



CÁTEDRA
STEPPE
FORWARD

GUÍA PARA PROGRAMAS DE INSTALACIÓN DE NIDALES ARTIFICIALES COMO MEDIDA COMPENSATORIA DE PROYECTOS SOLARES FOTOVOLTAICOS

Francisco Valera / Luis Bolonio / Radovan Václav





C Á T E D R A
S T E P P E
F O R W A R D

**GUÍA PARA PROGRAMAS DE INSTALACIÓN
DE NIDALES ARTIFICIALES COMO MEDIDA
COMPENSATORIA DE PROYECTOS SOLARES
FOTOVOLTAICOS**

Francisco Valera / Luis Bolonio / Radovan Václav



Título:

GUÍA PARA PROGRAMAS DE INSTALACIÓN DE NIDALES ARTIFICIALES COMO MEDIDA COMPENSATORIA DE PROYECTOS SOLARES FOTOVOLTAICOS

Autores:

FRANCISCO VALERA¹, LUIS BOLONIO², RADOVAN VÁCLAV³

1 Departamento de Ecología Funcional y Evolutiva, Estación Experimental de Zonas Áridas (EEZA-CSIC), Ctra. de Sacramento s/n, La Cañada de San Urbano, E-04120 Almería, España.
E-mail: pvalera@eeza.csic.es

2 CEBIME. Conservación y Estudio de la Biodiversidad en Medios Esteparios (www.CasaCarraca.org). C/ Castrillo de Aza, 5. 7D. Escalera centro. 28031. Madrid, España.
E-mail: luis.bolonio@gmail.com

3 Slovak Academy of Sciences, 845 06, Bratislava, Eslovaquia.
E-mail: Radovan.vaclav@savba.sk

Coordinadores:

MANUEL B. MORALES⁴, GERARD BOTA⁵ (coordinadores Cátedra Steppe Forward)

4 Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid, C. Darwin, 2, 28049, Madrid. E-mail: manuel.morales@uam.es

5 Grup de Biologia de la Conservació, Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya, Crta. De St. Llorenç de Morunys, km. 2, 2580, Solsona. E-mail: gerard.bota@ctfc.cat

Edita:

CÁTEDRA STEPPE FORWARD
www.steppeforward.eu

Ilustración portada y anexo (especies): Toni Llobet

Diseño y maquetación: CTFC

1ª edición: noviembre de 2024

ISBN: 978-84-09-66760-4

Fotografías de interior:

Luis Bolonio: Foto de portada, 1 a 7, 8b, 9, 11, 12b, 12d, 13, 14, 18, 20 a 22, 23b, 24, 27, 29, 30, 34, 36b, 37, 39, 40 a 44, 46 a 48, 50, 52, 56, 64, 68. / Manuel Calderón: 23a, 53. / Ines Catry: 63. / DEMA: 28, 51, 66. / Manuel Gómez (@manuelgomezwildlife): 45, 65b. / Jose Eugenio Gutiérrez Ureña: 19. / Juan Manrique: 35a. / Eugenio Montelío: 8c. / Olivares Vivos: Foto de autillo en Capítulo 6. / Juan Salvador Sánchez Oliver: 35b. / Francisco Pulpillo-SIECE: 10, 46, 49, 57, 60, 65c, 67b. / Ruben Tarifa: 33, 55, 61. / Gustavo Tomás: 17. / Radovan Václav: 8a, Foto de carraca, cernícalo vulgar, mochuelo, abubilla y abejaruco en Capítulo 6. / Francisco Valera: 12a, 12c, 36a, 38, 58, 59, 62, 65a, 67a. / Francisco Valera-Olivares Vivos: 26, 31, 32. / Jesús Veiga: 15, 16.

El resto de fotos son de Adobe Stock Photo



CÁTEDRA
STEPPE
FORWARD

Índice

Índice

Introducción	08
<hr/>	
1 / Introducción legal y técnica sobre la implementación de medidas compensatorias	10
<hr/>	
2 / Directrices y recomendaciones a la hora de aplicar las medidas compensatorias	16
<hr/>	
3 / Aplicación de conocimientos científicos sobre ecología de aves al diseño de programas de instalación de nidales artificiales como medidas compensatorias	22
<hr/>	
4 / Necesidad de información previa: programa de pre-instalación de nidales artificiales	34
<hr/>	
5 / Factores técnicos a considerar para la correcta implementación del programa de instalación de nidales artificiales	42
<hr/>	
6 / Definición de especies objetivo y consideración de sus características en el diseño del programa de instalación nidales artificiales	66
<hr/>	
7 / Necesidad de seguimiento y mantenimiento	94
<hr/>	
8 / Problemas asociados a la instalación de nidales artificiales	100
<hr/>	
9 / Otras medidas para especies trogloditas	104
<hr/>	
10 / Conclusiones	110
<hr/>	
11 / Agradecimientos	112
<hr/>	
12 / Referencias	114
<hr/>	
Anexo. Fichas por especies	122
<hr/>	

Introducción

La instalación de nidales artificiales se encuentra a menudo entre las medidas compensatorias destinadas a mitigar el impacto de plantas solares fotovoltaicas sobre poblaciones de aves. El uso de dichos nidales para favorecer la cría de especies trogloditas data al menos de mediados del siglo XVIII. El desarrollo de la ecología animal y de la biología de la conservación como disciplinas científicas desde entonces ha implicado a menudo estudios centrados en el diseño, las consecuencias y eficacia de programas de instalación de dichos nidales. A lo largo de los años se ha ido acumulando notable información al respecto, que, junto con la obtenida sobre aspectos de la ecología de aves, constituye un corpus de conocimiento muy destacable. Sin embargo, esta información raras veces se considera para el diseño e implementación de programas de instalación de nidales artificiales como medidas compensatorias del impacto de plantas solares fotovoltaicas, lo que conlleva no pocas dudas sobre la eficacia, e incluso conveniencia, de la aplicación poco rigurosa de dichos programas.

