

Seguimiento temporal de la abundancia de territorios de pico mediano en el Parque Natural de Izki



Hugo Robles Díez
Carlos Ciudad Trilla



Seguimiento temporal de la abundancia de territorios de pico mediano en el Parque Natural de Izki

- Informe científico-técnico 2019 -

AUTORES:

Hugo Robles^a

Carlos Ciudad^b

^a *Evolutionary Ecology Group (EVECO), Universidad de Amberes*

^b *Departamento de Biodiversidad y Gestión Ambiental, Universidad de León*

CONTRIBUCIÓN AL TRABAJO REALIZADO:

Elaboración del informe:

Robles, Hugo

Ciudad, Carlos

Coordinación científica:

Robles, Hugo

Coordinación técnica:

Fernández-García, José María

Rubines, Jonathan

Trabajo de campo:

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

Unanue, Azaitz

Análisis de imágenes LIDAR:

Isabel Tazo



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:



▶ Arabako Foru Aldundia
Diputación Foral de Álava
▶

ÍNDICE

RESUMEN/ABSTRACT	5
1) INTRODUCCIÓN	9
1.1. La población de pico mediano de Izki	10
1.2. Justificación y objetivos del estudio	11
2) MÉTODOS	13
2.1. Área de estudio	14
2.1.1. Parcelas de seguimiento.....	16
2.2. Seguimiento de la densidad de territorios de pico mediano.....	17
2.3. Cambios en la estructura de la vegetación.....	18
2.4. Análisis de los datos	18
2.4.1. Revisión de las estimas de densidad de territorios.....	18
2.4.2. Análisis estadísticos de la densidad de territorios.....	19
2.4.3. Análisis estadísticos de la estructura de la vegetación.....	19
3) RESULTADOS	21
3.1. Cambios en la densidad de territorios de pico mediano	22
3.2. Cambios en la estructura de la vegetación	23
4) DISCUSIÓN	25
4.1. Cambios en la densidad de territorios y efectos de las cortas selectivas	26
4.2. Futuras líneas de trabajo para mejorar el conocimiento de los efectos de la gestión forestal sobre la población de pico mediano	28
5) LITERATURA ORIENTATIVA	31

RESUMEN

En el marco del proyecto Interreg POCTEFA – Habios, en 2019 estudiamos la variación en la densidad de territorios de pico mediano (*Dendrocoptes medius*) en 11 parcelas de 28-30 ha en el Parque Natural de Izki (Álava, País Vasco). La densidad de territorios fue estimada con el mismo protocolo utilizado en 2012 y 2015 para las mismas parcelas. Los objetivos específicos fueron: (i) examinar la tendencia poblacional a partir de los cambios en la densidad de territorios entre anualidades (2012, 2015, 2019); (ii) evaluar si la variación en la densidad de territorios estuvo afectada por las cortas selectivas efectuadas entre 2012 y 2015, principalmente asociadas a actuaciones forestales de mejora y regeneración del marojal de Izki dentro de las acciones C1 y C3 del Plan Forestal del Marojal de Izki; y (iii) determinar si las cortas selectivas tuvieron un efecto significativo sobre la estructura de la vegetación. Con estos objetivos, reestimamos la densidad de territorios en las parcelas en 2012 y 2015 estandarizando el método de cálculo para hacer comparables las abundancias de los picos entre las tres anualidades. Encontramos un efecto significativo de las cortas selectivas efectuadas sobre la densidad de territorios de pico mediano. Mientras que la densidad de territorios se incrementó significativamente en las parcelas control (n=5) después de los tratamientos forestales (en 2015 y 2019 con respecto a 2012), la densidad de territorios se mantuvo relativamente estable en las parcelas sometidas a cortas selectivas (n=6). Sin embargo, los mecanismos subyacentes al efecto negativo de las cortas selectivas no están claros. No encontramos un efecto significativo de las cortas sobre la estructura de la vegetación, estimada cómo el volumen maderable de árboles de gran porte (diámetro basal >40 cm) y calculada a partir de imágenes LiDAR en 2012 (previo a las cortas) y 2017 (posterior). No obstante, no podemos descartar que las cortas selectivas no hayan reducido la cantidad de recursos para las aves. Además, tampoco podemos descartar que los trabajos de corta y extracción no hayan producido molestias que a su vez hayan reducido el uso de estas áreas y, en consecuencia, limitado el crecimiento poblacional. Dado el bajo tamaño muestral del presente estudio, recomendamos incrementar el número de parcelas incluyendo las 37

que se muestrearon en 2012 con el fin de estimar con precisión tanto las tendencias poblacionales como la magnitud de su relación con los tratamientos forestales.

Volviendo a subrayar que los bajos tamaños muestrales no permiten extraer conclusiones robustas que permitan comprender los mecanismos subyacentes al estancamiento en el crecimiento poblacional, lo más conservativo bajo este escenario sería evitar, o al menos restringir en la medida de lo posible, los trabajos forestales de corta y extracción maderera, tanto espacial (máximo de unas pocas hectáreas por parcela de 30 ha) cómo temporalmente (unos pocos días entre octubre y enero), con el fin de evitar la deserción de los picos territoriales y de no limitar el asentamiento de las aves en dispersión.

Por último, en base a estos resultados y al conocimiento previo generado en Izki, proponemos las siguientes líneas de investigación para mejorar la comprensión de los efectos de la gestión forestal sobre la población de pico mediano en Izki:

- Incrementar los tamaños de muestra de los parámetros reproductivos a partir de una muestra anual de 12 a 20 nidos monitoreados desde el inicio de la reproducción (construcción de los nidos), con el fin de evaluar los efectos de los tratamientos forestales sobre la eficacia biológica individual y, a medio-largo plazo, sobre la dinámica poblacional.
- Estudio del efecto de la hiedra (bayas para la alimentación y semillas en la base de los nidos) en la reproducción del pico mediano en Izki, así como el efecto de los tratamientos forestales sobre la hiedra.
- Estudios genéticos que examinen el grado de variabilidad genética y su proximidad genética a otras poblaciones, con el fin de estimar la conectividad regional y la viabilidad poblacional. Además, evaluar la posibilidad de que la población de Izki se corresponda con una 'unidad de conservación genética' de vital importancia a la hora de conservar la diversidad genética de la especie, lo que resaltaría aún más el interés de conservación del marojal del Parque Natural de Izki en el contexto europeo.

