

# ***Aplicación y seguimiento de medidas de conservación para la carraca europea (Coracias garrulus) en el Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà***



Cristina Fernández García  
Diciembre 2017



*Aplicación y seguimiento de medidas de conservación para la  
carraca europea en el PN Aiguamolls de l'Empordà*



## RESUMEN EJECUTIVO

El financiamiento de Endesa S.A. permitió aplicar medidas de conservación para la carraca europea (*Coracias garrulus*) en 2017 así como estudiar los parámetros reproductores de los nidos presentes en instalaciones eléctricas en la zona del parque natural dels aiguamolls de l'Empordà (PNAE).

- El número final de cajas nido **disponibles para la carraca fue 65**, de las que casi la mitad (30) fueron de la marca Schwegler, adquiridas y colocadas por ENDESA en el marco del **proyecto Coracias**. Estas cajas destacan por la calidad y resistencia de su material y por lo tanto **suponen una mejora substancial de la calidad de las cajas nido para reproducción de carraca europea en el Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà**.
- Las **26 cajas nido de la zona experimental de la Rubina** (de calidad inferior a las Schwegler) **no registraron ninguna ocupación** debido a que el ave tarda unos dos años a acostumbrarse al nuevo elemento.
- **Se registró una elevada ocupación de las cajas nido** (66 % de las cajas disponibles) por varias especies de las cuales un 80% fueron en cajas nido marca Schwegler.
- En total **se han detectado 22 parejas de carraca reproduciéndose en cajas nido siendo esta la especie más abundante en las cajas nido monitoreadas** y representando hasta el 56% de las ocupaciones totales.
- Las fechas de puesta de carraca se dividieron en dos periodos diferenciados, **las tempranas (15/05-12/06) y las tardías (15/06-25/06)**.
- Los **tamaños de puesta de carraca fueron de entre 3 y 6 huevos con una media de 4,27 huevos por nido**.
- El **éxito de eclosión** (% nidos que eclosionan al menos un huevo) **fue de un 68,18% y el éxito reproductor de las parejas** (% de parejas que consiguen volar mínimo un pollo) **fue exactamente del 50%**.
- **Las puestas más pequeñas** (de 3 y 4 huevos) **coincidieron con las más tardías** que se asociaron a puestas de reposición. Además estas parejas tardías, **registraron una menor tasa de eclosión**.
- En relación a los **diferentes sectores de estudio** (PNAE I al norte y PNAE II al sur), **se observaron diferencias importantes en el éxito reproductor**. Así pues, **en el sector sur ninguna pareja de carraca tuvo éxito** probablemente debidos a depredaciones de los adultos ya que se encontraron huevos y/o pollitos en la mayoría de nidos analizados.
- Tres individuos de carraca fueron marcados con emisores GPS-VHF para conocer sus movimientos. Se registraron dos desapariciones de adultos con GPS por depredación de sus nidos. **El dominio vital**

**de la pareja** que se pudo controlar en todas las fases de la reproducción **se estimó en 43 ha**, calculado a partir del Mínimo Polígono Convexo 90%.

- La **distancia media de las localizaciones respecto al nido fue de 212 m** con un desplazamiento máximo detectado de 852 m. La mayor parte de las localizaciones se situaron en el rango de los 100-200m con casi el 40% de las mismas.
- El hecho de que alguna de las tres parejas marcadas pueda volver la temporada siguiente gracias a las dotaciones de los GPS con placas solares, permitiría conocer, en un futuro, la ruta migratoria de esta ave que se cree que podría seguir un camino distinto a sus congéneres de la altamente poblada y estudiada área de Extremadura. La posibilidad de recogida y análisis continuada de datos en el tiempo, permitirá obtener una base consistente para estimar las tendencias poblacionales y conocer más a fondo la biología de la carraca europea en la zona del Alt Empordà donde nunca antes se han analizado este tipo de parámetros.

## ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN .....	1
	1.1.La carraca europea .....	1
	1.2.Biología y ecología de la especie .....	2
	1.3.Antecedentes y problemática .....	4
	1.4.Área de estudio .....	5
2.	OBJETIVOS .....	6
3.	CAPÍTULO PRIMERO .....	7
	3.1.Metodología .....	7
	3.2.Resultados y discusión .....	10
4.	CAPÍTULO SEGUNDO .....	11
	4.1.Metodología .....	11
	4.2.Resultados y discusión .....	17
5.	CAPÍTULO TERCERO .....	24
	5.1.Metodología .....	24
	5.2.Resultados y discusión .....	29

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. La carraca europea

La carraca europea (*Coracias garrulus garrulus*) (Linnaeus 1758) es un ave de tamaño medio; 30-32 cm de pico a cola, 66-73 cm de envergadura alar, y un peso de 127-160 g los machos y 130-153 g las hembras (Cramp 1986). La taxonomía de la carraca europea (*a partir de ahora solo se citará el nombre vulgar*) es la siguiente:

- Orden: *Coraciiformes*
- Familia: *Coraciidae*
- Género: *Coracias*
- Especie: *Coracias garrulus*
- Subespecie (para la zona Europea): *Coracias garrulus garrulus* (Linnaeus 1758)

Lejos de su apariencia de córvido, la carraca no es una passeriforme y de hecho, es el único representante de su familia que habita en el continente Europeo. Como la mayoría de pájaros de origen tropical y subtropical, la carraca luce un plumaje bañado en una gama de azules que lo hacen inconfundiblemente bello. Aunque esta especie no presenta dimorfismo sexual, los polluelos alcanzan el vuelo con una tonalidad ligeramente más pálida que sus progenitores (**figuras 1 y 2**).



**Figura 1.** Ejemplares adultos muy coloridos de carraca europea en un nido natural en un plátano de sombra del Parque Natural dels Aiguamolls de l'Empordà. (fuente: Ramón Faura)



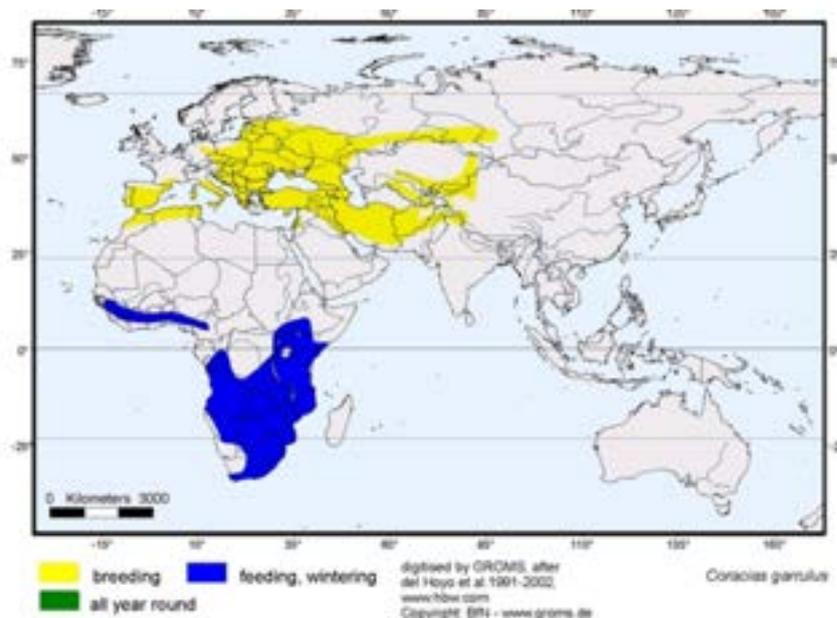
**Figura 2.** Polluelos de carraca con el plumaje más pálido caídos de un nido en una palmera devastada por el picudo rojo (coleóptero). (fuente: Cristina Fernández)