Esto puede explicarse en parte porque los vastos conocimientos científicos acumulados durante décadas pueden cohibir a los responsables de desarrollar los programas de instalación de nidales que no son especialistas en materias importantes para dichos programas. Encontrar la información relevante puede ser, igualmente, un desafío. Pero también creemos que hemos de corregir una idea generalizada: el poner cajas nido es fácil, lo hace cualquiera y no requiere un conocimiento especializado. Nada más lejos de la realidad. La colocación de un nidal artificial es una modificación de medio que puede tener consecuencias positivas y negativas. De hecho, consideramos que colocar un nidal artificial conlleva una responsabilidad: la de comprobar su efecto.

Por ello, hemos pretendido basar esta Guía en el conocimiento científico generado por multitud de especialistas en la materia. Todo ello sin perder de vista la necesidad de elaborar un documento, de marcado carácter aplica-

do, que sirva de guía a las Administraciones competentes en la materia, a empresas promotoras de plantas solares fotovoltaicas y a consultoras ambientales. Este es el espíritu con el que trabaja la Cátedra Steppe Forward, bajo cuyos auspicios y con cuyo apoyo hemos elaborado la Guía. Esperamos, por tanto, que contribuya a un más eficiente empleo de los nidales artificiales como medida compensatoria en proyectos solares fotovoltaicos, un objetivo compartido con la Cátedra.

Para conseguir este objetivo hemos estructurado la Guía en diez capítulos. Ésta comienza con una revisión de la normativa vigente sobre medidas compensatorias, su concepto y recomendaciones para su correcta implementación (Capítulos 1 y 2). Creemos necesaria esta introducción al tema dados los retos conceptuales y prácticos inherentes al uso de dichas medidas (Gonçalves et al. 2015), los dilemas conservacionistas y, a veces, el mal uso intencionado de las propias medidas (Maron et al. 2016, Enríquez de Salamanca 2024).

Los Capítulos 3 y 4 permiten un correcto diseño del programa de instalación de nidales artificiales. Revisan someramente los principales procesos ecológicos a considerar y resaltan la necesidad de tener una información previa al inicio de dicho programa. Como hemos mencionado antes, cualquier persona puede colocar cajas nido. En unos pocos días se pueden colocar cientos de nidales artificiales. Y, a lo largo de los años y con el seguimiento adecuado, se puede aprender por medio de ensayo y error a colocar las cajas correctamente. Pero no creemos que éstos sean los procedimientos correctos a seguir en el caso que nos ocupa, dada su importancia y amplia escala de aplicación. Por ello, resaltamos la necesidad de diseñar adecuadamente el programa sobre la base de conceptos teóricos y de información específica sobre la zona de actuación.

El Capítulo 5 trata de las principales características técnicas de los nidales artificiales, haciendo especial hincapié

en los diversos materiales usados. En el mercado hay una amplia gama de productos, que deben ser seleccionados en función de los objetivos y de las características de la zona de actuación. Pretendemos aquí ofrecer una guía para la citada selección. A continuación (Capítulo 6), describimos las principales características de las especies objetivo y los factores a considerar a la hora de ejecutar el programa. Para ello hemos intentado usar información proveniente de estudios en España, pero a veces no existe (o no la hemos encontrado), por lo que usamos datos obtenidos en otros países y situaciones ecológicas poco habituales en nuestro país. Este capítulo incluye un anexo con la información resumida para cada especie. Puede parecer que ambos capítulos ofrecen el contenido más interesante para los usuarios de esta guía. No obstante, alertamos de que dichos contenidos no son suficientes por sí mismos para garantizar el éxito del programa. Requieren, como hemos dicho, un diseño adecuado y un seguimiento y mantenimiento correcto. Esto último se trata en el Capítulo 7, que, aunque parezca ofrecer información obvia, creemos necesaria dada nuestra experiencia tras la revisión de medidas compensatorias de este tipo en campo.

Los nidales artificiales no son la panacea: tienen ventajas e inconvenientes. Un adecuado programa intentará aumentar las ventajas y prevenir o aminorar los inconvenientes. Afortunadamente, hay información al respecto, que es la que resumimos en el Capítulo 8. Éste se complementa con el siguiente, que ofrece medidas alternativas a menudo poco consideradas en los programas de medidas compensatorias. Aunque nuestra atención se centra en las cajas nido sobre todo, el Capítulo 8, así como las referencias a diversos tipos de nidales que se hacen a lo largo del texto, justifican usar en general el término nidales artificiales.

Finalmente pretendemos aportar unas conclusiones tan prácticas como nos ha resultado posible. Estas conclusiones, junto con las ideas clave resaltadas en cajas a

lo largo de todo el texto, pueden verse como “recetas” primordiales a tener en cuenta a lo largo del diseño e implementación del programa de instalación de nidales artificiales. No obstante, es necesario incluir una nota precautoria. La amplitud del tema obliga a acotarlo en diversos aspectos: las especies objetivo, los procesos ecológicos implicados, las diferencias entre cada población de especies objetivo, los factores técnicos a tener en cuenta... Esto, junto con la importancia de las características particulares de la zona de actuación, la variabilidad entre zonas y las fluctuaciones ambientales propias de cualquier medio impiden ofrecer medidas e indicaciones universales. Es decir, no existen recetas aplicables en cualquier caso y circunstancia. Por ello, la Guía ha de considerarse en su conjunto y ha de ser utilizada, más que como una norma, como una orientación que ayude a los responsables del diseño e implementación de los programas a adaptarlos a las circunstancias particulares.

Como hemos dicho, la información relevante para realizar un correcto programa de instalación de nidales artificiales es muy abundante. Hemos intentado hacer una selección de la bibliografía usada con el mismo interés orientativo que sigue toda la Guía. La bibliografía reseñada puede ayudar a encontrar otras fuentes de información citadas en los propios artículos. Por lo demás, esta Guía probablemente necesite de una revisión conforme se vayan ampliando nuestros conocimientos sobre procesos ecológicos relevantes para el tema que nos ocupa y sobre consecuencias de programas de instalación de nidales desvelados por la comunidad científica. Los comentarios constructivos de los lectores, que esperamos nos hagan llegar mediante el correo electrónico del primer autor, ayudarán igualmente a posibles actualizaciones de esta Guía.