ABSTRACT

Within the frame of the project 'Interreg POCTEFA – Habios', in 2019 we studied the variation in the density of territories of the middle spotted woodpecker (*Dendrocoptes medius*) in 11 plots of 28-30 ha in the Natural Park of Izki (Álava, Basque Country). The density of territories was estimated by using the same protocol previously applied in 2012 and 2015 in the same plots. The aims were: (i) to examine the population trend from the changes in the density of territories across years (2012, 2015, 2019); (ii) to evaluate whether the variation in the density of territories was affected by selective cuttings performed between 2012 and 2015, mainly associated with forest management actions to improve and regenerate the Pyrenean oak forest in Izki within the actions C1 and C3 of the Forest Management Action Plan; and (iii) to determine whether selective cuttings had significant effects on vegetation structure. With these goals, we re-estimated the density of territories in the plots in 2012 and 2015 by standardizing the method to make comparable the abundance of woodpecker territories among the three years.

We found a significant effect of the selective cuttings on the density of territories of middle spotted woodpecker. While the density of territories increased significantly in the control plots (n=5) after forest management actions (in 2015 and 2019 in relation to 2012), the density of territories was relatively stable in the plots subjected to selective cuttings (n=6). However, the mechanisms underlying the negative effect of the selective cuttings remain unclear. We did not find a significant effect of selective cutting on the structure of the vegetation, estimated as the volume of wood from large diameter trees (dbh>40 cm) and calculated from LiDAR images in 2012 (before cuttings) and 2017 (after cuttings). Nevertheless, we cannot discard the possibility that selective cuttings have reduced the amount of key resources for the birds. Moreover, we cannot discard that the works associated with cutting and extracting wood have yielded disturbances that, in turn, have reduced the use of these areas and, consequently, have limited the growth of the population. Given the low sample size in this study, we recommend increasing the number of plots by including the 37 plots

sampled in 2012 to estimate accurately both the population trend and the magnitude of its relationship with forest management practices.

Highlighting once again that the low sample sizes do not allow us achieving robust conclusion on our understanding of the mechanisms underlying the disruption in population growth, the most conservative action under this scenario would be avoiding, or at least restricting as much as possible, the works for cutting and extracting wood, both spatially (maximum a few hectares for each plot of 30 ha) and temporally (a few days between October and February), with the aim of avoiding the desertion by territorial woodpeckers and to avoid limiting the territorial settlement of dispersing birds.

Last, on the basis of these results and the previous knowledge in Izki, we propose the following research lines to improve our understanding of the effects of forest management practices on the population of the middle spotted woodpecker in Izki.

- To increase sample sizes related to reproductive parameters by gathering representative annual samples (12-20 nests) from the beginning of the reproduction (nest construction), with the aim of assessing the effects of forest management practices on the individual fitness and, at the medium-long term, on population dynamics.
- To study the effect of the ivy (berries as food for nestlings and use of seeds in the nests) on the breeding performance of the middle spotted woodpecker in Izki, as well as the effects of forest management practices on the ivy.
- To perform genetic studies to explore the genetic variability and the genetic proximity to other populations, with the aim of estimating the regional connectivity and population viability. In addition, to evaluate the hypothesis that the population from Izki corresponds to a 'genetic conservation unit' essential to preserve the species' genetic diversity, which would highlight even more the interest for preserving the Pyrenean oak forest of the Natural Park of Izki from a European perspective.

INTRODUCCIÓN

1.1. La población de pico mediano de Izki

El pico mediano (*Dendrocoptes medius*) es un especialista forestal asociado al arbolado caducifolio maduro de corteza rugosa del Paleártico Occidental (Pasinelli 2003). Junto a otras poblaciones del norte ibérico, la población del Parque Natural de Izki se localiza en el límite suroccidental del rango de distribución de la especie (Onrubia *et al.* 2003; figura 1). Con más de 300 territorios, la población de pico mediano del Parque de Izki es una de las más importantes en el ámbito ibérico (Onrubia *et al.* 2003, Ciudad & Robles 2013). Además de por su tamaño, la importancia de la población de Izki radica en su localización estratégica en la zona de transición entre la Cordillera Cantábrica y los Pirineos franceses, por lo que podría servir de conexión entre las poblaciones centroeuropeas e ibéricas occidentales.

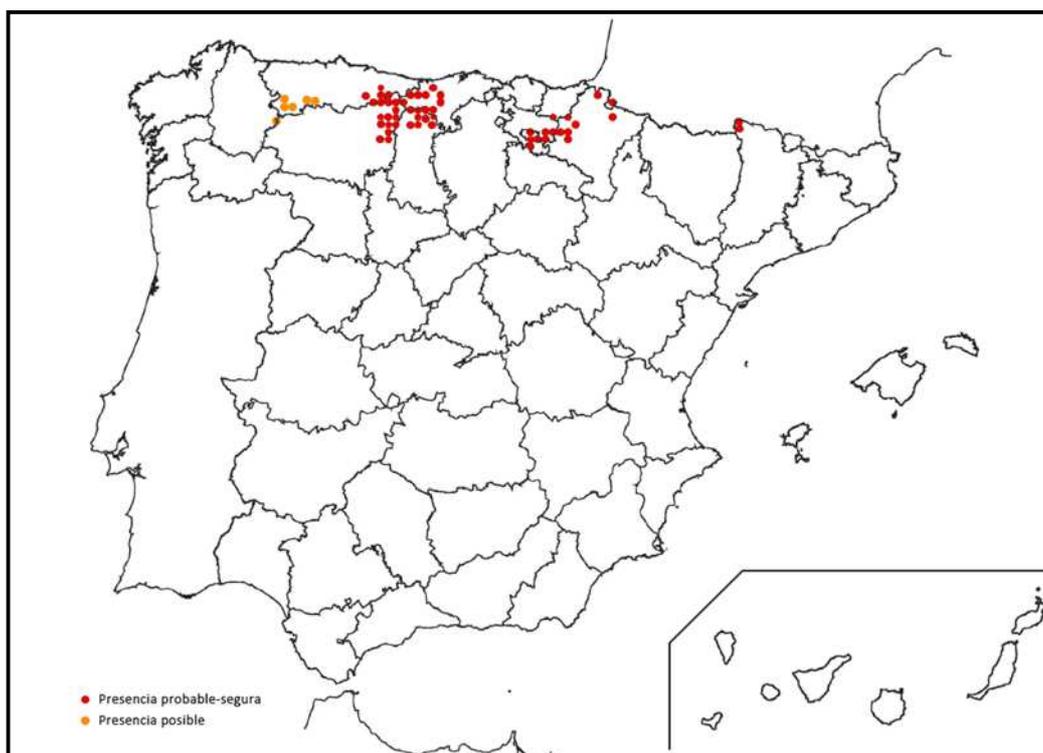


Figura 1. Mapa de distribución del pico mediano en la Península Ibérica (modificado de Onrubia *et al.* 2003). En rojo cuadrículas de 10 x 10 km con presencia probable o segura y en naranja cuadrículas con presencia posible (no detectada en los últimos censos realizados; García-Fernández *et al.* 2002,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

El pico mediano está fuertemente especializado en la búsqueda de alimento en los árboles caducifolios de corteza rugosa, principalmente robles (Pettersen 1983, Pasinelli & Hegelbach 1997, Pasinelli 2000, Robles *et al.* 2007). En Izki, estos picos buscan alimento mayoritariamente en los robledales dominados por el marojo (*Quercus pyrenaica*) (Ciudad & Robles 2013). Las mayores densidades de territorios se encuentran en las áreas con mayores abundancias de robles, hayas y chopos 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”, financiado 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 evaluar el efecto de las acciones de gestión forestal sobre la conservación del hábitat del pico mediano en el Parque Natural y Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA) de Izki (para más información véase <https://www.habios.eu/>).

