaciones dos a dos mediante el test de Tukey, figura 4).

#### *3.3.2. Uso y selección del hábitat durante el periodo de transferencia o emigración permanente*

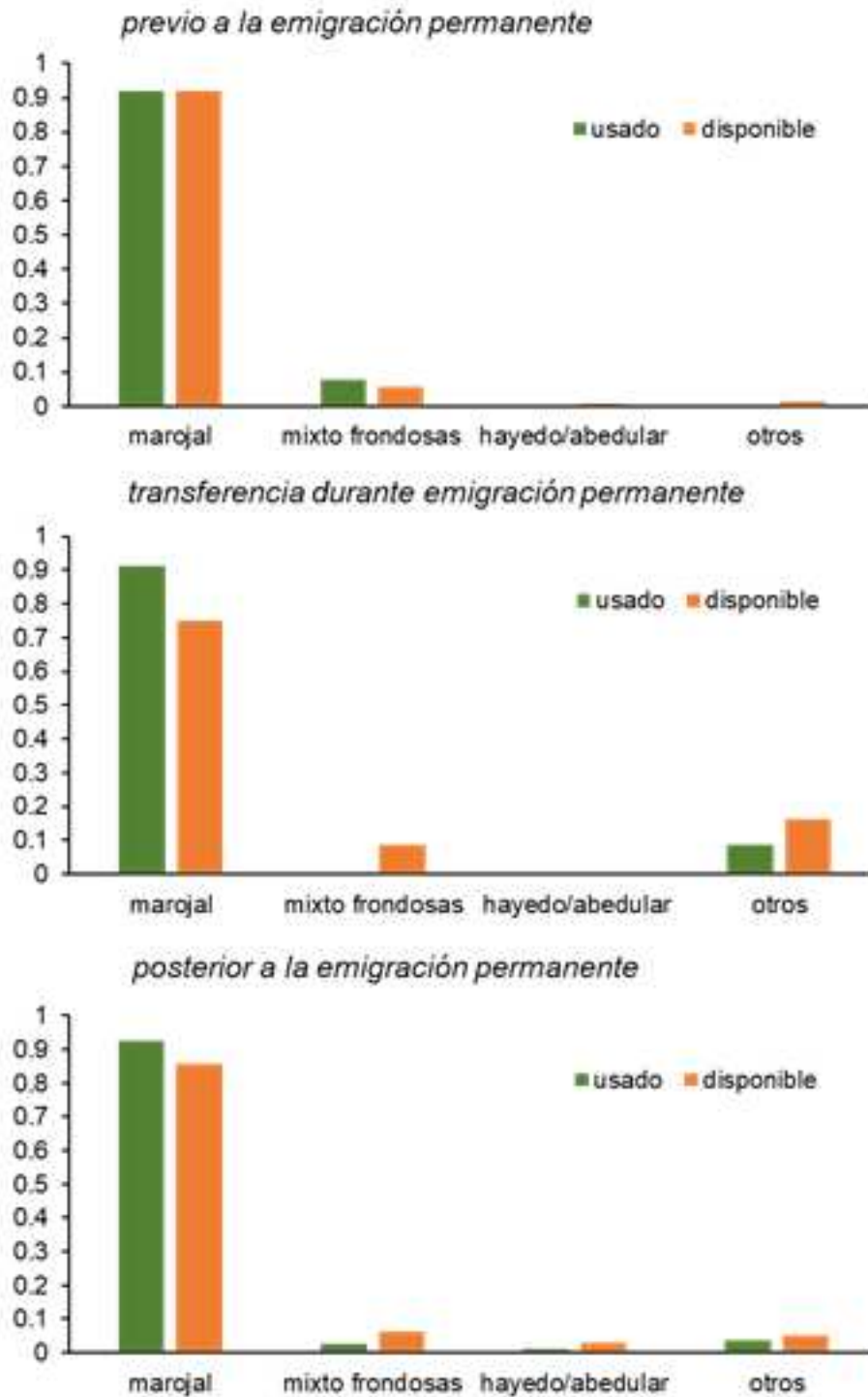


El tipo de vegetación mayoritariamente usado fue el marojal (21 de 23 observaciones). Las dos observaciones restantes fueron realizadas en “otros tipos de vegetación”. No encontramos preferencias significativas en cuanto a los tipos de vegetación (todos los valores de  $p > 0,2$  para las comparaciones dos a dos mediante el test de Tukey, figura 4).