CÁTEDRA
STEPPE
FORWARD



1 /

**Introducción legal y técnica sobre
la implementación de medidas
compensatorias**

1.1. El contexto legal comunitario y español de las medidas compensatorias

La evaluación ambiental en el contexto de la Unión Europea se enmarca jurídicamente en dos directivas, la DIRECTIVA 2001/42/CE¹ de 27 de junio de 2001 y la DIRECTIVA 2011/92/UE² de 13 de diciembre de 2011. La primera, al ser relativa a los efectos de determinados planes y programas a nivel estratégico, no tiene tanta relevancia en cuanto a la aplicación de medidas compensatorias, algo que sí contempla claramente la segunda directiva citada. Ésta es relativa a la repercusión de determinados proyectos sobre el medio ambiente, con lo que al tener una concreción geográfica más definida que un plan o programa, puede evaluar de una manera más precisa los impactos (al abordar de manera concreta la identificación, descripción y valoración de los mismos), y, por lo tanto, diseñar y desarrollar medidas mitigadoras y compensatorias.

La DIRECTIVA 2011/92/UE de 13 de diciembre de 2011 exige la aplicación de la compensación para contrarrestar el impacto que no ha sido posible prevenir o corregir de determinados proyectos (como las plantas solares fotovoltaicas) sobre el medio ambiente. En su Artículo 5.3.b) dice: "La información a proporcionar por el promotor de conformidad con el apartado 1 contendrá, al menos: b) una descripción de las medidas previstas para evitar, reducir, y, si fuera posible, compensar, los efectos adversos significativos". Esta idea se desarrolla en el anexo VI: «Una descripción de las medidas previstas para evitar, prevenir, reducir o, si fuera posible, contrarrestar y definir los efectos adversos significativos del proyecto sobre el medio ambiente y, en su caso, de las posibles disposiciones de seguimiento (por ejemplo, la preparación de un análisis posterior al proyecto). Esa descripción debe indicar en qué medida se evitan, previenen, reducen o contrarrestan los efectos adversos significativos en el medio ambiente y abarcar tanto la fase de construcción como la de explotación». Esta normativa comunitaria no define el concepto "medida compensatoria".

Sin embargo, en la trasposición de esta norma europea al ordenamiento jurídico español, la Ley 21/2013 de 9 de diciembre³, se define qué es una medida compensatoria en su Artículo 5.1.k): "Medidas compensatorias: medidas excepcionales que se aplican ante impactos residuales". Debemos diferenciar este concepto del definido en el Artículo 5.1.j) donde se entiende por Medidas compensatorias en Red Natura 2000: "las medidas específicas definidas y reguladas en el artículo 3, apartados 24 y 46, de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre"⁴; es decir, las medidas tradicionalmente establecidas en el artículo 6.4 de la Directiva Hábitats (92/43/CEE)⁵, exigidas cuando un proyecto afectaba in a la coherencia global de un espacio de la Red Natura 2000.

La Ley 21/2013 de 9 de diciembre explica de manera más concisa el objetivo que debe perseguir una medida compensatoria. En concreto, en su anexo VI.5. recoge lo siguiente: "**Las medidas compensatorias consistirán, siempre que sea posible, en acciones de restauración, o de la misma naturaleza y efecto contrario al de la acción emprendida**". En el mismo anexo VI, en la Parte B "Conceptos técnicos", define el concepto impacto residual, es decir, aquel bajo el que se deben aplicar las medidas compensatorias: "l) **Impacto residual: Pérdidas o alteraciones de los valores naturales cuantificadas en número, superficie, calidad, estructura y función, que no pueden ser evitadas ni reparadas, una vez aplicadas in situ todas las posibles medidas de prevención y corrección**". En el mismo apartado de esta Ley (anexo VI) se define el concepto de impacto crítico: "k) **Impacto ambiental crítico: Aquel cuya magnitud es superior al umbral aceptable. Con él se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas protectoras o correctoras**."

1 2001/42/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 27 de junio de 2001 relativa a la evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente.

2 DIRECTIVA 2011/92/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 13 de diciembre de 2011 relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.

3 LEY 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.

4 LEY 42/2007, de 13 de diciembre, de Patrimonio Natural y Biodiversidad.

5 DIRECTIVA 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres.

1.2. La Jerarquía de Mitigación

La previsión de medidas de la evaluación de impacto ambiental debe basarse, metodológicamente, en la Jerarquía de Mitigación definida por la Iniciativa Intersectorial para la Diversidad (CSBI 2015) como “*La secuencia de acciones dirigidas a mantener o mejorar la biodiversidad y los servicios ecosistémicos mediante intervención antrópica*”. Se debe conseguir el objetivo de un Impacto Neto Cero (“no net loss” NNL) sin pérdida neta de biodiversidad, recursos y servicios ecosistémicos, y en el mejor de los casos, un Impacto Positivo Neto (IPN), es decir, recuperar la biodiversidad, recursos y servicios ecosistémicos del área en la que se interviene con valores mayores a los de su situación de partida (figura 1). Esta última posibilidad, desde la perspectiva de una empresa, significa devolver al medio ambiente (o a la sociedad) más de lo que se extrae, resultando en un impacto positivo global (Fundación Global Nature 2016).