En 2012, desarrollamos, en el marco del proyecto LIFE+ PRO-Izki (<http://www.izkilife.com/index.php/es/>) un estudio detallado de la distribución, abundancia y selección de hábitat del pico mediano en Izki (Ciudad & Robles 2013). Dicho estudio ha sentado las bases para profundizar en el conocimiento y el seguimiento de la población. En 2015 realizamos el seguimiento de la abundancia de territorios de pico mediano en 11 de las 37 parcelas monitoreadas en 2012 (Robles & Ciudad 2015). Ya en el ámbito del proyecto POCTEFA -Habios, en la primavera de 2019 se volvió a estimar la abundancia de territorios en las mismas 11 parcelas previamente inspeccionadas en 2012 y 2015.

En este trabajo pretendemos evaluar los cambios en la densidad de territorios de pico mediano entre 2012, 2015 y 2019 con el fin de comprender los efectos de las cortas

selectivas efectuadas desde 2012 sobre la población de pico mediano en el Parque Natural de Izki.

Los objetivos específicos del presente estudio son los siguientes:

1. Estimar el cambio en la densidad de territorios entre 2012, 2015 y 2019 en las 11 parcelas de seguimiento (6 parcelas tratadas y 5 parcelas control).
2. Evaluar si los cambios en la densidad de territorios están relacionados con los tratamientos forestales en forma de cortas efectuadas desde 2012.
3. Examinar la variación en la estructura de la vegetación entre anualidades, así como la posible influencia de las cortas de selección.
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

Situado en la comarca de la Montaña Alavesa (Álava, País Vasco), el Parque Natural de Izki ocupa 9143 hectáreas y se distribuye por los términos municipales de Arraia-Maeztu, Bernedo y Campezo. El Parque Natural de Izki (figura 2), también declarado Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA ES2110019) y Zona de Especial Conservación (ZEC), se enmarca en la Región Bioclimática Eurosiberiana, aunque dada su cercanía a la Región Mediterránea presenta algunas características climáticas propias de una zona de transición (Martín 2005).

Con una altitud media de 800 m sobre el nivel del mar (rango aproximado: 610-1175 m), el Parque de Izki se caracteriza por ser un terreno eminentemente forestal ($\approx 77\%$ de la superficie total). La superficie no arbolada se encuentra ocupada por roquedos, cursos fluviales, lagunas, matorrales, pastizales y zonas de cultivo. El bosque predominante es el marojal (40.2% de la superficie total; figura 2), que se distribuye de forma casi continua por la cubeta arenosa que atraviesa el río Izki, caracterizada por la presencia de suelos bien drenados y laderas luminosas (Martín 2005). De manera similar a otros enclaves de la Península Ibérica ocupados por marojal (Tárrega & Luis 1990, Blanco *et al.* 1997, Robles *et al.* 2007, Loidi *et al.* 2011), los bosques del Parque de Izki han sido degradados históricamente (Gobierno Vasco 2015) a través de roturaciones agrícolas, talas y quemas frecuentes. El interior de la masa de marojal está atravesado por galerías de bosques fluviales y 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 (*Populus* spp.) y abedules (*Betula* spp.). Además, en el interior del marojal también se pueden encontrar pequeños bosquetes de roble pedunculado (*Q. robur*).

El hayedo (*Fagus sylvatica*) conforma el segundo tipo de bosque en extensión del Parque (19.9%; figura 2), y ocupa principalmente las zonas altas (por encima de los 750-800 m de altitud) que rodean el marojal. Tanto en algunas zonas bajas con laderas de suelos ricos, frescos y húmedos, como en algunos de los crestos de las partes

altas, nos encontramos con quejigares (*Q. faginea*), que ocupan el 9.9% de la superficie de Izki.