### *3.3.3. Uso y selección del hábitat durante el periodo posterior a la transferencia o emigración permanente*

El tipo de vegetación más usado fue el marojal (512 de 553 observaciones). Muy por detrás encontramos 19 observaciones catalogadas como en “otros tipos de vegetación” (11 de ellas en encinares), 15 observaciones en bosques mixtos de frondosas y seis en hayedos.

En este periodo, los juveniles prefirieron los marojales frente a los bosques mixtos de frondosas (posthoc test de Tukey: estimador del parámetro = 0,76, Error Estándar E.E. = 0,256,  $z = 3,817$ ,  $p < 0,001$ ) y a los hayedos-abelulares (posthoc test de Tukey: estimador del parámetro = 1,249, E.E. = 0,421,  $z = 2,965$ ,  $p = 0,014$ ) (figura 3). No encontramos otras preferencias significativas entre los tipos de vegetación (todos los valores de  $p > 0,1$  para las comparaciones dos a dos mediante el test de Tukey). El modelo de selección de hábitat tuvo un pseudo  $R^2$  marginal de 0,031; es decir, aproximadamente el 3,1% de la variación en el uso del hábitat estuvo explicada por el efecto de los tipos de vegetación.



**Figura 4.** Proporción de localizaciones usadas y disponibles para cada periodo comportamental en cada tipo de vegetación. Para facilitar los análisis, los tipos de vegetación fueron agrupados y categorizados en marojales, bosques mixtos de frondosas (bosques de ribera y bosque mixto atlántico), hayedos y abedulares (bosques de umbría y altitud), y otros tipos de formaciones arboladas (plantaciones de coníferas, encinares, etc.).

---

## DISCUSIÓN

---

En el ámbito del proyecto Interreg POCTEFA – Habios, realizamos el seguimiento telemétrico con emisores VHF de 36 juveniles de pico mediano en el Parque Natural de Izki. Para nuestro conocimiento, el set de datos recogido en este proyecto supone uno de los más completos en lo que respecta a supervivencia, movimientos y selección del hábitat de aves juveniles de pequeño tamaño en Europa.

#### 4.1. Supervivencia

La baja supervivencia aparente de los juveniles de pico mediano en Izki durante el periodo de dependencia previo a la emigración permanente (41,7%) concuerda con las observaciones para el pico mediano en la Cordillera Cantábrica (media y E.E. de 35,9% y 7,7%, Robles *et al.* 2007b). Además, la supervivencia mínima aparente de los juveniles en Izki durante los tres meses de duración de los emisores (25,0%, rango = 25,0 – 65,6%), que incluyen también parte de la dispersión natal, se asemeja al 30,8% (E.E. = 7,4) observado para el pico mediano en la Cordillera Cantábrica (Robles *et al.* 2007b). De manera más amplia, la baja supervivencia del pico mediano en las primeras semanas posteriores al primer vuelo parece ser un patrón general en aves altriciales de pequeño tamaño, lo que apoya la hipótesis de que este periodo es crítico en su ciclo vital (véase la revisión de Naef-Daenzer & Gruebler 2016).