## 1.2. Biología y ecología de la especie

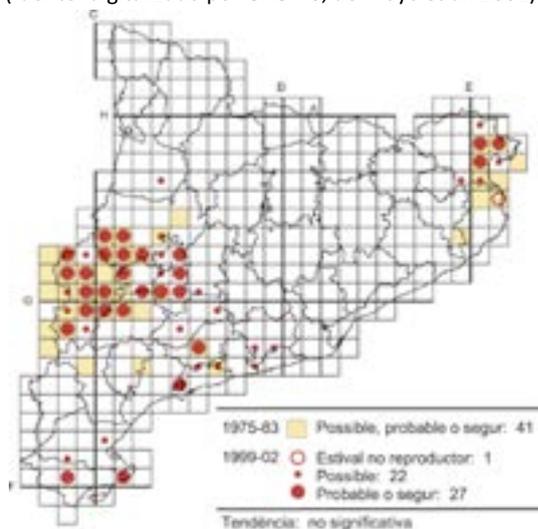
La carraca es un ave migratoria intercontinental que hiberna de octubre a mayo en África subsahariana y establece su área de cría en el Paleártico, desde el norte de África, los países mediterráneos, parte de la Europa oriental y las vastas estepas rusas hasta el Himalaya (**figura 3**). En verano, su hábitat preferencial suelen ser aquellos lugares cálidos de hasta 1000 m de altura en Europa y 2000 en Marruecos. Se suele establecer en campos abiertos con vegetación y edificios dispersos, mayoritariamente en ambientes agrícolas y ganaderos (del Hoyo *et al.* 2001). En Cataluña se trata de un ave estival donde la mitad de individuos que se observan se encuentran de paso y la otra mitad finalmente se establece para reproducirse. La carraca europea se encuentra estrechamente ligada a ambientes agrícolas y ganaderos de carácter extensivo donde principalmente utiliza secanos que le proporcionan suficiente alimento y tiende a evitar zonas transformadas en regadíos intensivos (Estrada 2004). Su dieta incluye principalmente insectos grandes (entre 10 y 30 mm), generalmente ortópteros como saltamontes, grillos y langostas, aunque también se pueden alimentar de pequeños vertebrados como mamíferos, anfibios y reptiles (del Hoyo *et al.* 2001) que, normalmente, caza directamente del suelo y pocas veces al vuelo precipitándose desde algún posadero alto (árboles poco frondosos o apoyos eléctricos) desde el cual, previamente, detecta a su presa (Fernández 2015).

El área de nidificación en Cataluña está constituida por dos núcleos principales; el más extenso en la plana de Lleida y otro más reducido, en la plana empordanesa, juntamente a algunos nidificantes locales en las comarcas meridionales de Tarragona (**figura 4**). Se trata de una especie monógama, solitaria y territorial. La reproducción se comprende en un período de 3 meses aproximadamente (de mayo a julio) y la puesta, que suele ubicar en árboles maduros, taludes o agujeros de edificaciones antiguas (Folch 2000), es de 3 a 6 huevos aunque habitualmente pone 4 o 5. Los huevos son totalmente blancos, redondos, con una cúspide suave en uno de los extremos y una medida media de 32,7 x 27,2 mm (Muntaner *et al.* 1983). Se realiza una única puesta, aunque podría darse una segunda puesta de reposición si la primera fracasara. El período de incubación es de 17 a 19 días, y se trata de una tarea compartida a modo de relevos entre los dos progenitores (Fernández 2015), mientras que el tiempo que pasa desde la eclosión de los huevos hasta los primeros vuelos de los pollos, se alarga entre 25 y 30 días más.

Además, los jóvenes volanderos son asistidos en la alimentación (cuidado parental) por sus progenitores, unas 3 semanas después de registrarse los primeros vuelos, a la vez que aprenden a cazar sus propias presas (del Hoyo *et al.* 2001).



**Figura 3.** Distribución mundial de la carraca europea. En amarillo el área de cría y en azul, la zona de ibernada. (fuente: digitalizado por GROMS, del Hoyo *et al.* 2001)



**Figura 4.** Distribución de la carraca europea en Cataluña. Cuadrantes UTM 10x10. En ocre, datos de presencia del altles dels ocells nidificants de Catalunya y Andorra (1975-1983) y en círculos granates, datos del altas dels ocells nidificants de Catalunya y Andorra más recientes (1999-2002) (fuente: Estrada *et al.* 2004)

### 1.3. Antecedentes y problemática

En los últimos años el nivel de conservación de la especie ha mejorado, pasando de estar cerca de la amenaza (NT) a ser de preocupación menor (LC) en el ámbito Europeo (BirdLife International 2015) y la tendencia poblacional en el ámbito estatal y autonómico parece que por el momento a corto termino se mantiene. La población nidificante europea, se estima entre 75.000-158.000 parejas (BirdLife International 2015), representado el 40% de la población mundial. Esta población se encuentra fragmentada y globalmente en regresión (Tucker & Heath 1994) cuyas causas principales son la reducción de cavidades naturales donde establecer el nido (Avilés *et al.* 2000) y la intensificación de la agricultura (Avilés & Parejo 2004). Por este motivo, en muchas zonas de cría para la carraca se ha optado los últimos años por instalar cajas nido artificiales, principalmente en torres eléctricas que cruzan ambientes rurales abiertos, con el objetivo de mejorar el estado de conservación de la especie. Durante los primeros años de seguimiento en el parque natural dels Aiguamolls de l'Empordà (a partir de ahora lo abreviaremos PNAE) se conocen datos de una población nidificante de entre 3 y 6 parejas hasta el año 2000 (Montràs *et al.* 2000) que posteriormente experimentó un gran aumento entre el 2006 y el 2014 con un máximo de 26 parejas establecidas y 23 nidificantes seguras (Burgas 2009). La causa de dicho aumento se presenta evidente con la coincidencia de la colocación progresiva de cajas nido en los años 2000, 2008 y 2009 de la mano de Endesa y el PNAE, que habrían suplantado el déficit de cavidades naturales de la zona (Lindermayer *et al.* 2009). El seguimiento más reciente (2014-15) nos indica que se está produciendo un preocupante declive local de la población, con datos para la temporada 2015 de 14 parejas establecidas y solo 9 con éxito reproductor (Fernández 2015). Bajo este pretexto, el presente informe justifica la realización del proyecto en la necesidad real de aplicar varias medidas de conservación y gestión para esta especie, como la colocación de cajas nido, cuyo éxito es plausible en otras zonas de la península (Rodríguez *et al.* 2011) y así intentar frenar su declive o incluso evitar su posible desaparición local futura. Bajo este pretexto el proyecto pretende tener continuidad anual para comprobar el éxito relativo de las actuaciones realizadas este primer año, mediante un programa específico de seguimiento, así como introducir nuevas acciones de mejora cuando sea necesario.

#### 1.4. Área de estudio

El área de estudio se centró en el PNAE (42º 13'N, 3º 05'E), situado en la bahía de Rosas, comarca del Alt Empordà y provincia de Girona, con una extensión de 4.721,55 ha, de las cuales, 824,54 ha se encuentran altamente protegidas ya que pertenecen a la Reserva integral. El PNAE, se divide en 3 áreas denominadas polígonos, de las cuales el proyecto abarcó las dos primeras (polígono I y II, a partir de ahora PNAE I y PNAE II), ya que es donde la especie objetivo se encuentra presente históricamente (**figura 5**). La zona presenta un mosaico paisajístico compuesto mayoritariamente por cultivos de regadío (arroz, maíz y girasoles), de secano (trigo y cebada), forrajes (raigrás y alfalfa) y las “closes” (terrenos poligonales pequeños) que se pueden subdividir en prados húmedos (pastos para búfalas) y secos (pastos de vacas y caballos).



**Figura 5.** Área concreta de estudio. En rojo el Polígono I y en azul el Polígono II (fuente: modificado de google maps®).

## 2. OBJETIVOS

El objetivo principal de este estudio ha sido aplicar medidas de conservación concretas y dirigidas a favorecer el estado de conservación de la población reproductora de carraca europea en la zona del Parque Natural dels Aiguamolls de l'Empordà.

Para ello se han realizado tres bloques de acciones que hemos dividido por capítulos:

1. Retirada de las cajas nido deterioradas y colocación de nuevas cajas de alta durabilidad incrementando la disponibilidad de lugares de nidificación dónde la carraca pudiera llevar a cabo la puesta de forma segura.
2. Estudio ocupacional y análisis de los parámetros reproductores en todas las fases de desarrollo de los pollos para conocer su éxito, evolución y preferencias.
3. Seguimiento de tres parejas gracias a la colocación de aparatos GPS para conocer sus movimientos y dominios vitales durante la reproducción.