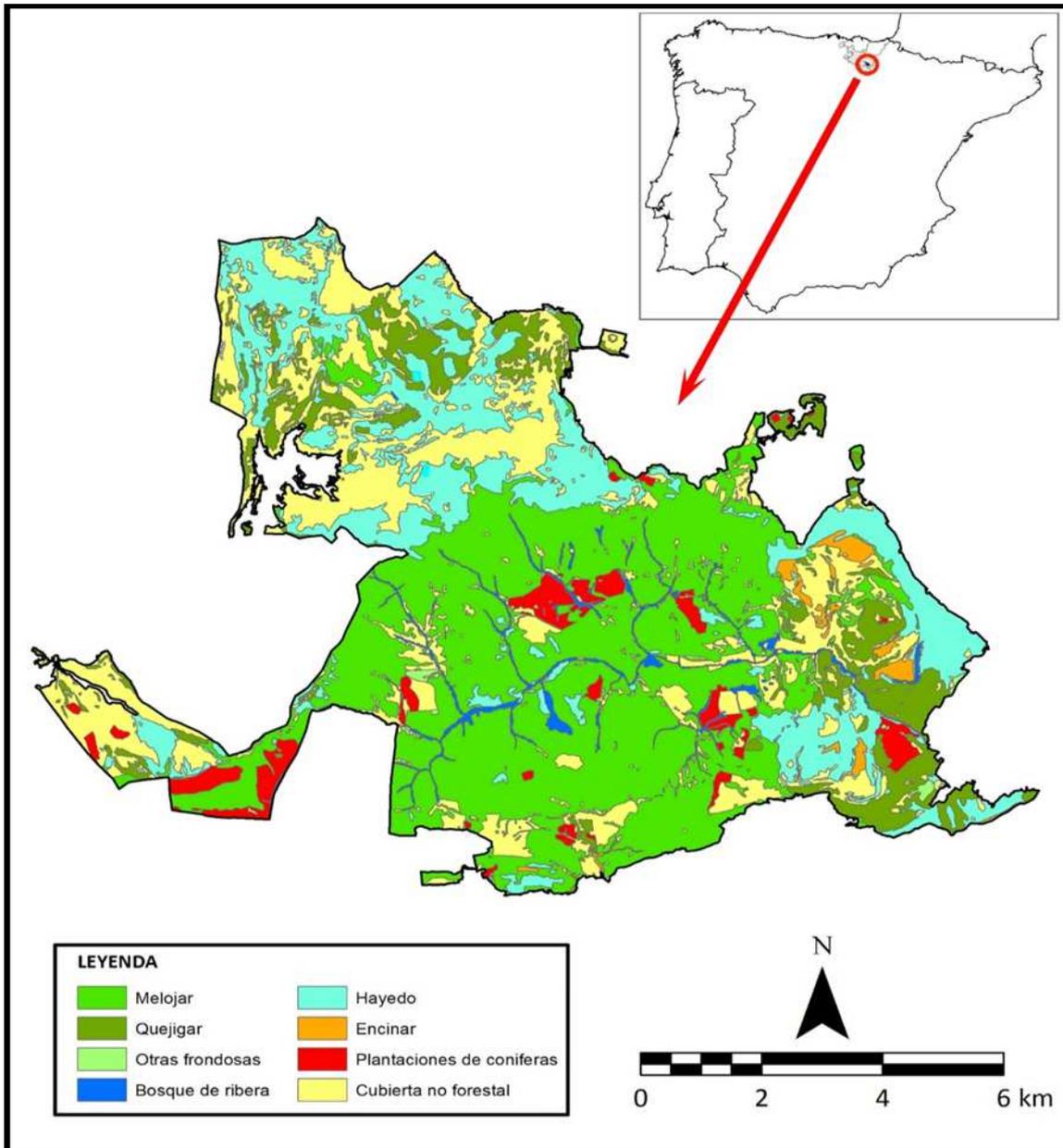


Figura 2. Situación del Parque Natural – Zona de Especial Protección Para las Aves (ZEPA) de Izki y mapa de los tipos de vegetación elaborado en ArcGIS 9.2 a partir de la información del Mapa Forestal de la Comunidad Autónoma del País Vasco (CAPV) de 2010.

Los encinares (*Q. ilex*) ocupan terrenos expuestos y sometidos a una fuerte insolación (Loidi *et al.* 2011), y tienen una escasa representación en el Parque (1.2%; figura 2). Por último, una fracción del Parque de Izki también está ocupada por plantaciones

forestales (Martín 2005), mayoritariamente compuestas de coníferas (3.8%; figura 2) y, en menor medida, de frondosas (0.2%; figura 2).

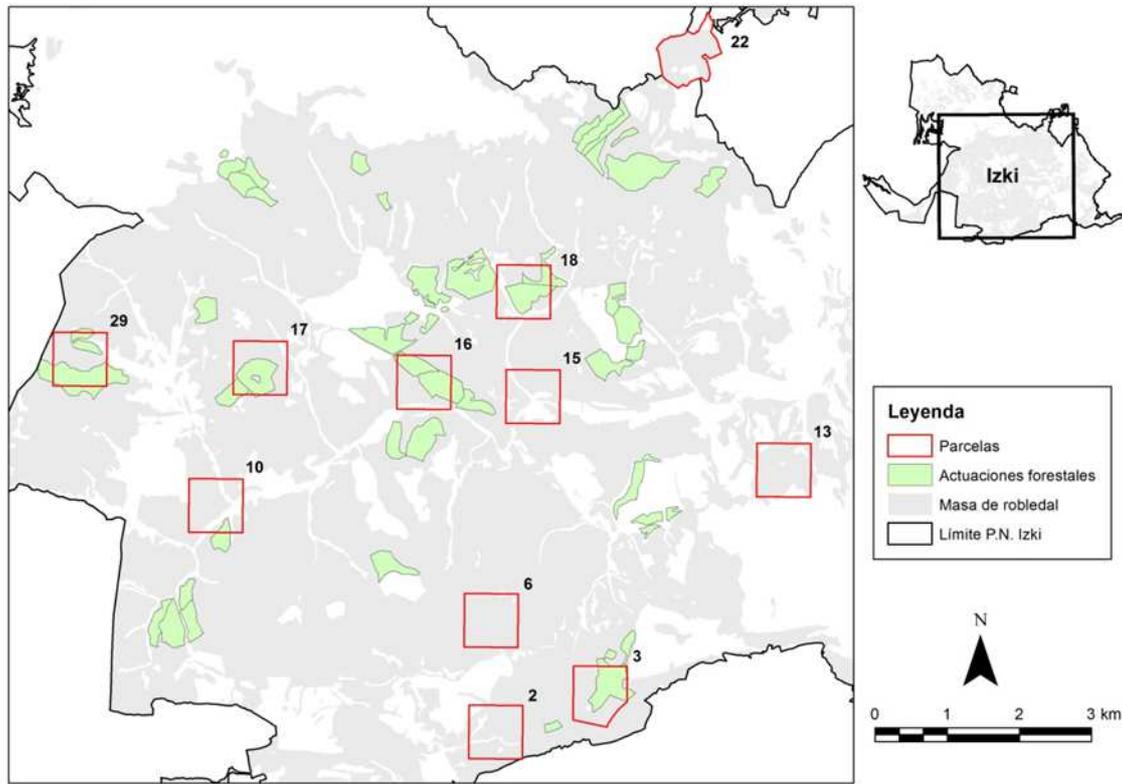


Figura 3. Localización de las 11 parcelas de seguimiento (polígonos rojos) muestreadas en 2012, 2015 y 2019. Los polígonos verdes muestran las áreas de actuación forestal planificadas, consistentes mayoritariamente en cortas selectivas asociadas a las acciones C1 y C3 del Plan Forestal del Marojal de Izki.

El hábitat de cría del pico mediano en Izki está constituido fundamentalmente por marojal, alcanzando las máximas abundancias de territorios en bosques mixtos con árboles de gran porte (diámetro basal DBH \geq 36 cm) donde el marojo dominante se mezcla con otros árboles caducifolios tales como hayas y chopos (Ciudad & Robles 2013).

2.1.1. Parcelas de seguimiento

El estudio de la variación de la densidad de territorios de pico mediano se realizó en 11 parcelas previamente seleccionadas en 2012 y 2015 para el estudio de inventariado y caracterización ecológica del pico mediano (figura 3, véase Ciudad & Robles 2013 y

Robles & Ciudad 2015). Estas 11 parcelas tuvieron densidades de 0.3-0.8 territorios/10 ha y estuvieron constituidas por marojales mezclados en mayor o menor medida con otras frondosas (Ciudad & Robles 2013, Robles & Ciudad 2015). De las 11 parcelas de seguimiento (figura 3), seis estuvieron sometidas a actuaciones de gestión forestal asociadas con cortas selectivas que se desarrollaron en el periodo 2012-2015. Las cinco parcelas restantes no estuvieron sometidas a claras selectivas, por lo que fueron tratadas como parcelas-control (figura 3).