Al igual que sucede en la Cordillera Cantábrica (Robles *et al.* 2007b), los juveniles con mayor peso corporal de Izki tuvieron mayores probabilidades de sobrevivir, tal vez porque los individuos más desarrollados tengan mejores capacidades de vuelo para escapar de los depredadores (Naef-Daenzer & Gruebler 2016), y/o bien porque los juveniles más pesados tengan más reservas para afrontar posibles riesgos de inanición. Estos resultados apoyan la hipótesis de que la disponibilidad de alimento, a través de un efecto sobre la condición física, pueda modular las presiones selectivas (ej., el riesgo de depredación) a las que se ven sometidas los juveniles (Naef-Daenzer & Gruebler 2016). El hecho de que la supervivencia mínima aparente de los juveniles en el periodo de dependencia fuera considerablemente superior en 2018 (52,9%) que en 2017 (31,6%) sugiere una fuerte influencia de la estocasticidad ambiental sobre la demografía de las aves. A modo de pura especulación, sugerimos que esta diferencia

interanual en la supervivencia juvenil podría estar relacionada con una menor disponibilidad trófica en 2017, que fue un año extremadamente seco, frente a 2018, lo que podría haber redundado en un menor peso corporal de los juveniles y, consecuentemente, en una menor supervivencia de los mismos.

#### **4.2. Movimientos y dispersión**

Los movimientos de 16 individuos que sobrevivieron hasta el periodo de independencia parental muestran que los juveniles pasaron de dos a cuatro semanas al rededor del área natal antes de iniciar la dispersión. El inicio de la dispersión se caracterizó por un cambio en el comportamiento de los juveniles que llevó a las aves a moverse lejos del área natal (de cientos de metros hasta 12 kilómetros) en un periodo de uno o unos pocos días y a gran velocidad (véase el anexo II). No obstante, en ocasiones la emigración permanente estuvo precedida de excursiones (*'forays'*) fuera del área natal, pero con retorno al mismo.

Este patrón de dispersión repentino a modo de salto rápido (*'jump'*), precedido o no de excursiones extra-natales, coincide con lo observado en los escasos estudios detallados de movimientos en aves juveniles de especies de pequeño tamaño, como es el caso del amenazado *'red-cockaded woodpecker'* (*Leuconotopicus borealis*) del sureste estadounidense, el mochuelo europeo (*Athene noctua*), la lechuza común (*Tyto alba*) o el mismo pico mediano en la Cordillera Cantábrica (Grüebler *et al.* 2019, Robles *et al.* 2019). Una de la hipótesis que se barajan para explicar este patrón de emigración a través de movimientos rápidos, lejanos y temporalmente cortos es que la dispersión rápida y a modo de salto sea un mecanismo comportamental que permita a las aves escapar de los riesgos de permanecer en el área natal (alta mortalidad debida a depredación o inanición, alta competencia intraespecífica, etc.) a la vez que reducen los costes de moverse en ambientes no familiares donde los riesgos también son elevados (baja disponibilidad de alimento, alta probabilidad de depredación, etc.) (Bonte *et al.* 2012, Robles *et al.* 2019). No obstante, para probar esta hipótesis son necesarios más estudios que determinen las consecuencias de la variación en los

patrones de movilidad y dispersión sobre la eficacia biológica no sólo a corto plazo, sino también a largo plazo (supervivencia, fecundidad) de las aves.

El hecho de que en 2018 los juveniles se movieran mayores distancias desde los nidos natales que en 2017 apunta de nuevo a una fuerte influencia de la estocasticidad ambiental, esta vez en la dispersión de las aves, lo que puede tener fuertes consecuencias en el redutamiento, el flujo génico y, por consiguiente, en la dinámica y viabilidad poblacional.

### **4.3. Uso y selección del hábitat**

Las estrategias de conservación efectivas requieren comprender las decisiones de uso del hábitat a lo largo del ciclo vital de los organismos (Ciudad *et al.* 2009). Como hemos comentado previamente, los juveniles son especialmente vulnerables en los primeros meses de vida desde el abandono de los nidos hasta el asentamiento en un territorio de cría, por lo que es necesaria una mejor comprensión de sus requerimientos de hábitat. Esto es particularmente relevante porque los juveniles son habitualmente los individuos que, a través de la dispersión natal, facilitan el flujo génico y la renovación poblacional.