### 3. CAPÍTULO PRIMERO

#### 3.1. Metodología

Esta primera fase del proyecto constó de tres acciones:

- La prospección de las cajas nido a retirar y selección de emplazamientos para colocar las nuevas
- La retirada de los nidos deteriorados
- La colocación de los nidos nuevos

Estas tres acciones se realizaron en el mismo orden que se describen, de manera consecutiva y se finalizaron antes del 15 de Abril, fecha estimada de llegada de los primeros ejemplares de carraca después de su larga migración. Es muy importante respetar esta fecha para que, a su llegada, las carracas ya puedan empezar a familiarizarse con las cajas nido y no denoten cambios que puedan afectar a su ocupación (Avilés et al. 1999).

Para la prospección se hicieron varias visitas a pie por toda la zona junto con un técnico especialista de COMSA S.A. Las cajas nido objetivo a ser retiradas, debido a su mal estado, fueron fácilmente identificables a simple vista o en algunas ocasiones, con la ayuda de prismáticos (marca Opticrón Oregon 4 LE WP 10x42). Estas cajas de madera fueron colocadas antiguamente durante los periodos del 1999-2000 y posteriormente algunas fueron substituidas en el año 2009. El avanzado deterioro del material (**figura 6**), debido a su baja resistencia a las inclemencias del tiempo, sobretodo a los fuertes vientos del norte que castigan la zona, había registrado una elevada perdida de cajas al año (Fernández 2015), suponiendo un elevado peligro para la especie e incluso la posibilidad de causar bajas en convertirse en trampas naturales si se descolgaran durante el periodo reproductor.



**Figura 6.** Caja Nido antigua de madera. Detalle del deterioro del material.

En cuanto a la selección de los emplazamientos para colocar las nuevas cajas nido se intentaron respetar al máximo las antiguas ubicaciones donde anteriormente había criado la carraca aplicando algunos criterios de mejora descritos en estudios anteriores (Fernández 2015) como la orientación de la entrada, la altura de la caja y respetar las distancias entre cajas contiguas para evitar la competencia intra e interespecífica. De esta manera, se colocaron todas las cajas que fueron posibles orientadas al Este y las que la torre presentaba algún impedimento estructural, se colocaron con una ligera inclinación hacia el Sur-Este. La altura elegida fue 5 metros con el conocimiento que, debido a la escasa disponibilidad de estructuras en la zona donde poder hacer el nido (Fernández 2015), la mayoría de nidos naturales se encuentran entre 3 y 5 metros de altura. Asimismo, en anteriores estudios se constataron depredaciones por mamíferos terrestres en nidos artificiales que se encontraban alrededor de los 8 metros de altura, lo cual indica que la altura no evita la detección ni impide a estos depredadores llegar

hasta sus presas. Por otro lado, los prerequisites de las instalaciones obligan a extremar la seguridad al aumentar la altura, por lo que 5 metros desde la base, es el límite (en las líneas de media tensión) para poder operar con más normalidad y sin necesidad de hacer un descargo en la línea, lo que facilitaría en un futuro, su manipulación y control y el hecho de continuar con un seguimiento apropiado de la especie para conocer su evolución.

Para la retirada de cajas dañadas se usó un todoterreno-grúa operado por los trabajadores de COMSA S.A. y se desatornillaron, en la mayoría de los casos, las cajas junto con el soporte metálico que las sostenían. Con el objetivo de ahorrar tiempo, dinero y de reducir emisiones de CO<sub>2</sub>, en las ubicaciones compartidas, donde se tenía que retirar el nido antiguo y colocar el nuevo, se aprovechaba el mismo viaje para realizar las dos acciones.

Seis de los antiguos nidos retirados fueron reacondicionados y recolocados junto a otros 20 nidos de madera en una zona experimental en palos de madera aislados y en una línea de baja tensión. Esta zona de la Rubina cuenta con unas “closes” pertenecientes al camping Castell-mar que presentan un gran potencial debido a su alta disponibilidad de alimento y el hecho de ser zona de paso del ave. De esta forma, con la colocación de estas cajas se pretende estudiar si la escasez de huecos donde nidificar era el factor limitante y de ahora en adelante se puede revertir esta escena. En este caso se han podido utilizar estas cajas de madera mucho más sencillas ya que sus emplazamientos se encuentran en lugares de fácil acceso, donde con el seguimiento y control adecuado, se podrán substituir fácilmente si se ocupan en un futuro o bien si se acaba de deteriorar su material pudiendo perjudicar las condiciones de nidificación del ave.

En cuanto a las cajas nido nuevas, se eligió la marca alemana Schwegler debido a su composición de un material ultra resistente de hormigón-cartón que las hace altamente duraderas y resistentes tanto a las inclemencias del tiempo como a la proliferación de parásitos y hongos. Se colocaron 30 cajas de dos modelos diferentes. 20 nidos del modelo (1FNA) que se presenta como un nido cúbico horizontal con apertura lateral (**figura 7**) usadas en torres eléctricas metálicas de media tensión y 10 nidos del modelo (CGA) que se presenta como un nido cilíndrico vertical con la apertura frontal (**figura 9**) y se usaron básicamente en torres de hormigón o de madera de media y baja tensión. La mitad de los nidos

horizontales cuentan con una rampa interior (**figura 8**) como sistema antidepredación, lo que imposibilita la entrada de mamíferos y aves depredadoras a la misma. Para su colocación en las torres se utilizaron diferentes sistemas de anclaje de hierro forjado adaptados a los 3 tipos de soporte. Estos soportes metálicos se atornillaron a las cajas y se anclaron a las torres a presión con fuerzas opuestas ya que éstas, no se pueden agujerear.



**Figuras 7-9.** Modelos cajas nido nuevas marca Schwegler. De izquierda a derecha, caja nido horizontal modelo 1FNA, detalle de la rampa antidepredación en el modelo 1FNA, caja nido vertical modelo CGA.

### 3.2 Resultados y discusión

El PNAE contó, para la temporada de cría 2017, con **65** cajas nido a disposición de la carraca europea. De estas, 30 cajas totalmente nuevas de la marca Schwegler se colocaron reemplazando las antiguas de madera que se encontraban deterioradas, aunque algunas de las cajas nido antiguas no se llegaron a retirar debido a su ocupación en el momento de la realización de los trabajos por otras especies como el estornino común (*Sturnus vulgaris*). Por esa razón, a parte de las **30** cajas nido nuevas, este año la carraca contó con **9** cajas antiguas que se sumaron a las **26** (20 financiadas por el camping Castell Mar y 6 de las antiguas recuperadas) colocadas en la zona experimental de la Rubina.

De las 39 cajas nido en la zona del PNAE, 21 se ubicaron en el Polígono I (norte) y 18 en el Polígono II (sur) como se muestra en el mapa (**Anexo, mapa 1**).

Cabe puntualizar que debido a las colaboraciones con personal del Departament de Territori i Sostenibilitat de la Generalitat de Catalunya que gestionan proyectos similares para el cernícalo primilla (*Falco naumanni*), nos facilitaron las localizaciones de varias cajas nido cuyas ocupadas por carraca y que aunque no entraban dentro del área de estudio, se decidieron controlar debido a su proximidad y a la certeza de que forman parte del mismo núcleo reproductor de l'Alt Empordà. Al introducir esta zona en

el momento de la cría de los pollitos, no se pudieron contabilizar ni los nidos ni sus ubicaciones, solo se trabajó con el número de pollitos y su anillamiento y toma de datos biométricos que se muestran en el capítulo siguiente.

**Tabla 1:** Resumen de la cantidad de nidos por zona y según el origen de su financiamiento. 9 nidos de madera mantenidos en el PNAE y 6 recolocados en la zona experimental de la Rubina, 30 nidos Schwegler financiados por ENDESA S.A. y 20 financiados por el camping Castell Mar.