2.2. Seguimiento de la densidad de territorios de pico mediano

En la primavera de 2019, los integrantes del Servicio de Vigilancia del Parque Natural y el personal técnico contratado estimaron la densidad de territorios en las 11 parcelas seleccionadas en 2012 y 2015. En siete parcelas, los mismos observadores cartografiaron los territorios en las tres anualidades. Además, todos los observadores fueron adecuadamente asesorados y adiestrados con el fin, entre otros objetivos, de estandarizar los criterios de cartografiado. La densidad de territorios se estimó siguiendo el mismo protocolo que en anteriores anualidades; es decir, realizando 5 visitas a cada parcela de estudio, separadas 7-10 días entre sí, durante la estación pre-reproductora (desde mediados de marzo hasta inicios de mayo), coincidiendo con el periodo de máxima territorialidad (Robles *et al.* 2008, Ciudad & Robles 2013). Del mismo modo, cada parcela se inspeccionó a unas 20 ha/hora, parando cada 100 m para alternar la reproducción de las vocalizaciones del pico mediano (“*kweek calls*” y “*rattle calls*”; sensu Pasinelli 2003) durante 30 segundos con 45 segundos de escucha, repitiendo la operación una vez más en caso de no detectar presencia de la especie (Robles & Olea 2003, Robles *et al.* 2007, Ciudad & Robles 2013). Tan solo se usó la reproducción de las vocalizaciones para detectar la presencia de picos medianos, procurando así evitar atraer individuos de otras áreas. Una vez detectadas las aves, se siguieron y anotaron las señales de actividad, tanto visuales como acústicas, en mapas a escala aproximada 1:4000 con el fin de cartografiar los territorios (Robles & Olea 2003, Robles *et al.* 2008, Ciudad & Robles 2013). Los mapas de contactos resultantes de cada visita fueron interpretados posteriormente para delimitar los territorios

resultantes. En muchos casos, el hallazgo de nidos activos permitió confirmar la atribución de los territorios.

2.3. Cambios en la estructura de la vegetación

Para evaluar los cambios en la estructura de la vegetación, el Servicio de Cartografía de Hazi calculó, mediante el uso de imágenes LiDAR, los volúmenes (m^3/ha) maderables de marojo (la especie dominante) en las parcelas de estudio. En particular, se usaron las imágenes de los vuelos de 2012 y 2017 (HAZI 2019), que corresponden con el periodo previo a las cortas selectivas (2012) y con el periodo posterior a dichas cortas (2017), efectuadas entre 2012 y 2015. Puesto que los picos medianos en Izki utilizan árboles de gran porte sobre los que buscan alimento (Ciudad & Robles 2013), se calcularon los volúmenes maderables para los árboles con un diámetro basal superior a 40 cm.

2.4. Análisis de los datos

2.4.1. Revisión de las estimas de densidad de territorios

La estima de la densidad de territorios de pico mediano no es tarea fácil, especialmente en zonas de alta densidad (Robles 2004), como es el caso en Izki. Para intentar usar los mismos criterios y evitar sesgos de múltiples observadores, una única persona (H.R.) que no participó en los muestreos de campo estimó y revisó las estimas de densidades de 2012, 2015 y 2019 a partir de la información suministrada por los observadores de campo. Con el fin de evitar sobreestimar la densidad de territorios (Robles 2004), se hizo hincapié en la identificación de individuos transeúntes no territoriales (Robles & Olea 2003, Robles & Ciudad 2012). Con este mismo fin, descartamos los casos en los que sólo una fracción minoritaria (<20%) de los territorios estuvo incluida en una parcela determinada; es decir, estimamos la densidad de pico mediano contabilizando todos los territorios en los que la mayor parte de su superficie (>80%) se ubicó dentro de los límites de las parcelas de muestreo (Ciudad & Robles 2013). Contabilizamos como medio territorio aquellos casos en los que las

observaciones estuvieron similarmente distribuidas dentro y fuera de la parcela (~30-70% de la superficie). Aunque los métodos de censo utilizados no permiten determinar con exactitud la distribución de los territorios, estas técnicas de cartografiado permiten calcular una buena aproximación de la densidad de territorios de pico mediano, especialmente cuando lo que se pretende en este caso es realizar estimas de abundancia relativa que puedan servir para comparar las densidades de territorios entre parcelas (Robles 2004). La revisión de las densidades produjo, en algunos casos, estimas ligeramente diferentes a las registradas para 2012 y 2015 en Robles y Ciudad (2015).

2.4.2. Análisis estadísticos de la densidad de territorios

Examinamos la variación en la densidad de territorios de pico mediano entre 2012, 2015 y 2019 mediante un modelo generalizado lineal mixto (GLMM) implementado en el paquete 'lme4' (Bates *et al.* 2015) dentro de R 3.4.3 (R Development Core Team 2017). En un primer análisis, examinamos el efecto del año sobre la densidad de territorios con el fin de evaluar la tendencia general en el tiempo. Incluimos la identidad de la parcela como un factor aleatorio ('*random*') para controlar por la dependencia potencial asociada a múltiples observaciones para una misma parcela.

En un segundo análisis, examinamos el efecto de los tratamientos forestales mediante un diseño experimental antes-después-control-tratamiento (BACI en sus siglas inglesas *Before-After-Control-Impact*), adecuado para evaluar los efectos de los tratamientos forestales sobre las aves (ej. Robles *et al.* 2012). Con este fin, usamos nuevamente un GLMM con la densidad de territorios como variable dependiente, pero con el periodo (año control previo al tratamiento: 2012 vs. años posteriores al tratamiento: 2015 y 2019) y el tratamiento (control vs. tratamientos forestales a través de cortas selectivas) como variables explicativas. Volvimos a incluir la identidad de la parcela como un factor *random*. Una interacción significativa "periodo" x "tratamiento" indicaría un fuerte efecto de las actuaciones forestales sobre la densidad de territorios (Robles *et al.* 2012).

2.4.3. Análisis estadísticos de la estructura de la vegetación

De manera similar a los análisis de la densidad de territorios, examinamos la variación en la estructura de la vegetación (volúmenes maderables de marojos con diámetro >40 cm) mediante GLMMs. En un primer análisis, examinamos el efecto del año (2012 versus 2017) como factor “fijo” con la identidad de la parcela como factor aleatorio (*random*).