En este estudio hemos visto que los juveniles usan mayoritariamente los marojales durante los tres primeros meses posteriores a su salida de los nidos natales. Este uso mayoritario de marojales ocurrió en los tres momentos comportamentales, tanto en el periodo de pre-emigración alrededor del área natal, como en el periodo de transferencia o emigración permanente y su asentamiento o exploración local posteriores a la transferencia. En este sentido, el pico mediano en Izki parece definirse como un super-especialista de hábitat fuertemente asociado al roble marojo durante buena parte de su ciclo vital, desde los periodos de cría y pos-cría de los adultos (Ciudad & Robles 2013, Robles & Ciudad 2015, Domínguez *et al.* 2017) al periodo pos-vuelo de dependencia y posterior dispersión de los juveniles. Estos resultados concuerdan con lo observado para el pico mediano en la Cordillera Cantábrica, donde tanto los adultos en el periodo de cría, como los adultos dispersantes (i.e., flotantes) y

los jóvenes en el periodo de dependencia y posterior dispersión, utilizan mayoritariamente los marojales maduros (Robles *et al.* 2007a, Ciudad *et al.* 2009, Robles & Ciudad 2017, 2019).

A pesar de la fuerte influencia del marojal en el uso del hábitat, los juveniles mostraron diferencias en cuanto a la selección de los tipos de vegetación. Durante el periodo previo a la emigración permanente, las aves no tuvieron una selección positiva, lo que puede deberse a que los jóvenes, nacidos en el marojal, permanecen en las áreas con una alta disponibilidad de este tipo de bosque. De alguna manera, los juveniles no necesitarían seleccionar las áreas de marojal en el periodo previo a la emigración permanente porque sus padres han hecho el trabajo de seleccionar este tipo de bosque para criar previamente, lo que hace que los juveniles tengan una amplísima disponibilidad de su bosque favorito.

Más complicado de explicar es el hecho de los jóvenes en el periodo de transferencia o emigración permanente tampoco seleccionaran, pero sí usasen mayoritariamente, el marojal. Esto puede deberse parcialmente a que el bajo tamaño de muestra en este caso haya reducido la capacidad de encontrar preferencias estadísticamente significativas en los análisis. Por otro lado, también sería esperable que, en este periodo de movilidad extremadamente elevada, los juveniles sean menos selectivos en cuanto a los tipos de vegetación, ya que en este periodo lo importante es “escapar” de las condiciones natales y reducir los costes de la dispersión sin necesidad de evaluar fuertemente las áreas donde asentarse en relación a, por ejemplo, la cantidad de recursos tróficos.

Por último, después de la emigración permanente las aves prefirieron asentarse o explorar los marojales frente a los hayedos-abetulares y otros bosques mixtos de frondosas (bosques de ribera mayoritariamente). Estos resultados refuerzan la asociación del pico mediano con el roble marojo en el Parque de Izki y áreas adyacentes.

### 4.3. Implicaciones de gestión para la conservación

Algunos de los resultados pueden tener implicaciones importantes para la conservación del pico mediano en Izki:

1.- El elevado uso del marojal por parte de los juveniles incide en la importancia de conservar este tipo de bosque. Además, dado el uso relativamente elevado de los bosques mixtos de frondosas, mayoritariamente bosques de ribera en el periodo previo a la dispersión, la conservación de este tipo de arbolado también puede tener consecuencias positivas en la conservación del pico mediano. Aparte de este hecho, los bosques mixtos de roble y otras especies como hayas, chopos, etc. se corresponden con las zonas de mayor densidad de territorios de pico mediano en el Parque de Izki (Ciudad & Robles 2013).

2.- Las distancias de dispersión, en algunos casos elevadas (hasta 12 km), hacen que algunos juveniles se localizaran fuera de los límites del Parque Natural de Izki. Por tanto, la población de Izki podría estar facilitando el flujo génico a través de la provisión de dispersantes más allá de este ámbito. Por otra parte, no sería de extrañar que llegaran a Izki inmigrantes de otras zonas aledañas, lo que podría repercutir positivamente en la viabilidad poblacional en el Parque a largo plazo. Independientemente de la hipótesis de una posible llegada de inmigrantes de otras áreas a Izki, la conservación del pico mediano se beneficiaría de la conservación de los bosques en las zonas próximas al Parque.