Zona	PNAE		RUBINA (zona experimental)	TOTAL
<b>Financiado por:</b>	Nidos madera	Schwegler	Nidos madera	
Antiguos	9			9
ENDESA		30	6	36
Camping			20	20
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>30</b>	<b>26</b>	<b>65</b>

## 4. CAPÍTULO SEGUNDO

### 4.1. Metodología

Durante el seguimiento de la especie que duró desde que esta llega a finales de abril hasta que acaban de volar todos los pollos a mediados de agosto, se siguieron métodos preestablecidos anteriormente para determinar la ocupación de nidos y territorios, el estudio de los parámetros reproductores y el anillamiento y toma de medidas biométricas de las crías.

Para la ocupación de nidos y territorios se siguió un método observacional (con prismáticos y telescopio (KOWA TSN 773 25-60X)) en los casos de más difícil acceso al territorio) en el cual el observador se detiene en un punto fijo (los puntos se eligen en base a la bibliografía histórica conocida y a las aportaciones *in situ* de compañeros, colaboradores y trabajadores del PNAE) cercano a alguno de los nidos (a unos 100 m de distancia del nido para evitar molestias al ave, sensible a la presencia humana) durante un máximo de 30 minutos y anota el número de individuos observados en ese área a la vez y el comportamiento que presentan. En cuanto a la determinación la ocupación de un territorio, se consideró que una pareja estaba establecida, cuando se hubiera observado a uno o más individuos más de 4 veces en un mismo territorio durante una misma semana. También se consideró que un nido

estaba ocupado cuando como mínimo se hubiera registrado la entrada de uno o los dos individuos más de 3 veces. Por último, se consideró pareja nidificante aquella que permaneciera en un mismo nido pasadas 2 semanas desde su ocupación y presentara un comportamiento claro de alguna de las 4 etapas reproductivas (usualmente la etapa 2; la incubación de la puesta) (Fernández 2015). En todos los casos se repitieron las observaciones hasta obtener datos concluyentes.



Figura 10. Trabajos de identificación de las cajas nido a retirar con el telescopio.



Figuras 11 y 12. Ejemplares adultos de carraca europea empezando a establecerse en los nidos nuevos.



**Figura 13.** Pareja de carraca europea saliendo de un nido recién ocupado para ir a cazar.

Los parámetros reproductores se analizaron en 3 fases. En la primera se recontó el número de huevos de la puesta a partir del momento en que se observaba el comportamiento de incubación. Esta acción se llevó a cabo con dos métodos distintos dependiendo de las características del nido y del terreno. De este modo, algunas puestas fueron recontadas visualmente desde la cesta de un coche grúa de COMSA S.A. y otras se determinaron gracias al material multimedia registrado desde la base de la torre eléctrica con una cámara wifi (Live camera Systems) dispuesta con luz de led frontal. Siempre que fue posible se uso el segundo método mucho menos invasivo y molesto para los huéspedes. De la recogida de estos datos se extrajo el total de parejas reproductoras, considerando a aquellas que hubieran iniciado la puesta con uno o más huevos y los tamaños de las puestas (**figuras 14-16**).



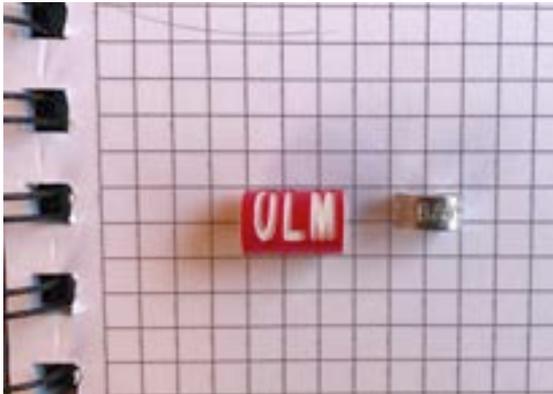
**Figuras 14-16.** Diferentes tamaños muestrales de tres parejas reproductoras de carraca europea. De izquierda a derecha, seis huevos en una caja nido Schwegler horizontal, cinco huevos en una caja Antigua de madera y 4 huevos de una puesta tardía en una caja Schwegles vertical.

En la segunda fase, se calculó el número de huevos eclosionados a partir del contaje de polluelos vivos, muertos y cascarones encontrados en los nidos unos días después de nacer. Con estos datos se consideró una puesta con éxito de eclosión cuando uno o más huevos hubieran eclosionado. Todas las visitas en estas dos primeras fases fueron de no más de 5 minutos y respetando el máximo silencio posible para interferir lo más mínimo en esta delicada fase de la crianza.



**Figuras 17 y 18.** Recuento de huevos y pollitos para calcular el éxito y la tasa de eclosión de las puestas. En la izquierda una puesta con tres pollitos recién nacidos y un último huevo por eclosionar. En la derecha cuatro pollitos con unos siete días de vida aproximadamente.

En la fase final, se tomaron medidas biométricas de los polluelos restantes en el nido (unos 4-5 días antes de realizar su primer vuelo) para conocer su estado (peso, longitud de la cuarta primaria (P4) y carga parasitaria) y se anillaron con una anilla metálica (siguiendo las recomendaciones del ICO respecto al modelo de anilla) en la pata derecha y una anilla de lectura a distancia de PVC (roja con código alfanumérico en blanco proveniente de la estación biológica de Doñana) en la pata izquierda. En esta fase, se accedió a todos los nidos posibles con el coche grúa, se tapó el agujero de entrada de la caja y se extrajeron los pollitos uno a uno por su apertura habitual. Estos fueron depositados en una bolsa de algodón y bajados al pie de la torre donde, en una estación de anillamiento portátil, se les tomaron las medidas y dispusieron las anillas siempre que se hubiera alcanzado el tamaño adulto del tarso para seguidamente ser devueltos al nido. Finalmente, con estos datos, se consideró una pareja con éxito de vuelo aquella que consiguiera sacar adelante 1 o más pollitos que llegaran a poder alzar el vuelo.



**Figuras 19 y 20.** Trabajos de anillamiento de pollitos de carraca europea. A la izquierda detalle de una anilla de PVC de lectura a distancia y una anilla metálica. A la derecha detalle de un pollo de carraca recién bajado del nido con una bolsa de algodón para ser anillado y medido.



**Figuras 21 y 22.** Toma de datos biométricos y anillamiento de los polluelos. De izquierda a derecha, medición de la cuarta primaria (P4) y peso de los polluelos.



**Figura 23.** Estación de anillamiento y toma de datos biométricos.

Durante el los trabajos de seguimiento de los nidos ocupados, se llevó a cabo paralelamente el control de las muertes de adultos, huevos y/o pollos y identificando, en cada caso, el posible origen del problema así como el tipo de depredador. La identificación se llevó a cabo in situ y ex situ (recogida del material o registro fotográfico completo) con la ayuda de bibliografía especializada dependiendo de cada caso.



**Figura 24.** Cajas nido que han sufrido depredación de los adultos. De izquierda a derecha detalle del esqueleto de un pollito muerto y dos huevos sin eclosionar y a la derecha tres pollitos de unos siete días en estado de putrefacción.

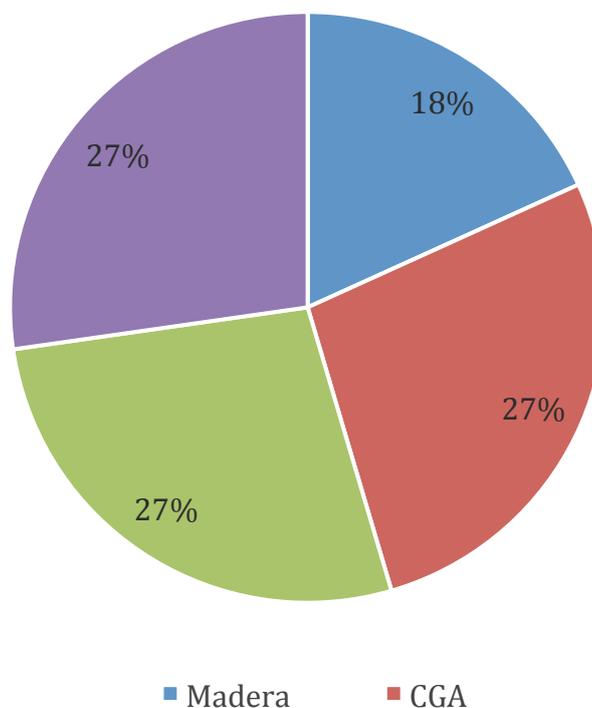
#### 4.2. Resultados y discusión

Los resultados de ocupación se han analizado de forma general teniendo en cuenta todas las especies que han ocupado las cajas nido y los diferentes tipos de nidos existentes en la actualidad en el PNAE, así como un análisis más específico centrado en nuestra especie objetivo y en las cajas nuevas, marca Schwegler, para poder conocer su viabilidad.