En un segundo análisis, examinamos el efecto de los tratamientos forestales en los volúmenes maderables. El periodo (año control previo al tratamiento: 2012 vs. años posteriores al tratamiento: 2015 y 2019) y el tratamiento (control vs. tratamientos forestales a través de cortas selectivas) fueron incluidas como variables explicativas (factores “fijos”), y la identidad de la parcela como un factor *random*. Una interacción significativa “periodo” x “tratamiento” indicaría un fuerte efecto de las cortas selectivas sobre los volúmenes maderables.

RESULTADOS

3.1. Cambios en la densidad de territorios de pico mediano

No encontramos diferencias significativas en la densidad de territorios de pico mediano entre 2012, 2015 y 2019 (tabla 1; GLMM con test de Tukey para las comparaciones dos a dos entre años: todos los valores de $p > 0.2$). Sin embargo, encontramos un efecto significativo de las cortas forestales en la densidad de territorios de pico mediano (tabla 1; interacción “periodo” x “tratamiento mediante cortas”: estimador del parámetro = -0.446, ES = 0.096, $t = -4.661$, $p < 0.001$, R^2 -marginal = 0.258, $n = 36$). Mientras que la densidad de territorios se incrementó mayoritariamente en las parcelas control después del tratamiento, en las parcelas sometidas a cortas selectivas la densidad de territorios de pico mediano se mantuvo relativamente estable (tabla 1, figura 4).

Tabla 1. Número de territorios de pico mediano y volumen maderable de árboles de gran porte (marojos con diámetro basal >40 cm) estimado con imágenes LiDAR en las 11 parcelas de seguimiento. Se indica la superficie de las cortas que se solapan con las parcelas y, entre paréntesis, la superficie total de los rodales donde se efectuaron las cortas.

Parcela	Tamaño (ha)	Tratamiento forestal (cortas)	Superficie cortas selectivas (ha)	Territorios (número)			Volumen (m^3/ha)	
				2012	2015	2019	2012	2017
2	30.25	Control		2	3	4	39.1	45.0
3	29.90	Tratamiento	11.2 (13.5)	2	2	2	42.4	51.2
6	30.25	Control		1	3	3	41.7	50.4
10	30.25	Tratamiento	1.16 (4.3)	2	1	1	40.0	42.2
13	30.25	Control		1	2	2	33.0	33.6
15	30.25	Control		1	2	2	44.5	50.2
16	30.25	Tratamiento	12.61 (20.65)	1	1	1	62.3	60.9
17	30.25	Tratamiento	12.4 (15.7)	2	2	2	40.0	44.4
18	30.25	Tratamiento	11.3 (14.1)	2	2	1	35.0	36.9
22	27.75	Control		1	1	1	39.7	41.0
29	30.25	Tratamiento	14.5 (24.1)	2	2	2	22.7	29.2

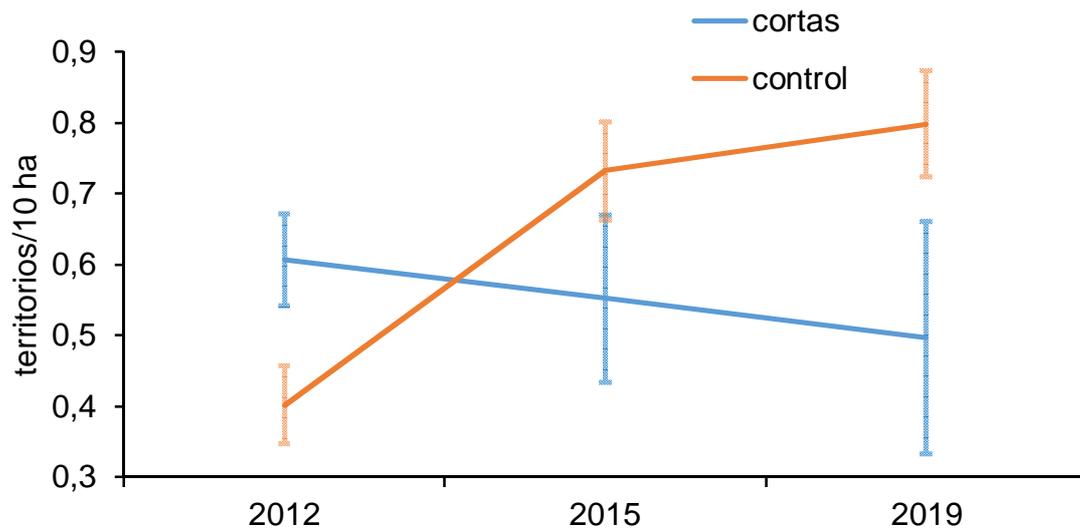


Figura 4. Promedio y error estándar de la densidad de territorios de pico mediano (territorios/10 ha) en las 5 parcelas control y en las 6 parcelas sometidas a cortas selectivas. Nótese el fuerte incremento en la densidad de territorios después de las cortas (2015 y 2019) en las parcelas control, pero no en las parcelas sometidas a cortas selectivas.

3.2. Cambios en la estructura de la vegetación

El volumen maderable de árboles de gran porte se incrementó significativamente entre 2012 y 2017 (figura 5; estimador del parámetro = 4.052, E.E. = 0.700, $t = 5.785$, $p < 0.001$, R^2 -marginal = 0.043, $n = 22$). No obstante, el bajo valor del R^2 -marginal sugiere que el tamaño del efecto es reducido (~4.3% de la variabilidad se debe a posibles diferencias interanuales). No encontramos un efecto significativo de las cortas forestales en el volumen maderable de árboles de gran porte (tabla 1; interacción “periodo” x “tratamiento mediante cortas”: estimador del parámetro = -0.737, E.E. = 1.432, $t = -0.515$, $p = 0.6$, $n = 22$).