3.- Como consecuencia del punto anterior, el intercambio de individuos más allá de los límites del Parque sugiere que los planes de gestión para la conservación de la población de pico mediano pueden requerir la inclusión de áreas mucho más extensas que las amparadas por la declaración de ZEPA.



4.- Como consecuencia de los tres puntos anteriores, recomendamos la ampliación de los estudios sobre distribución, abundancia, demografía (supervivencia, reproducción) y dispersión (mediante técnicas de seguimiento y técnicas genéticas) del pico mediano en áreas próximas al Parque (ej. Sabando, Arana, Treviño, Montes de Vitoria, Entzia, Amescoa, Urbasa-Andía) con el fin de conocer su influencia y poder establecer medidas de gestión y conservación para la población completa y no sólo para una porción de la misma.

---

## LITERATURA ORIENTATIVA

---

- BARTÓN, K. 2014. MuMIn: multi-model inference. R package version 1.12-2, <URL: <http://cran.r-project.org/web/packages/MuMIn/index.html>>.
- BATES, D., MAECHLER, M., BOLKER, B. & WALKER, S. 2015. Fitting linear mixed-effects models using lme4. *J. Stat. Softw* 67: 1–48.
- BLANCO, E., CASADO, M.A., COSTA, M., ESCRIBANO, R., GARCÍA, M., GÉNOVA, M., GÓMEZ, A., GÓMEZ, F., MORENO, J.C., MORLA, C., REGATO, P. & SAINZ, H. 1997. *Los bosques ibéricos. Una interpretación geobotánica*. Editorial Planeta, Barcelona.
- BONTE, D., VAN DYCK, H., BULLOCK, J.M., COULON, A., DELGADO, M., GIBBS, M. et al. 2012. Costs of dispersal. *Biol. Rev.* 87: 290–312.
- CIUDAD, C., ROBLES, H. & MATTHYSEN, E. 2009. Postfledging habitat selection of juvenile middle spotted woodpeckers: a multi-scale approach. *Ecography* 32: 676–682.
- CIUDAD, C. & ROBLES, H. 2013. *Inventario y caracterización ecológica de la población de pico mediano en la ZEPA de Izki (Álava)*. Informe científico-técnico para el Proyecto LIFE+ PRO-Izki. 127 pp.
- Domínguez, J., Carbonell, R., Ramírez, A. (2017). Seasonal changes in habitat selection by a strict forest specialist, the Middle Spotted Woodpecker (*Leipicus medius*), at its Southwestern boundary: implications for conservation. *Journal of Ornithology* 158 (2): 459–467.
- GARCÍA-FERNÁNDEZ, J., ÁLVAREZ, E. & FALAGÁN, J. 2002. El Pico Mediano *Dendrocopos medius* en la Provincia de León: cambios en la distribución y tamaño poblacional. *Ecología* 16: 335–342.
- GOBIERNO VASCO. 2015. *Documento de información ecológica, objetivos de conservación, normas para la conservación y programa de seguimiento de aplicación en los espacios de la Red Natura 2000 en Izki – ZEC y ZEPA de Izki (ES2110019)*. Anexo elaborado por la Dirección de Medio Natural y Planificación Ambiental del Departamento de Medio Ambiente y Política Territorial. 143 pp.