De esta misma forma se han excluido de los análisis las 26 cajas nido de la zona experimental de la Rubina ya que las nuevas localizaciones de nidos suelen tardar una media de dos años en ser ocupados y así en la Rubina no hubo ninguna pareja reproductora durante esta temporada .

De las 39 cajas restantes en el PNAE, este año 2017 se registraron 26 ocupaciones de tres especies diferentes (*Ottus scops*, *Passer domesticus* y la especie objetivo *Coracias garrulus*) representando un

**66,67%** del total (Anexo, mapa2). Al centrarnos en las cajas nido nuevas, se contabilizaron 21 parejas, es decir, el **70%** de las cajas nuevas acogieron a diferentes aves para llevar a cabo sus puestas. Además, un **80%** del total de las ocupaciones fueron en cajas nido nuevas, lo que indica que la carraca y por los general también otras especies tienden a elegir los nidos marca Schwegler muy por encima de los de madera. Esto puede ser debido a su mayor espacio interior, su confort y aislamiento del exterior o por encontrarse a una altura y orientación óptimas (5 m, E). En cuanto a los porcentajes de ocupación entre los diferentes modelos de nidos Schwegler los análisis no revelan ninguna preferencia (**figura 25**), por lo tanto los 3 modelos (CGA, 1FNA1 (sin rampa antidepredación) y 1FNA2 (con rampa antidepredación)) se consideran un óptimo para la cría de la carraca.



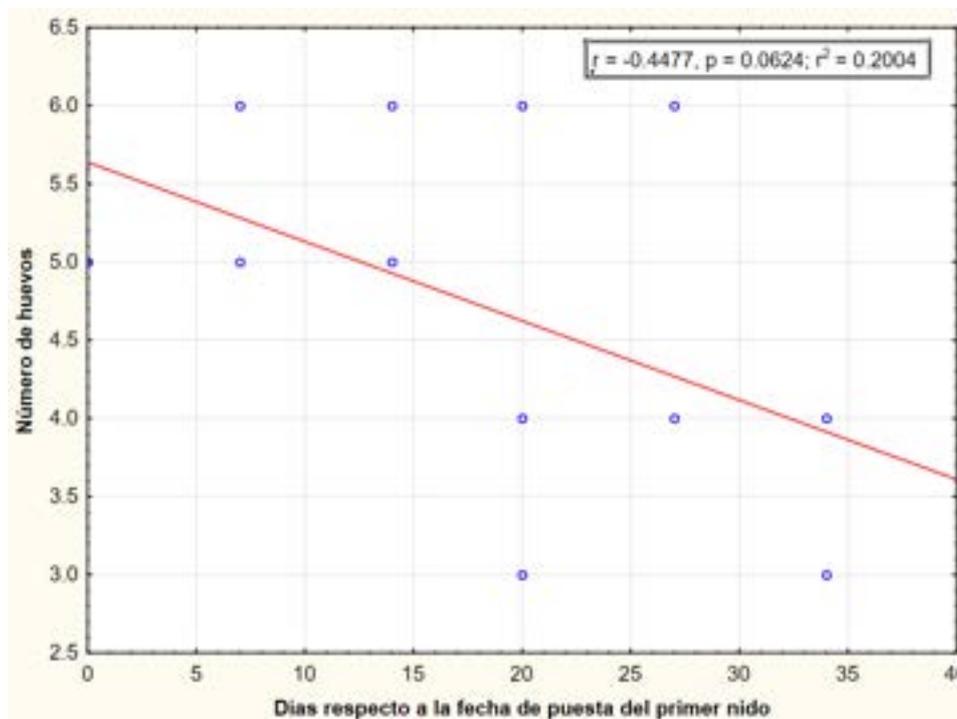
**Figura 25:** Grafico de sectores con los porcentajes de ocupación según los 4 modelos diferentes de cajas nido. Las cajas antiguas de madera muestran un porcentaje menor (18%) que los tres modelos de la marca Schwegler (CGA, 1FNA1, 1FNA2) que se ocuparon exactamente por igual (27%).

Al centrarnos en la carraca europea, vemos que, como era de esperar, ya que las acciones dirigidas se enfocaron a la mejora de su estado, 22 parejas representando el **84,61%** de las ocupaciones totales

pertenecieron a esta especie y el **60%** de cajas nuevas también acogieron sus puestas. Estos datos se muestran significativamente más elevados que los últimos registrados en el PNAE donde se reflejaba una ocupación de tan solo 14 parejas de carraca (Fernández 2015).

A partir de esta fase, los análisis se centran única y exclusivamente en la especie objetivo, de la cual, las 22 parejas que ocuparon las cajas nido, iniciaron con éxito la fase reproductora y la puesta de huevos. En esta fase, todas las parejas pusieron entre 3 y 6 huevos siendo la media muestral de **4,72 huevos** y la respectiva desviación estándar de 1,07 (Anexo, mapa 3).

Cabe destacar la atemporalidad de las puestas este año con más de un mes de diferencia entre las tempranas y las tardías (**figura 26**). Basándonos en datos históricos (Fernández 2014-2015) que registran las puestas de la especie entre finales de mayo y principios de junio dividimos las puestas en tempranas (desde el 15 de mayo hasta el 15 de junio) y tardías (a partir del 15 de junio). La diferencia en la media de huevos por puesta en base a la época fue bastante significativa obteniendo **4,88** de media con 1,02 de desviación estándar en puestas tempranas y **3,50** con 0,71 de desviación en puestas tardías. Estas puestas tardías pueden estar relacionadas con puestas de reposición de parejas que fracasan en el primer intento de cría, ya sea por depredación, abandono por competencia, inexperiencia juvenil, etc.

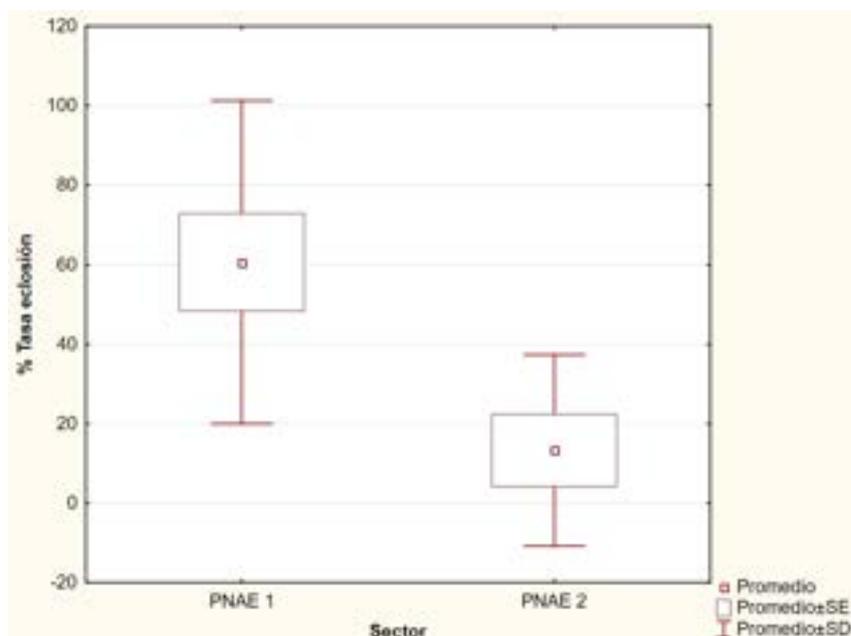


**Figura 26:** Gráfico de correlación lineal entre el número de huevos en cada puesta y los respectivos días desde la fecha de la puesta más temprana. Se observa una ligera correlación negativa respecto al paso del tiempo, es decir, cuan más tardía la puesta, de menos tamaño era.