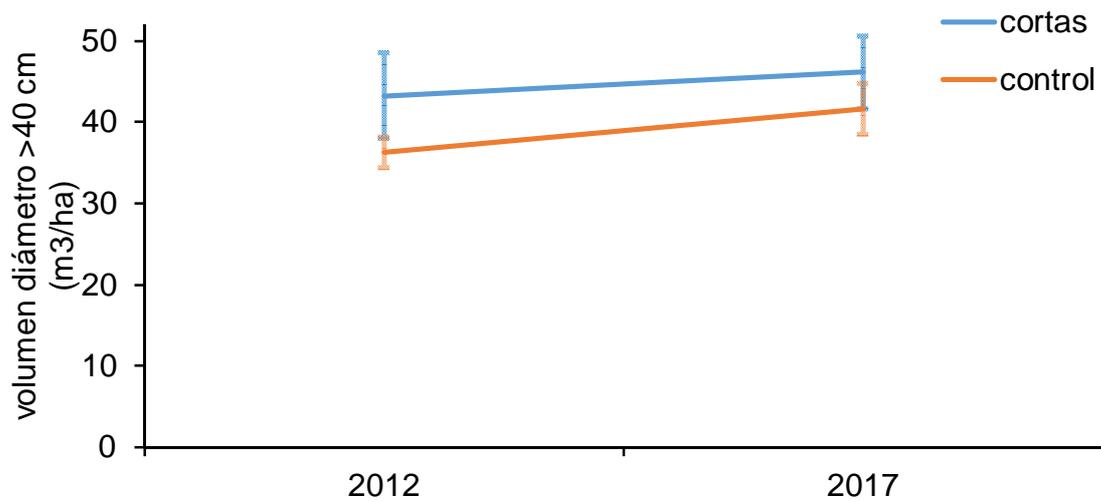


Figura 5. Promedio y error estándar del volumen maderable de los árboles de gran porte (marojos con diámetro basal >40 cm) en las 5 parcelas control y en las 6 parcelas sometidas a cortas selectivas. Nótese el ligero incremento entre 2012 y 2017, similar para las parcelas control y para las parcelas tratadas.

DISCUSIÓN

4.1. Cambios en la densidad de territorios y efecto de las cortas selectivas

Encontramos un efecto significativo de las cortas selectivas, principalmente debido a un incremento en la densidad de territorios de pico mediano en las parcelas control frente a la densidad relativamente estable en las parcelas sometidas a tratamiento después de que se efectuaran las cortas (tabla 1). Estos resultados sugieren que los tratamientos forestales en forma de cortas selectivas, aun siendo relativamente pequeños en extensión (menos de la mitad de la superficie de las parcelas) pueden frenar significativamente el crecimiento poblacional del pico mediano.

Los mecanismos por los que las cortas selectivas han podido frenar el crecimiento poblacional de las aves no están claros. No encontramos un efecto significativo de las cortas en la estructura de la vegetación, estimada a partir de los volúmenes maderables de árboles de gran porte (diámetros basales >40 cm); es decir, de árboles importantes para la búsqueda de alimento por el pico mediano en Izki (Ciudad & Robles 2013). La ausencia de significación estadística del efecto de las cortas selectivas puede deberse a los bajos tamaños muestrales. Otra posibilidad es que la variable “volúmenes maderables” utilizada en este estudio no esté captando la disponibilidad de recursos (alimento, refugio, etc.) para el pico mediano, pero que las cortas selectivas sí hayan reducido la cantidad de recursos. Finalmente, una alternativa no excluyente de las anteriores es que los tratamientos en forma de cortas selectivas hayan provocado molestias que modifiquen el comportamiento de las aves y, en consecuencia, hayan afectado al crecimiento poblacional. Por ejemplo, podría ser que las aves prefirieran no usar, o usar en menor grado, las áreas expuestas a las posibles molestias por las cortas y la extracción de madera.

Independientemente de los mecanismos subyacentes al estancamiento en el crecimiento poblacional, y aun volviendo a subrayar que los bajos tamaños muestrales no permiten extraer conclusiones robustas, lo más conservativo bajo este escenario sería evitar, o al menos restringir en la medida de lo posible, las actuaciones forestales en forma de cortas selectivas. Aunque los datos disponibles no permiten cuantificar cómo restringir las cortas selectivas, parece razonable pensar que, además de las

restricciones en superficie, los trabajos forestales de corta y extracción deberían estar limitados en el tiempo con el fin de evitar la deserción de los picos territoriales y de no limitar el asentamiento de las aves en dispersión. En este sentido, los trabajos forestales deberían producirse fuera del periodo de dispersión y asentamiento de los juveniles en verano (junio-julio en Izki, véase Robles *et al.* 2019) así como del periodo de asentamiento territorial que probablemente comienza alrededor de febrero. Teniendo en cuenta este escenario, y evitando también el periodo de emparejamiento y reproducción primaveral (febrero a junio), las actuaciones forestales deberían evitarse entre febrero y julio. Tal vez el menor impacto de las actuaciones se produzca cuando las cortas y extracciones de madera se efectúen de manera restringida espacial (máximo de unas pocas hectáreas por parcela de 30 ha) y temporalmente (unos pocos días) en el periodo otoño-invernal comprendido entre octubre y enero.

A pesar del efecto negativo de las cortas selectivas, la abundancia de territorios de pico mediano se mantuvo estable entre anualidades, mientras que en las parcelas control el número de territorios se incrementó significativamente. Dicho incremento poblacional es poco probable que se debiera a cambios en el hábitat producidos en los años de estudio, dado el lento crecimiento de los árboles que conforman el marojal. De hecho, incluso si el volumen de madera se incrementó significativamente entre 2012 y 2017, el tamaño del efecto fue muy bajo y, probablemente, insuficiente como para incrementar substancialmente la cantidad de recursos necesarios para el pico mediano. Más probable es que mecanismos demográficos debidos a cambios en el hábitat (i.e., en el marojal) a escala local y/o regional a más largo plazo (ej. a lo largo de décadas), hayan llevado, por inercia demográfica, a un incremento poblacional.

El efecto significativo de las cortas selectivas en la densidad de territorios de pico mediano en Izki disiente con la ausencia de una relación significativa en un informe anterior para las mismas 11 parcelas de seguimiento (Robles & Ciudad 2015). Dicha discrepancia puede deberse a un incremento del tamaño de muestra (de dos a tres anualidades) a través de la incorporación de los datos de 2019 y/o a la revisión de las

estimas de abundancias de territorios con el fin de estandarizar las mediciones de años diferentes.

Cabe resaltar que, en general, los resultados de este estudio deben tomarse con precaución debido al bajo tamaño muestral. Recomendamos, por tanto, incrementar el número de parcelas incluyendo las 37 que se muestrearon en 2012 (Ciudad & Robles 2013) con el fin de estimar con mayor precisión tanto las tendencias poblacionales como la magnitud de su relación con determinados tratamientos forestales, en especial las cortas selectivas asociadas a las acciones C1 y C3 del Plan Forestal del Marojal de Izki (Lasala *et al.* 2013), pero también con otras cortas efectuadas fuera del marco de este proyecto.

4.2. Futuras líneas de trabajo para mejorar el conocimiento de los efectos de la gestión forestal sobre la población de pico mediano

Hasta el momento, los proyectos LIFE+ PRO-Izki y POCTEFA – Habios han hecho un intento por evaluar los efectos de la gestión forestal sobre la población de pico mediano teniendo en cuenta, principalmente, los cambios en la densidad de territorios. Sin embargo, para evaluar adecuadamente el efecto de los tratamientos silvícolas es necesario evaluar cómo éstos afectan a otros componentes de la eficacia biológica ('fitness') individual, con consecuencias demográficas y en la dinámica poblacional. Teniendo en cuenta este objetivo general, exponemos a continuación las áreas de investigación a nuestro juicio más interesantes para abordar en próximos proyectos.