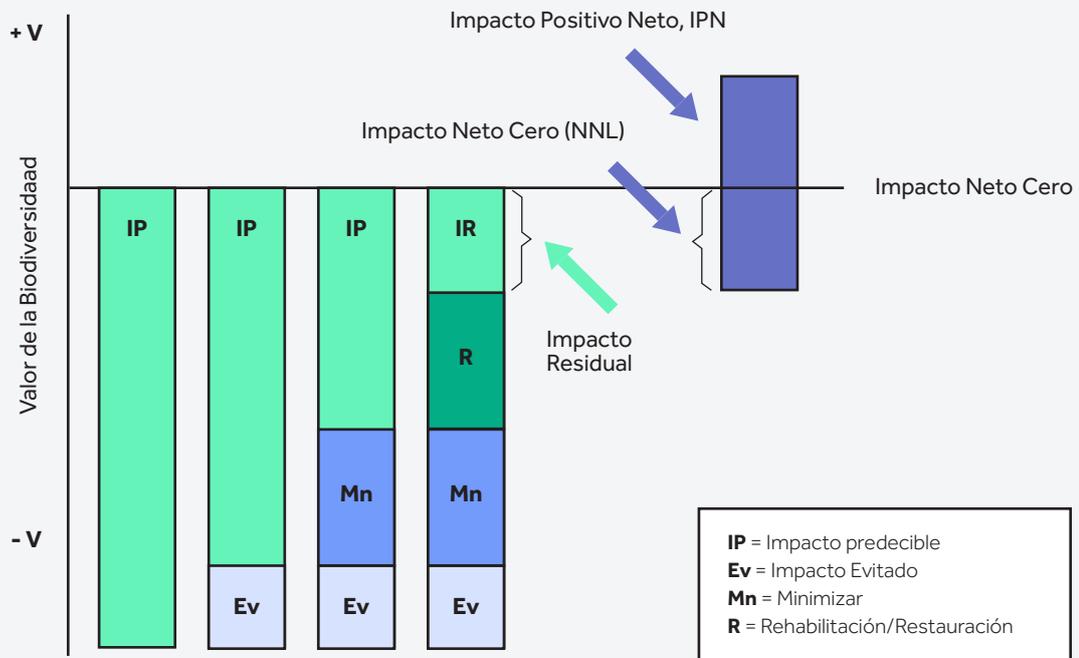
Con esta metodología se deben identificar los impactos previstos y, en función de los mismos, evitar los que se pueda (prevención), minimizar los no evitables (minimización), restaurar el ecosistema alterado resultante y compensar los impactos residuales (ni evitables, ni corregibles, ni restaurables) (figura 2).

Las compensaciones de biodiversidad son el último recurso, después de que se hayan tomado todas las medidas razonables para evitar primero, o minimizar el impacto de un proyecto, y luego restaurar la biodiversidad in situ. Por lo tanto, la mitigación se compone de diversas medidas que deben seguir el orden lógico que establece la jerarquía de mitigación:

- **Preventivas.** Estas medidas tratan de impedir, **evitar** o eliminar la posibilidad de aparición de todo efecto nega-

Figura 1 / Representación gráfica de los conceptos y objetivos de la Jerarquía de Mitigación.

FUENTE: Adaptado de Fundación Global Nature (2016).



tivo de los proyectos, modificando parcial o totalmente los elementos definitorios de los proyectos o algún componente causal de tales efectos.

- **Correctoras.** Estas medidas corrigen el proyecto, en la fase de construcción o en la de funcionamiento, consiguiendo **minimizar**, atenuar, corregir o modificar las acciones y efectos.
- **Restauradoras: Restituyen** el factor degradado a situaciones similares a las que tenía antes de ser afectado por el proyecto o funcionamiento de la actividad.
- **Compensatorias:** Medidas excepcionales que se aplican ante impactos residuales, compensando el daño producido por el proyecto, que no ha podido ser evitado, corregido o restaurado.

Hacemos hincapié en la jerarquía de mitigación porque la mitigación se utiliza a veces como herramienta para manipular la evaluación de impacto ambiental, sobreestimando su eficacia para minimizar la magnitud de los im-

pactos residuales (Enríquez de Salamanca 2021, 2022). Esta sobreestimación puede deberse al desconocimiento de los profesionales o a un intento deliberado de favorecer la aprobación de propuestas, pero sea cual sea el origen, distorsiona la evaluación de impacto ambiental y, con ella, la toma de decisiones (Enríquez de Salamanca 2024). Esto se debe a que se hace caso omiso de la jerarquía de mitigación, por ejemplo, proponiendo medidas correctoras sin tomar precauciones para evitar o reducir los impactos, o proponiendo compensaciones sin aplicar primero otras medidas de mitigación (Quétier & Lavorel 2011, Phalan et al. 2018, Enríquez de Salamanca 2022). Además, la eficacia de las medidas de mitigación no siempre se conoce bien, puede ser muy variable, e incluso dichas medidas pueden provocar efectos indeseables (Gibbons & Lindenmayer 2007).

En el caso de proyectos de energía solar fotovoltaica, la literatura científica ya ha mostrado que estos errores en la aplicación de la jerarquía de mitigación suponen la presentación de proyectos por parte de los promoto-

Figura 2 / Representación gráfica del orden lógico de aplicación de cada una de las medidas mitigadoras siguiendo la metodología de la Jerarquía de Mitigación. FUENTE: Adaptado de Fundación Global Nature (2016).