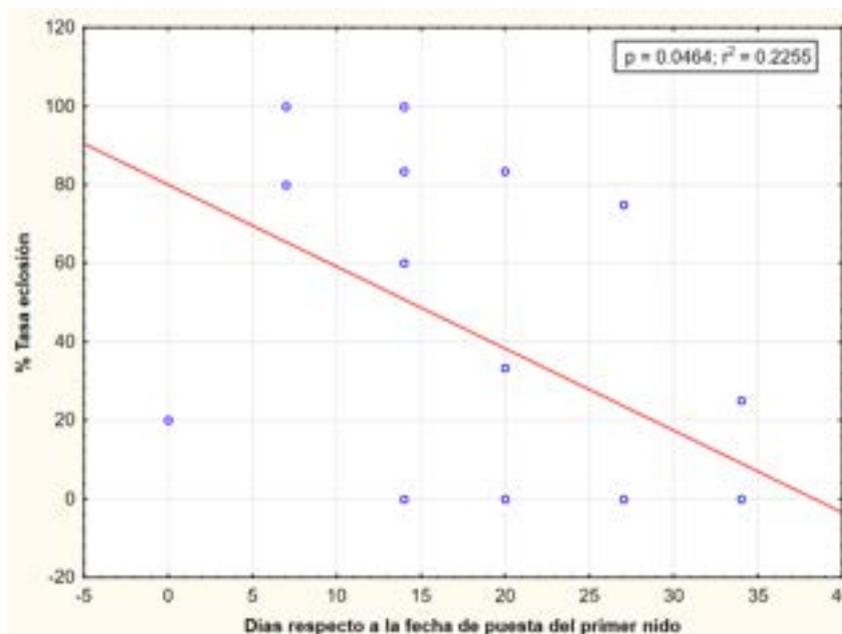
En la siguiente fase reproductora se registró un éxito de eclosión bastante elevado, 15 parejas, el **68,18%**, contando como exitosa toda puesta en la que eclosionaran 1 o más huevos. Profundizando en cada nido, se registró una tasa media de eclosión de un **47,50%** con su respectiva desviación estándar de **41,59** que indica una elevada variabilidad en cuanto al número de huevos que eclosionaron en los diferentes nidos. Cuando se ha analizado la tasa de eclosión en relación a tres posibles variables (sector, modelo de caja nido y fecha de las puestas) que estuvieran afectando a la media, no se encontraron diferencias significativas en la tasa de eclosión según los diferentes modelos de cajas nido (Kruskal-Wallis test:  $H(3, N=18) = 2.062592$   $p = 0.5595$ ) pero sí respecto a las dos zonas (Kruskal-Wallis test:  $H(1, N=18) = 5.691873$   $p = 0.0170$ ) mostrando una disminución considerable en la zona PNAE II (**figura 27**). Este hecho refleja que por algún motivo, los adultos en el sector sur (PNAE II) se han visto afectados y de sus puestas no ha eclosionado ningún huevo. Debido a la falta de datos en cuanto a los abandonos de los adultos, se estima que los causantes de estos fracasos pudieran ser depredadores (mamíferos o

aves como el halcón peregrino), el tipo de hábitat compuesto con poco cultivo de cereal y prado seco, etc.

Analizando las fechas de puesta (respecto a la fecha de la primera puesta registrada) se encontró una correlación negativa significativa indicando que la tasa de eclosión disminuyó notablemente en las puestas más tardías (**figura 28**). Estos datos se pueden relacionar con el hecho de identificar las puestas tardías con puestas de reposición en las que el ave no puede dedicar la misma energía para sacarla adelante, el aumento de depredadores y la disminución de alimento debido al cambio de cultivo (de cereal a regadío) en las parcelas doble cultivo.



**Figura 27.** Diagrama de caja que muestra la distribución de los datos de % de tasa de eclosión según dos sectores diferentes. Se observa claramente que la tasa de eclosión es significativamente menor en el sector PNAE II.



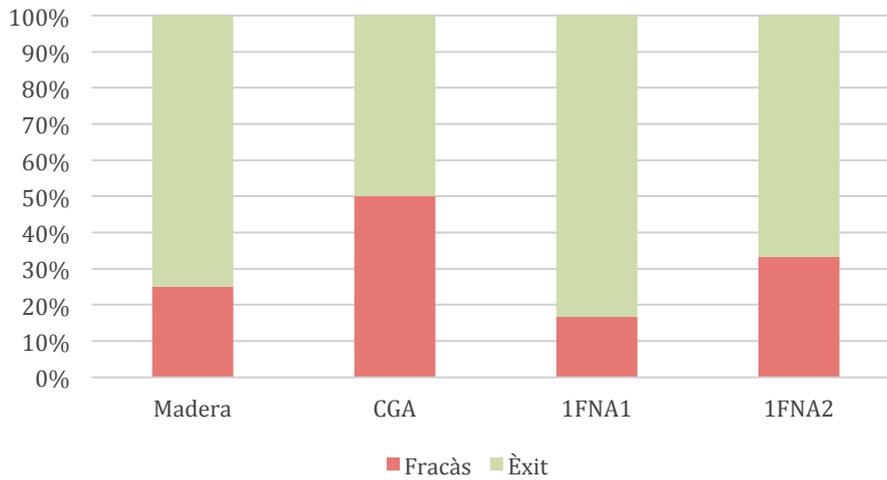
**Figura 28.** Gráfico de correlación lineal entre la tasa de eclosión y los respectivos días desde la fecha de la puesta más temprana. Se observa correlación negativa significativa respecto al paso del tiempo, es decir, cuan más tardía la puesta, menos huevos eclosionaron.

Otros datos relevantes son el número medio de pollos por pareja exitosa ( $3,9 \pm 1.13$  pollos) que se encuentra dentro del rango de normalidad según estudios similares en otras zonas de la península (Avilés et al. 1999) y el número medio de pollos en base a las 22 parejas que criaron ( $2,39 \pm 2.14$  pollos) que se muestra ligeramente por debajo de los parámetros de referencia escogidos debido a la elevada tasa de nidos fracasados en el sector sur PNAE II (Anexo, mapa 5).

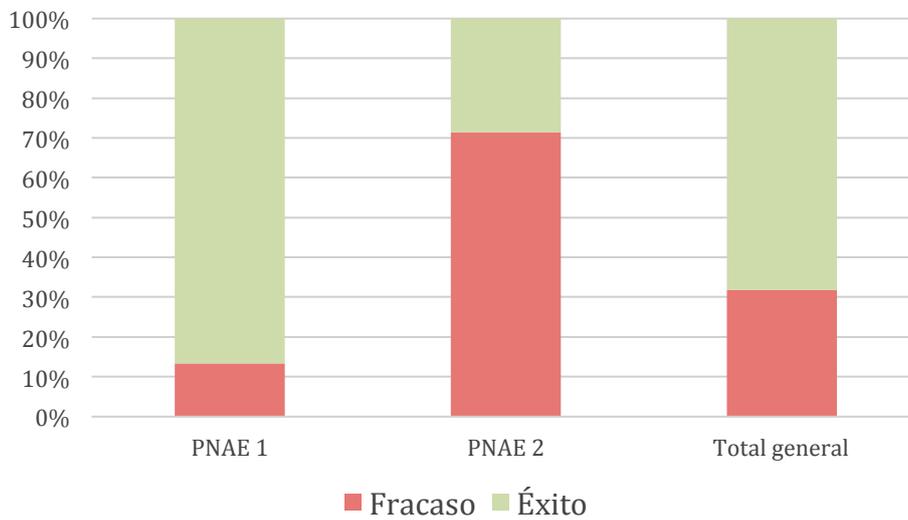
Finalmente, de los datos recogidos en la fase previa al vuelo de los pollitos (1-5 días antes de saltar del nido), se pudo constatar que 11 parejas, un **73,33%**, de las que tuvieron éxito de eclosión también tuvieron éxito de vuelo es decir que, por definición, sacaron adelante como mínimo 1 pollito que llegó a salir del nido, con una tasa de vuelo media del **69%** y una desviación estándar de **43,92** que también indica una elevada variabilidad en el número de pollos voladeros que saca adelante cada pareja comparando entre nidos.