- Los tratamientos forestales pueden tener efectos significativos en el éxito reproductivo del pico mediano, con consecuencias importantes a medio-largo plazo sobre la dinámica poblacional. A pesar del esfuerzo realizado en los últimos años para monitorear la reproducción de un número significativo de nidos, es vital incrementar los tamaños muestrales de los parámetros reproductivos desde el inicio de la reproducción con el fin de profundizar en las causas que pueden estar detrás de cambios poblacionales. Los mecanismos

demográficos detrás de los cambios poblaciones son diferentes si las aves ponen un número reducido de huevos que si, por ejemplo, el éxito de eclosión es bajo o los pollos volanderos presentan una baja condición física. Para llegar a comprender estos mecanismos es necesaria una inversión considerable con el fin de evaluar múltiples parámetros reproductivos de un número significativo de parejas en cada anualidad (12-20 parejas), lo que no parece abordable, en términos de tiempo y esfuerzo, exclusivamente por el inestimable Servicio de Vigilancia del Parque.

- Siguiendo con el punto anterior, es fundamental entender qué está determinando la condición física de los juveniles, lo que a su vez determinará su supervivencia y movilidad y, en consecuencia, la capacidad de renovación de la población. En este sentido animamos a incrementar el número de parámetros relacionados con la condición física de los juveniles, tales como la reflectancia de la coloración rojiza rica en carotenoides de la corona y el contenido en hemoglobina de las aves. En estos últimos años estamos recogiendo información de estos parámetros en los picos medianos de la Cordillera Cantábrica con excelentes resultados que sugieren un fuerte potencial de estos parámetros como indicadores de la condición física y viabilidad de los pollos y adultos de pico mediano.
- Otra línea interesante está relacionada con la elevada presencia de bayas de hiedra en las heces de los pollos, así como con la alta prevalencia de semillas de hiedra en la base de los nidos. Comprender la magnitud de la importancia de la hiedra para la reproducción del pico mediano en Izki merece estudios en profundidad. Por ejemplo, las bayas de hiedra podrían proveer a los pollos de ciertos nutrientes positivamente relacionados con su condición física y, en consecuencia, con capacidad para sobrevivir y dispersarse, promoviendo así el flujo génico y la renovación de la población. El estudio de la importancia de la hiedra en la reproducción del pico mediano, así como el efecto de los tratamientos forestales sobre la hiedra, puede ayudar a una mejor comprensión de la dinámica poblacional del pico mediano en Izki.

- Una excelente herramienta para estimar la conectividad regional y la viabilidad poblacional del pico mediano en Izki, son los estudios genéticos sobre el grado de variabilidad genética y la proximidad genética a otras poblaciones. Como ya hemos comentado anteriormente (Robles & Ciudad 2015), la situación geográfica estratégica de Izki, a caballo entre las poblaciones cantábricas y las centroeuropeas en el límite suroccidental de distribución de la especie, puede determinar que la población de Izki se corresponda con una “unidad de conservación genética” de vital importancia a la hora de conservar la diversidad genética de la especie. De hecho, en la actualidad diversos investigadores europeos estamos desarrollando un estudio genético a través del uso, entre otros marcadores genéticos (véase Kamp *et al.* 2019), de microsatélites de ADN específicamente desarrollados para el pico mediano mediante muestras cantábricas (Vila *et al.* 2008). Dicho estudio tiene, entre otros objetivos, el fin de establecer unidades de conservación genética para la protección de algunos de los bosques de planifolias más interesantes para el pico mediano a nivel continental. En este sentido, el seguimiento demográfico de la población y la inclusión de muestras genéticas resaltarían aún más el interés de conservación del marojal del Parque de Izki a escala europea.

LITERATURA ORIENTATIVA

- 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.
- 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.
- GARCÍA-FERNÁNDEZ, J., ÁLVAREZ, E. & FALAGÁN, J. 2002. El Pico Mediano *Dendrocoptes 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.
- HAZI FUNDAZOIA. 2019. Proyecto LIFE HEALTHY Forest – Informe final de HAZI Fundazioia. 298 pp.
- KAMP, L., PASINELLI, G., MILANESI, P., DROVETSKI, S.V., KOSINSKI, Z., KOSSENKO, S., ROBLES, H. & SCHWEIZER, M. 2019. Significant Asia-Europe divergence in the middle spotted woodpecker (Aves: Picidae: *Dendrocoptes medius*). *Zoologica Scripta*, DOI: 10.1111/zsc.12320.
- LASALA, D., SABÍN, P., TRASSIERRA, A. & GARCÍA, I. 2013. *Plan de Gestión Forestal del marojal de Izki*. Informe técnico para el proyecto LIFE+ PRO-Izki.
- 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.
- MARTÍN, R. 2005. *Izki Parque Natural*. Departamento de Urbanismo y Medio Ambiente. Diputación Foral de Álava, Vitoria-Gasteiz.

- 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*. Ministerio de Medio Ambiente-SEO/BirdLife, 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.
- 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. 2012. Influence of habitat quality, population size, patch size, and connectivity on patch-occupancy dynamics of the middle spotted woodpecker. *Conservation Biology* 26: 284-293.
- 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. & OLEA, P.P. 2003. Distribución y abundancia del pico mediano (*Dendrocopos medius*) en una población meridional de la Cordillera Cantábrica. *Ardeola* 50: 275-280.

- ROBLES, H. 2004. *Distribución y estrategias de la vida del pico mediano Dendrocopos medius en una población fragmentada. El papel de la estructura del hábitat*. Tesis doctoral, Universidad de León, León.
- ROBLES, H., CIUDAD, C. & MATTHYSEN, E. 2012. Responses to experimental reduction and increase of cavities by a secondary cavity-nesting bird community in cavity-rich Pyrenean oak forests. *Forest Ecology and Management* 277: 46-53.
- ROBLES, H., CIUDAD, C. & PORRO, Z. 2019. Supervivencia, movimientos y selección del hábitat de los juveniles de pico mediano en Parque Natural de Izki. Informe científico-técnico para el Proyecto Interreg POCTEFA habios.
- 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. 2007. 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.
- VILA, M., ROBLES, H., CIUDAD, C., OLEA, P.P. & BAGLIONE, V. 2008. Isolation and characterization of 12 microsatellites markers in the middle-spotted woodpecker (*Dendrocopos medius*). *Molecular Ecology Resources* 8: 415-417.