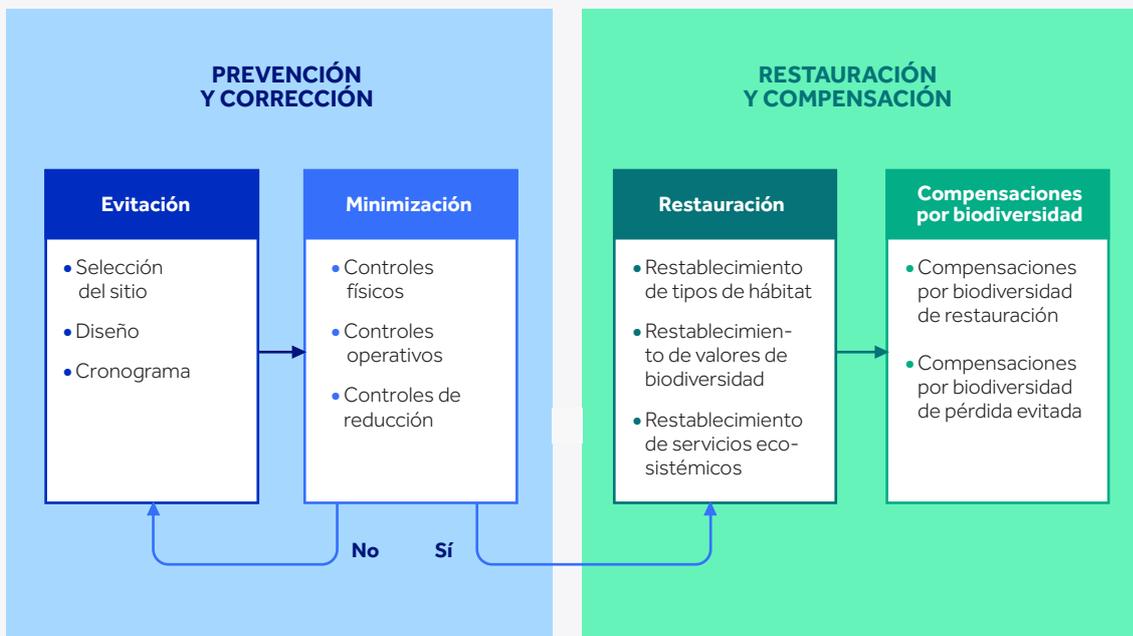




Imagen 1. Acumulación de plantas fotovoltaicas en el Campo de Tabernas, Almería, construidas en hábitats esteparios de alto valor. La correcta aplicación de la Jerarquía de Mitigación habría supuesto utilizar la prevención, mediante la ubicación de las plantas en zonas cercanas de menor valor ambiental como los olivares intensivos situados en torno a las plantas (Autor: Luis Bolonio).

res (y su posterior aprobación por las administraciones competentes) que afectan de manera muy significativa a áreas de interés para la conservación de la biodiversidad (Valera et al. 2022a, Gómez-Catasús et al. 2024) y al área de distribución de especies de aves esteparias amenazadas y catalogadas, suponiendo incluso un afección a los valores de la Red Natura 2000 (Bolonio et al. 2024). Estos estudios demuestran que, mediante la evitación, es decir con la aplicación de la jerarquía de mitigación, habría sido posible sortear los impactos críticos sobre la biodiversidad, que han supuesto la extinción local de especies de aves esteparias amenazadas (**imagen 1**).

Es importante que todos los equipos consultores y promotores conozcan, y apliquen de manera concienzuda la

jerarquía de mitigación y respeten la definición, objetivos y espíritu jurídico de las medidas compensatorias, ya que, la revisión de cientos de estudios de impacto ambiental demuestra que en algunos casos se obvia la jerarquía de mitigación, se sobrestima la eficacia de las medidas o se manipula la evaluación de impacto ambiental. La definición de "impacto crítico" de la Ley 21/2013 de 9 de diciembre de evaluación de impacto no termina de aclarar si en este caso cabe la implementación de medidas compensatorias, aunque deja claro que no cabe la adopción de medidas protectoras y correctoras. No creemos coherente ni lógico prever la aplicación de ninguna medida de compensación dada la definición de impacto crítico («aquél cuya magnitud es superior al umbral aceptable»).

IDEA CLAVE

Una medida compensatoria debe consistir en acciones de la misma naturaleza y efecto contrario al de la acción emprendida. Se debe aplicar ante impactos residuales, es decir, aquellos que no son evitables, ni corregibles, ni restaurables, con respeto a la jerarquía de mitigación y a la obligación legal. Su objetivo es conseguir al menos un Impacto Neto Cero (sin pérdida neta de biodiversidad), e incluso en el mejor de los casos un Impacto Neto Positivo (con ganancia neta de biodiversidad). Dada la definición de impacto crítico («aquél cuya magnitud es superior al umbral aceptable»), no resulta coherente prever la aplicación de ninguna medida de mitigación o compensación en estos casos.



CÁTEDRA
STEPPE
FORWARD

2 /

**Directrices y recomendaciones
a la hora de aplicar las medidas
compensatorias**

2.1. Introducción

Una vez conocido el marco jurídico y técnico donde se encuadran la definición y objetivos de las medidas compensatorias de proyectos como las plantas solares fotovoltaicas, así como la metodología para ponerlas en marcha, creemos adecuado señalar algunas directrices y recomendaciones generales importantes para maximizar la eficacia de la compensación ambiental, consiguiendo el objetivo de Impacto Neto Cero (NNL), o el Impacto Positivo Neto (IPN), en función de cada caso y de los objetivos del promotor.

Para concretar dichas directrices y recomendaciones hemos utilizado como guía y adaptado la Comunica-

ción de la Comisión Europea (2021/C 437/01)⁶. Dicha comunicación pretende orientar metodológicamente la aplicación del artículo 6 de la Directiva 92/43/CEE⁷, en la evaluación de planes y proyectos en relación con espacios Natura 2000. Por lo tanto, consideramos sus recomendaciones adecuadas para la implantación de medidas compensatorias cuyas especies objetivo son aves, como es el caso de los programas de instalación de nidales artificiales, debido a que son organismos móviles y, por lo tanto, pueden sufrir impactos indirectos de este tipo de proyectos, aunque se sitúen fuera de un espacio Red Natura 2000.

2.2. Tipos de medidas compensatorias

DIRECTIVA 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres.

Creemos que un programa de implementación de nidales artificiales para aves se enmarcaría perfectamente en

el primer y segundo tipo de medida de la **tabla 1**, siempre y cuando pretendan compensar impactos residuales que no han podido ser evitados, corregidos y restaurados, y no trate de compensar impactos críticos sobre las especies objetivo.

Tabla 1 / Tipología y descripción de las medidas compensatorias.

FUENTE: Adaptado de la Comunicación de la Comisión Europea (2021/C 437/01).

Tipo de medida	Descripción de la medida
1. Restablecimiento o mejora de hábitats en lugares existentes.	Aumentar la superficie del hábitat situado en el espacio afectado o restablecer el hábitat en otro espacio de manera proporcional a la pérdida provocada por el proyecto.
2. Recreación del hábitat.	Crear o restablecer un hábitat en un lugar nuevo o ampliado.
3. Declaración de un espacio nuevo para la Red Natura 2000.	Declarar un espacio nuevo con un nivel de calidad suficiente.
4. Reintroducción, recuperación y refuerzo de especies, incluido el refuerzo de especies de presa.	Reintroducir especies en lugares en los que éstas hayan desaparecido (siempre y cuando dicha reintroducción tenga solidez científica) o recuperar poblaciones de especies en zonas en las que estén reduciéndose y, posteriormente, proteger y gestionar dichos lugares en beneficio de las especies

6 COMUNICACIÓN DE LA COMISIÓN. Evaluación de planes y proyectos en relación con espacios Natura 2000: orientación metodológica sobre el artículo 6, apartados 3 y 4, de la Directiva 92/43/CEE, sobre los hábitats (2021/C 437/01).