- GRÜEBLER, M., ROBLES, H. & ALMASI, B. 2019. *Natal dispersal displacement patterns in resident bird species: an interspecific comparison*. Abstracts book of the 12th European Ornithologists' Union Congress, p. 91. Cluj-Napoca, Romania.
- JAIN, A.K. 2010. Data clustering: 50 years beyond K-means. *Pattern Recognition Letters* 31: 651-666; <https://doi.org/10.1016/j.patrec.2009.09.011>
- LOIDI, J., BIURRUN, I., CAMPOS, J.A., GARCÍA-MIJANGOS, I. & HERRERA, M. 2011. *La vegetación de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Leyenda del mapa de series de vegetación a escala 1:50.000*. Ed. Universidad del País Vasco.
- MAGRAMA. 2006. Mapa Forestal de España 1:50.000 (MFE), Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/informacion-disponible/mfe50.aspx> (Accedido: 15 de mayo de 2019).
- MARTÍN, R. 2005. *Izki Parque Natural*. Departamento de Urbanismo y Medio Ambiente. Diputación Foral de Álava, Vitoria-Gasteiz.
- MICHELOT, T., LANGROCK, R. & PATTERSON, T.A. 2016. moveHMM: an R package for the statistical modelling of animal movement data using hidden Markov models. *Methods Ecol Evol* 7: 1308-1315; doi:[10.1111/2041-210X.12578](https://doi.org/10.1111/2041-210X.12578)
- NAEF-DAENZER, B. & GRÜEBLER, M.U. 2016). Post-fledging survival of altricial birds: ecological determinants and adaptation. *J. Field Ornithol.* 87: 227-250; doi:[10.1111/jofo.12157](https://doi.org/10.1111/jofo.12157)
- ONRUBIA, A., ROBLES, H., SALAS, M., GONZÁLEZ-QUIRÓS, P. & OLEA, P. P. 2003. Pico mediano, *Dendrocopos medius*. En: Martí, R. & del Moral, J. C. (Eds.), *Atlas de las aves reproductoras de España*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza-Sociedad Española de Ornitología, Madrid, pp. 358-359.
- PASINELLI, G. & HEGELBACH, J. 1997. Characteristics of trees preferred by foraging middle spotted woodpecker *Dendrocopos medius* in northern Switzerland. *Ardea* 85: 203-209.

- PASINELLI, G. 2000. Oaks *Quercus* sp. and only oaks? Relations between habitat structure and home range size of the middle spotted woodpecker *Dendrocopos medius*. *Biological Conservation* 93: 227-235.
- PASINELLI, G. 2003. *Dendrocopos medius* Middle Spotted Woodpecker. *BWP Update* 5: 49-99.
- PETTERSSON, B. 1983. Foraging behaviour of the middle spotted woodpecker *Dendrocopos medius* in Sweden. *Holarctic Ecology* 6: 263-269.
- RAPPOLE, J. & TIPTON, A. 1991. New Harness Design for Attachment of Radio Transmitters to Small Passerines (Nuevo Diseño de Arnés para Atar Transmisores a Passeriformes Pequeños). *Journal of Field Ornithology* 62: 335-337.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2017. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0. <http://www.R-project.org>
- ROBLES, H. & CIUDAD, C. 2015. *Seguimiento de la población de pico mediano en el marco del proyecto LIFE+ PRO-Izki*. Informe científico-técnico para el Proyecto LIFE+ PRO-Izki. 37 pp.
- ROBLES, H. & CIUDAD, C. 2017. Floaters may buffer the extinction risk of small populations: an empirical assessment. *Proc. Royal Soc. B* 284, 20170074.
- ROBLES, H. & CIUDAD, C. 2019. Assessing the buffer effect of floaters by reinforcing local colonisation in spatially-structured populations. *Animal Conservation*, accepted for publication.
- ROBLES, H., CIUDAD, C., PORRO, Z., FATTEBERT, J., PASINELLI, G., TSCHUMI, M., VILA, M. & GRÜEBLER, M. 2019. Individual characteristics and environmental factors associated with natal dispersal in fragmented habitats. Abstracts book of the 12th European Ornithologists' Union Congress, p. 89. Cluj-Napoca, Romania.