Así con 11 parejas que sacaron adelante pollitos voladeros de las 22 que iniciaron la puesta se constató exactamente un **50%** de éxito reproductor de parejas de carraca europea (*Coracias garrulus*) para la

temporada 2017 en el PNAE (**Anexo, mapa 4**), con ligeras diferencias entre modelos de cajas nido (**figura 29**) y mostrando claramente el fracaso de las puestas en el sector sur (PNAE II) (**figura 30**).



**Figura 29.** Grafico de barras donde se muestran los porcentajes de éxito/fracaso según los modelos de cajas nido. No se observan diferencias significativas.



**Figura 30.** Grafico de barras donde se muestran los porcentajes de éxito/fracaso según el sector de cría. Se observan diferencia significativa con un fracaso muy elevado en el sector del PNAE II.

## 5. CAPÍTULO TERCERO

### 5.1. Metodología

Para la colocación de los transmisores GPS se eligieron tres parejas de carraca europea para marcar uno de los individuos de la pareja bajo los siguientes criterios:

- Accesibilidad al nido
- Peso de los individuos (siempre teniendo en cuenta que el radiotransmisor no supere un 2,5% del peso total del individuo (Rodríguez-Ruíz et al. 2015))
- Nido manipulable (sin rampa antidepredación) para ampliar el agujero de entrada teniendo en cuenta el futuro incremento de tamaño del individuo más el GPS.

Se tuvieron en cuenta diferentes métodos de captura como el uso de ballestas o red japonesa pero al final el único método efectivo fue la captura de los individuos en el nido tapando previamente el agujero de salida de la caja. Estos trabajos se realizaron con la ayuda de personal especializado de COMSA.S.A. y un coche grúa.

La manipulación y colocación del GPS se llevó a cabo junto con los técnicos expertos del CTFC los cuales cuentan con vasta experiencia de campo y manejo con esta especie y otras similares.

Las capturas se realizaron entre la última semana de incubación de los huevos y la primera semana de vida de los pollitos. Para la colocación del emisor se usó un arnés pectoral hecho de teflón, un material no abrasivo y ampliamente utilizado en el marcaje científico de aves con radiotransmisor. Estos arneses se cosieron en un punto único central en el pecho o punto de rotura mediante aguja e hilo de seda. Este sistema permite que en el momento en que el hilo de seda se rompa (parte más débil del arnés) todo el transmisor caiga sin que quede mal colocado en el pájaro. Este sistema de colocación se ha utilizado por los técnicos del CTFC además de en carracas, en otras especies como el sisón común, la ganga ibérica, la ganga ortega, el aguilucho cenizo, la grajilla occidental y el cernícalo primilla.



Figura 31. Estación de anillamiento y toma de datos biométricos de los adultos.



Figura 32. Colocación del aparato GPS al individuo 1204, Cristina. Atando el punto de sutura del arnés.

Los GPS elegidos (Gipsy Remote XS) de la casa Italiana TechnoSmArt Europe gracias a su despuntante tecnología que con tan solo 3,5g los provee de placas solares minimizaron el riesgo de molestias a los ejemplares (ya que solo fueron capturados una vez) así como el riesgo de pérdida de datos debido a la dificultad que supone la recaptura de ejemplares de esta especie.

Durante varios días de la fase de alimentación de los pollitos, estos dispositivos recogieron cientos de datos con precisión GPS y los almacenaron hasta ser descargados a distancia (hasta 1km) gracias a una estación base portátil. Los dispositivos fueron programados de tal manera que registrarán una posición GPS cada 15 minutos durante el día y solo una durante la noche mientras se encontrara en la zona de reproducción del PNAE. En el momento de la programación de los dispositivos se tuvo en cuenta la posibilidad de retorno de los individuos marcados durante la temporada de cría siguiente y de la obtención así de los singulares datos de migración minimizando los riesgos y molestias que pudiera causar el emisor en estos individuos ya que ajustamos estrictamente el peso a las recomendaciones que aparecen en publicaciones científicas sobre el uso de emisores en carracas (Rodríguez-Ruíz et al. 2015) y el consejo personal de los expertos del programa Migra de la SEO.



**Figura 33.** Individuo 1204, Cristina, marcado con GPS y a punto de volver a emprender el vuelo.



**Figura 34.** Seguimiento del individuo 1202, Gerard, gracias a la antena receptora que capta la señal GPS y descarga los datos en una estación base para ser procesados.

Los primeros días tras la colocación de los emisores se intensificaron los controles y el seguimiento observacional de las tres parejas marcadas con el objetivo de asegurar la correcta adaptación del ave a un cuerpo extraño. Tras este período, los controles se fueron espaciando brevemente en el tiempo gracias a la capacidad de los GPS de almacenar datos de diferentes días.

A partir de los datos de localizaciones GPS obtenidos se ha procedido a calcular:

- Dominios vitales de los ejemplares durante el período reproductor. Para ello se ha calculado el Mínimo Polígono Convexo (MPC) del 100% de los puntos (MPC100) y el MPC90 con el 90 % de

los puntos (MPC); excluyendo el 10% más alejados). Ambas variables son ampliamente utilizadas para el estudio de datos de radioseguimiento. El MPC100 se asimila al hábitat disponible por el individuo total y el MPC90 es la variable más utilizada para calcular el dominio vital o homerange de los ejemplares.

- Patrones de movimientos y desplazamientos diarios y horarios de los ejemplares marcados respecto al nido.

## 5.2. Resultados y discusión

Los 3 ejemplares de carraca europea fueron capturados en el sector norte del área de estudio y separados entre ellos entre 1,5-2 km de distancia. En los 3 casos, las cajas nido contenían huevos des de al menos 15 días y en un caso se pudo observar un pollo eclosionando (hecho que indicaría que nos encontraríamos al final del período de incubación, momento menos sensible para la captura). La captura y marcaje de los ejemplares se realizó con ninguna incidencia y los 3 ejemplares marcados volaron sin ningún problema después de su liberación. Posteriormente a los días de la captura se empezaron a poder descargar datos de los emisores GPS-VHF. En total se han podido obtener 1363 localizaciones del ejemplar 1202, 164 del ejemplar 1203 y tan solo 45 localizaciones del 1204.

Esta diferencia en el número de localizaciones GPS obtenidas es debido a que los ejemplares 1203 y 1204 desaparecieron al cabo de unos 7-10 días posteriormente a la captura. Después de diversos e intensos intentos de localizar estos ejemplares visualmente o detectar la señal de los emisores no se obtuvo ninguna respuesta. Al cabo de unos 7 días más, se decidió acceder a los nidos de ambos ejemplares y en ninguno de los nidos se encontró ningún resto de huevos o pollos. Si se hubiese producido un abandono del nido o muerte del adulto por culpa del manejo, los nidos deberían contener como mínimo los huevos. El hecho de que no se encontrará nada en los nidos y sus inmediaciones confirmaría que estas cajas nido han sido depredadas y por esos los ejemplares adultos desaparecieron de la zona del nido sin poder ser localizados posteriormente.

Por otro lado, no deja de ser curioso que justamente los dos otros dos nidos que fracasaron en la zona norte fueron los nidos más cercanos a estos (**Anexo, mapa 4**), cosa que nos podría indicar la presencia de un depredador de cajas nido en la zona.

Así pues, los resultados que se presentan a continuación solo corresponden a datos del ejemplar 1202 que sí que se pudo seguir durante todo el período de reproducción (del 21 de junio al 22 de julio).

El MPC100 de este ejemplar fue de 101 ha y el MPC90 de unas 43 ha (**Anexo, mapa 7**). Dentro de estos dominios vitales y observando la distribución de los puntos GPS en el mapa 7 se hace evidente mirando la importancia de la presencia de árboles aislados y/o márgenes arbolados. La mayor parte de los puntos se sitúan en estas zonas, resultado esperable en una especie como la carraca que tiene una estrategia de caza des de posaderos elevados (sit-and-wait). El mantenimiento futuro de estos árboles es clave para que las potenciales zonas de caza sean accesibles para la especie.