7 DIRECTIVA 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres.



Imagen 2. Cajas nido situadas junto a planta fotovoltaica como medida compensatoria en Totana, Murcia (Autor: Luis Bolonio).

2.3. Principios rectores para establecer medidas compensatorias

El documento Comunicación de la Comisión Europea (2021/C 437/01) marca los principios que determinan el alcance y el nivel de ambición de las medidas necesarias

para compensar los efectos perjudiciales de un proyecto dado. Estos principios son:

2.3.1. Proporcionalidad de las medidas compensatorias

Se debe garantizar que las medidas compensatorias propuestas se refieran a las especies afectadas en proporciones comparables a los efectos perjudiciales ocasionados por el proyecto. *“Por consiguiente, las autoridades competentes deben determinar la importancia relativa de los elementos afectados y las repercusiones negativas en ellos, **de acuerdo con criterios cuantitativos y cualitativos**. De este modo se establece el escenario de referencia para la compensación”.*

*“Hay un amplio consenso en torno a que, en general, **los coeficientes de compensación deben ser bastante superiores a 1:1**”.* Las medidas compensatorias deben aspirar asimismo a compensar las hipótesis más pesimistas de posibles efectos perjudiciales. Por lo tanto, solo es admisible contemplar coeficientes de compensación de 1:1 o inferiores cuando quede demostrado que, con un alcance de esa magnitud, las medidas permitirán restaurar con total eficacia la estructura y la funcionalidad en un breve período. En todo caso, la decisión final sobre el grado de compensación debe justificarse adecuadamente.

2.3.2. Funcionalidad ecológica y ubicación de las medidas compensatorias

La compensación debe garantizar unas funciones ecológicas comparables a las originales. Respecto a la ubicación *“hay un amplio consenso en cuanto a que las condiciones locales necesarias para restablecer los activos ecológicos en peligro deben buscarse lo más cerca posible del área afectada por el proyecto. Parece, pues, que la opción más idónea es la de llevar a cabo la compensación en un lugar situado cercano al afectado, donde se darán las condiciones adecuadas para que las medidas tengan éxito”*. Cuando esto no es posible, la compensación debe realizarse dentro de una unidad topográfica o paisajística común, siempre y cuando pueda mantenerse la misma

contribución a la estructura y función ecológica. Como última opción, la compensación se realizará en una unidad topográfica o paisajística diferente. Es decir, la imposibilidad de realizar la compensación cerca del área afectada, debe estar debidamente motivada y justificada técnica, administrativa y jurídicamente, para que su traslado a otra zona similar, o fuera de la misma, sea aceptable.

Ver un ejemplo del alcance de una medida compensatoria basada en la instalación de nidales artificiales en el **Cuadro 1**.

Cuadro 1 / Ejemplo del alcance de una medida compensatoria basada en la instalación de nidales artificiales para aves trogloditas. FUENTE: Adaptado de: Comunicación de la Comisión Europea (2021/C 437/01)

Función ecológica afectada por un proyecto: zonas de reproducción de una especie de ave troglodita.

Objetivos de la medida compensatoria:

- a)** debe ofrecer zonas de reproducción alternativas para las poblaciones de la especie de ave afectada (mediante la instalación de nidales artificiales).
- b)** las nuevas zonas para la reproducción de la especie objetivo deben situarse en la misma área y/o hábitat de campeo y alimentación.
- c)** las nuevas zonas de reproducción deben ser fácilmente accesibles para las especies afectadas por el proyecto. La capacidad de carga del nuevo hábitat debe ser, como mínimo, igual a la del espacio afectado.

Crear zonas nuevas de reproducción para la especie objetivo, pero en ubicaciones diferentes, fuera o lejos de su área de distribución o de su hábitat de alimentación, no constituiría una medida compensatoria adecuada, ya que la funcionalidad ecológica recreada no bastaría para compensar el impacto producido.

Por otro lado, la destrucción de hábitat de alimentación de una especie troglodita no puede compensarse mediante la creación de nuevas zonas de reproducción (instalación de nidales), al menos si no vienen acompañadas de la generación de nuevo hábitat de alimentación para dicha especie (**imagen 2**). La ubicación de los nidales artificiales debe estar lo suficientemente próxima a la zona de alimentación para evitar que la especie deba asumir un gasto adicional en alcanzar el nuevo nido, lo que a su vez podría reducir su resiliencia y aumentar su vulnerabilidad.

2.3.3. Calendario de ejecución de las medidas compensatorias

El tiempo es una dimensión crucial en la planificación de medidas compensatorias, ya que éstas deben establecerse, estar plenamente operativas y ser eficaces antes de que se produzcan los daños sobre la especie en el lugar del proyecto. Para ello, se exige una minuciosa coordinación entre la ejecución del mismo y la aplicación de las medidas compensatorias, así como la consideración de aspectos como el tiempo necesario para que las poblaciones de las especies objetivo de las medidas compensatorias se recuperen o se establezcan en el área objeto de la compensación.

Además, siguiendo la Comunicación de la Comisión Europea (2021/C 437/01), deben considerarse otros factores:

- a) La especie afectada por el proyecto no debe sufrir efectos irreversibles antes de que se apliquen las medidas compensatorias.
- b) El resultado de la compensación debe ser efectivo cuando la especie en cuestión sufra los daños previstos.
- c) No deben permitirse retrasos si conllevan pérdidas en la población de cualquier especie protegida. Solo se permitirán retrasos si no comprometen el objetivo de Impacto Neto Cero.
- d) Puede ser posible modular el calendario de ejecución de las medidas compensatorias, según si se prevé que los efectos perjudiciales significativos afloran a corto, medio o largo plazo.
- e) Por otra parte, es preciso haber concluido todas las disposiciones técnicas, jurídicas o financieras necesarias para aplicar las medidas compensatorias antes de que comience la ejecución del plan o proyecto, a fin de prevenir cualquier retraso imprevisto que pueda reducir la eficacia de las medidas compensatorias.