- ROBLES, H., CIUDAD, C., VERA, R. & BAGLIONE, V. 2007b. No effect of habitat fragmentation on post-fledging, first-year and adult survival in the middle spotted woodpecker. *Ecography* 30: 685-694.
- ROBLES, H., CIUDAD, C., VERA, R., OLEA, P.P. & MATTHYSEN, E. 2008. Demographic responses of middle spotted woodpeckers (*Dendrocopos medius*) to habitat fragmentation. *The Auk* 125: 131-139.
- ROBLES, H., CIUDAD, C., VERA, R., OLEA, P.P., PURROY, F.J. & MATTHYSEN, E. 2007a. Sylvopastoral management and conservation of the middle spotted woodpecker at the south-western edge of its distribution range. *Forest Ecology and Management* 242: 343-352.
- SÁNCHEZ-COROMINAS, T., GONZÁLEZ-QUIRÓS, P. & VÁZQUEZ, V. M. 2009. El Pico Mediano (*Dendrocopos medius*), el Pico Menor (*Dendrocopos minor*) y el Picamaderos Negro (*Dryocopus martius*), (Picidae, Aves), en el Principado de Asturias (España). *Bol. Cien. Nat. R.I.D.E.A.* 50: 281-302.
- TÁRREGA, R. & LUIS, E. 1990. La problemática de los incendios forestales y su incidencia sobre los robledales de *Quercus pyrenaica* en la provincia de León. *Ecología* (Fuera de Serie No. 1): 223-237.

---

# ANEXOS

---

**ANEXO I – Fotografías.** Las fotografías han sido suministradas por el Parque Natural de Izki, Carlos Ciudad, José María Fernández, Javier López y Hugo Robles.

La fenología reproductiva se siguió mediante observaciones frecuentes de los nidos para evaluar el desarrollo de su contenido, desde la construcción de los nidos, pasando por el periodo de puesta, incubación y eclosión de la pollada hasta el emplumado total de los pollos.





Una vez accedido a las cavidades de cría para capturar a los juveniles, el equipo de marcaje procedió a la toma de medidas biométricas, extracción de muestras sanguíneas para el sexado molecular y la colocación de los emisores de radio. Posteriormente, los juveniles fueron



devueltos al nido, donde permanecieron unos días antes de abandonar definitivamente las cavidades.

Los juveniles fueron seguidos por telemetría desde el primer día de abandono de los nidos natales hasta un máximo de tres meses, coincidiendo con la descarga de la batería de los emisores. Se hizo especial hincapié en localizar a las aves en vida y, en su caso, en intentar determinar las causas de mortalidad de las aves, bien por depredación, bien por hipotermia y/o inanición.







## ANEXO II

Trayectorias de los 16 juveniles de pico mediano que sobrevivieron al menos hasta el periodo potencial de dispersión en relación a los tipos de vegetación definidos

### LEYENDA

- Nido
- Localizaciones
- Última localización
- Líneas entre localizaciones
- Límite Parque Natural de Izki

### Tipos de vegetación

- Robledales de marojo y quejigo
- Hayedos
- Abedulares
- Bosques mixtos de frondosas
- Otras frondosas
- Encinares
- Plantaciones de coníferas
- Sin formación arbolada

conforme a la especie dominante.

### **ANEXO III**

Movimientos de los 16 juveniles de pico mediano que sobrevivieron al menos hasta el periodo potencial de dispersión. El código de la parte superior identifica al ejemplar. Las gráficas de arriba muestran las trayectorias de los pollos desde su salida del nido (coordenada 0,0) y desplazamientos en kilómetros hacia el norte (eje Y) y el este (eje X). Las gráficas del medio y las de abajo muestran las distancias (en metros) desde el nido natal y entre localizaciones consecutivas, respectivamente.

Los círculos se corresponden con el modo comportamental de acampada o asentamiento. Los triángulos reflejan el modo comportamental de transferencia o emigración a través de movimientos rápidos y largos. Las cruces reflejan el modo comportamental de exploración local intermedia entre los dos modos anteriores. Por último, las líneas verticales azules discontinuas separan periodos de tiempo con tipos de movimientos diferentes.