La distancia media de las localizaciones respecto al nido fué de 212 m  $\pm$  152 con un desplazamiento máximo detectado de 852 m (**tabla 2**). La mayor parte de las localizaciones se situaron en el rango de los 100-200m con casi el 40% de las mismas. La distancia media diaria de las localizaciones aumentó diariamente hasta aproximadamente el 10 de julio, momento a partir del cual los desplazamientos diarios empezaron a disminuir (**figura 35**). A nivel horario, las localizaciones más alejadas se produjeron de media en horas nocturnas, hecho que podría indicar que el ejemplar se desplazaba a un dormitorio fuera del nido.

**Tabla 2.** Resumen de las distancias recorridas por el ejemplar 1202, Gerard.

Media	212,9 m
Desviación estándar	152,3 m
Mediana	168,1 m
Distancia máxima	852 m

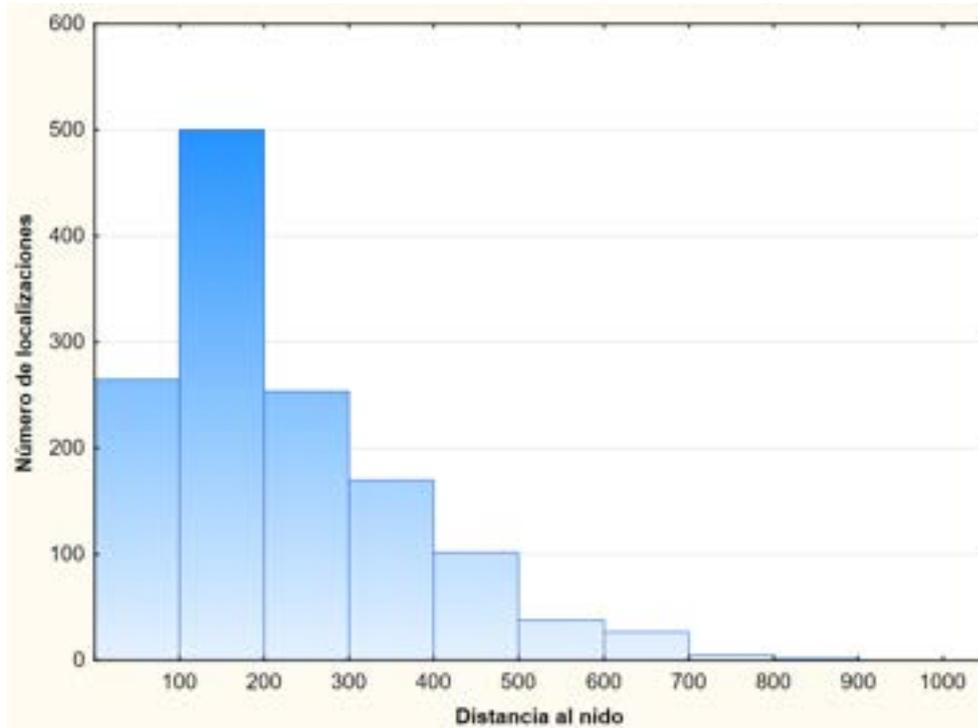


Figura 35. Histograma de las distancias entre las localizaciones GPS y la caja nido.

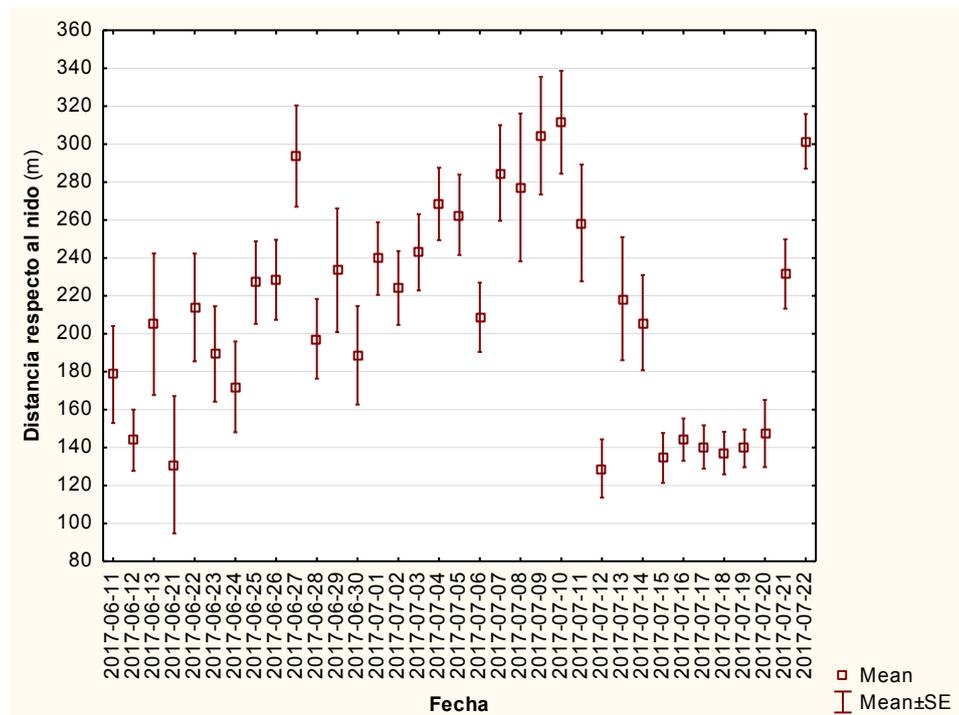
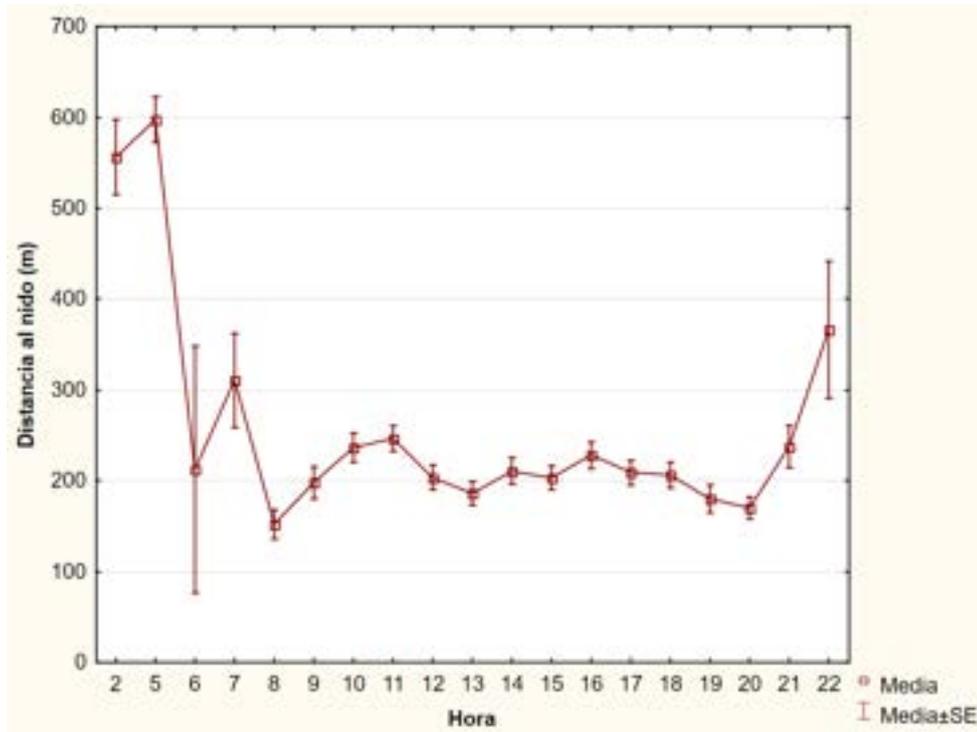


Figura 36. Diagrama de caja que muestra la distribución de la media diaria recorrida por el individuo 1202, Gerard, del 11/06/17 al 22/07/17.



**Figura 37.** Diagrama de caja que muestra la distribución de la media recorrida por el individuo 1202, Gerard, analizada por horas. Se puede observar que las distancias más lejanas se recorrieron a primera y última hora del día.