2.3.4. Seguimiento adecuado de las medidas compensatorias

El logro de una compensación efectiva sólo puede comprobarse mediante un seguimiento científico-técnico adecuado. Un proceso de seguimiento eficaz requiere el cumplimiento de los siguientes elementos:

- a) Un plan de seguimiento acordado con la autoridad con competencias ambientales.
- b) La contratación de una empresa especializada o de otra entidad para llevar a cabo el seguimiento, y, en cualquier caso, independiente.
- c) La especificación de los elementos que deben supervisarse: características ecológicas de las especies afectadas por el proyecto.
- d) Un consenso sobre los plazos de presentación de los informes de seguimiento (anual, bienal, etc.).
- e) Un consenso sobre la eficacia de la implantación de las medidas compensatorias.
- f) La documentación del avance de los trabajos (imágenes, informes sobre el terreno, etc.).
- g) Mecanismos para almacenar y compartir los resultados.
- h) La cooperación con científicos con miras a analizar los datos y comprobar la eficacia de la medida. Siempre que se considere oportuno, la cooperación científica puede desembocar en la publicación de los resultados de la compensación en un artículo científico, que pueda servir de ejemplo y guía a otros proyectos similares.

Por último, incluimos un ejemplo de lista de comprobación (**Tabla 2**) de cuestiones clave que tener en cuenta a la hora de diseñar medidas compensatorias, que consideramos puede ser útil para consultores, promotores y gestores.

Tabla 2 / Lista de comprobación para el diseño eficaz de medidas compensatorias.

FUENTE: Adaptado de Comunicación de la Comisión Europea (2021/C 437/01).

Línea de actuación	Descripción	Elementos que han de incluirse
Técnica	Plan técnico	Identificación, descripción y cuantificación del impacto producido sobre las especies objetivo.
		Descripción de las medidas compensatorias propuestas
		Explicación científicamente fundada de la eficacia prevista de las actividades a la hora de compensar los efectos negativos del proyecto sobre las especies objetivo.
		Priorización de actividades en función de los objetivos de la compensación y calendario armonizado con los mismos.
Financiera	Plan financiero	Desglose del presupuesto por categoría de costes.
		Desglose del presupuesto según el calendario de ejecución.
		Demostración de la viabilidad financiera de las medidas en función de los plazos requeridos y el calendario para la autorización de los fondos.
Jurídica y administrativa	Garantías de conservación de la naturaleza	Determinación de los requisitos de comunicación al público.
		Demostración de la viabilidad jurídica o financiera de las medidas en función del calendario requerido.
		Análisis de la viabilidad de los derechos de gestión: por tipo de actividad y por ubicación apropiada (adquisición, arrendamiento, administración, etc.).
Coordinación y cooperación: autoridades públicas	Funciones y responsabilidades durante la ejecución y la presentación de informes	Necesidades de consulta, coordinación y cooperación armonizadas con el calendario: acuerdo y aprobación del programa de medidas compensatorias por parte de las autoridades responsables y del promotor.
		Plan de seguimiento basado en indicadores del progreso de acuerdo con los objetivos, con un calendario de presentación de informes y posibles vínculos con obligaciones ya existentes en materia de evaluación y seguimiento.

IDEA CLAVE

Las directrices y recomendaciones para la implementación de unas medidas compensatorias eficaces se sintetizan en los siguientes puntos:

1. Aplicación del concepto jurídico de medida compensatoria, y de la metodología de la jerarquía de mitigación.
2. Identificación, descripción y cuantificación correcta de los impactos que se pretenden compensar.
3. Cuantificación de las medidas compensatorias en base al escenario más pesimista sobre los posibles efectos perjudiciales del proyecto.
4. Cuantificación del alcance de las medidas de manera coherente al impacto producido, es decir, aplicación del principio de proporcionalidad.
5. Ubicación de la zona de aplicación lo más cercana a la zona degradada o perdida a causa del impacto que se pretende compensar.
6. Ejecución temporal de las medidas compensatorias anterior a que se produzca el impacto identificado que se pretende compensar.
7. Necesidad de un seguimiento científico-técnico a la hora de evaluar la eficacia de las medidas implementadas.
8. Una gestión adaptativa en función de los resultados de la eficacia detectada de las medidas implementadas fruto del seguimiento realizado.



CÁTEDRA
STEPPE
FORWARD



3 /

Aplicación de conocimientos científicos sobre ecología de aves al diseño de programas de instalación de nidales artificiales como medidas compensatorias

3.1. Introducción

Las infraestructuras industriales (como las plantas solares, fotovoltaicas o termosolares) pueden tener efectos negativos para la fauna (un resumen puede encontrarse en Gómez-Catasús et al. 2024). Estos efectos pueden deberse a la pérdida directa de hábitat, a la fragmentación del mismo (**imagen 3**) y a la alteración de la conectividad ecológica que suponen (ver Turney & Fthanakis 2011, Chock et al. 2020 para el efecto de instalaciones fotovoltaicas). Estas instalaciones también provocan mortalidad de ejemplares, especialmente de aves acuáticas y esteparias (Walston et al. 2021, Kosciuch et al. 2020), siendo la colisión una de las principales causas (McCrary et al. 1986, Kagan et al. 2014, Hernández et al. 2014, Smallwood 2022) (**imagen 4**).

Las aves especializadas en medios abiertos (estepas, pastizales, zonas agrícolas...) son un grupo de especies adaptadas a vivir en condiciones de alta visibilidad, frecuentemente rehuyendo estructuras verticales (ej. naves industriales, viviendas, líneas eléctricas, heliostatos de plantas termosolares, placas fotovoltaicas...) incluso cuando se deja hábitat adecuado entre ellas o en sus inmediaciones (Concepción & Díaz 2011, Berg et al. 2015, Benítez-López et al. 2017). Además de la pérdida de hábitat directa provocada por estas infraestructuras allí donde se ubican, es necesario evaluar su potencial efecto sombra (Concepción & Díaz 2011, Berg et al. 2015), que se produce más allá del lugar donde son construidas las infraestructuras. Esto se debe a que la sustitución de



Imagen 3. La instalación de plantas fotovoltaicas puede provocar la fragmentación de hábitats. En la imagen plantas fotovoltaicas en el Campo de Tabernas, Almería (Autor: Luis Bolonio).



Imagen 4. Estornino negro muerto por colisión contra un vallado. Foto tomada en el Campo de Tabernas, Almería (Autor: Luis Bolonio).



Imagen 5. Bando de avutardas euroasiáticas a distancia de una planta fotovoltaica en la Mesa de Ocaña, Toledo (Autor: Luis Bolonio).

hábitats naturales o seminaturales (ej. pastizales) por infraestructuras humanas afecta negativamente a la reproducción de aves esteparias (Torres et al. 2011), reduce el hábitat disponible no solo a nivel local sino también a nivel de paisaje y reduce la calidad del hábitat para las aves (por ejemplo, por un incremento del riesgo de depredación). Existe poca información sobre el efecto

sombra que ejercen diferentes infraestructuras (placas fotovoltaicas, heliostatos, naves industriales, carreteras, viviendas...), sobre las diversas especies de aves (**imagen 5**). Para especies que se reproducen en el suelo se conoce el efecto sombra fruto de la construcción de infraestructuras lineales (autovías, carreteras...) sobre la avutarda euroasiática (*Otis tarda*) (Torres et al. 2011), o

de los viñedos en espaldera sobre la misma especie (Cassas et al. 2020). Recientemente se ha publicado el primer trabajo sobre el impacto del desarrollo de plantas solares fotovoltaicas sobre un ave esteparia en la Península ibérica (Bolonio et al. 2024), donde se ha constatado la extinción local de una especie que se reproduce en el suelo (ganga ortega, *Pterocles orientalis*) en las zonas donde se han implantado las plantas fotovoltaicas, y en su entorno inmediato (efecto sombra).

Probablemente debido a que el desarrollo de la energía solar fotovoltaica a gran escala es un fenómeno reciente, no se ha generado aún literatura científica sobre el efecto sombra que pueden provocar estas infraestructuras sobre las especies trogloditas objeto de esta guía (ver Capítulo 6), que, aunque también están asociadas a medios abiertos, pueden tener mayor tolerancia a estructuras verticales. Tampoco existe mucha información sobre la pérdida de hábitat de alimentación por la implantación de plantas fotovoltaicas para las especies trogloditas aquí tratadas. Un estudio con ejemplares de carraca europea (*Coracias garrulus*) marcadas con emisores GPS/GSM mostró una importante evitación del interior de dichas plantas por parte de estos individuos, especialmente de las zonas cubiertas por las placas (Valera et al. 2023, Bolonio & Valera en prep.) (imagen 6). Esto sugiere que las plantas solares fotovoltaicas suponen una importante pérdida de hábitat para esta especie. Igualmente, la información sobre mortalidad de aves trogloditas por colisión con infraestructuras propias de las plantas foto-

voltaicas es, según nuestro conocimiento, inexistente en nuestro país. No obstante, se ha descrito mortalidad por esta causa en especies decernícalos y mochuelos americanos (Smallwood 2022). Dichas especies son similares a los cernícalos y rapaces nocturnas que son objeto de esta guía. En ausencia de información concreta en nuestro entorno geográfico y sobre las especies de nuestro territorio, creemos que se debe aplicar el principio de precaución y evitarse de manera general la instalación de nidos dentro y en el entorno inmediato de las plantas fotovoltaicas (imagen 7).

Además de estos factores, hay otros aspectos relacionados con la ecología de aves que son de utilidad práctica para el diseño de programas de instalación de nidos artificiales como medidas compensatorias. Se resumen a continuación.

IDEA CLAVE

Carecemos de información científica suficiente para estimar posibles efectos de las plantas fotovoltaicas (ej. efecto sombra, riesgo de colisión) sobre las especies trogloditas objeto de esta guía. Por ello, debe ser aplicado el principio de precaución y evitar la instalación de nidos artificiales dentro y en el entorno inmediato de las plantas fotovoltaicas.



Imagen 6. Pareja de carraca europea posada en el vallado de una planta fotovoltaica en el Campo de Tabernas, Almería. La observación puntual de individuos de algunas especies de aves posadas en las instalaciones fotovoltaicas, no implica que éstas sean beneficiosas para las mismas. En el caso de la carraca europea se ha comprobado que evitan las plantas fotovoltaicas como zonas de alimentación (Autor: Luis Bolonio).



Imagen 7. Caja nido ocupada por mochuelo europeo en el entorno inmediato de una planta fotovoltaica (Campo de Tabernas, Almería) (Autor: Luis Bolonio).

3.2. Limitación de lugares de nidificación

La escasez de sitios de nidificación puede limitar la distribución y densidad de cría de una amplia gama de especies. Esta limitación es evidente en especies que nidifican en oquedades (Newton 1994) y, aún más, en aquellas que no pueden excavar sus propios agujeros. Esta limitación puede deberse directamente a una falta de sustratos de nidificación o indirectamente por competencia interespecífica o intraespecífica por los huecos existentes. La escasez de sustratos adecuados de nidificación provoca que individuos de estas especies intenten la nidificación en cavidades subóptimas, lo que puede desembocar en fracaso reproductor, o incluso poner en riesgo la supervivencia de los adultos (**imagen 8**).

Las diferentes respuestas de las especies a la provisión de cajas nido puede depender de varios factores (Newton 1994):

- grado en que las cajas son sustitutos aceptables de los lugares naturales.
- severidad de la limitación de lugares de nidificación.
- capacidad competitiva de las distintas especies. En presencia de sitios de nidificación limitados, las especies dominantes pueden obtener suficientes sitios, y las subordinadas cada vez más nidos a medida que se dispone de más posibilidades y se satisfacen las necesidades de las dominantes.
- territorialidad. Para especies de pequeños passeriformes, la aceptación de los nidos es mayor en aquellas especies que defienden poco más que el nido que en especies que mantienen territorios mayores.

Independientemente de la especie, de su tasa de creci-



Imagen 8. La falta de oquedades adecuadas obliga a menudo a que las especies trogloditas críen en ubicaciones subóptimas: a) nido de cernícalo vulgar expuesto a depredadores e inclemencias meteorológicas (Autor: Radovan Václav), b) carraca europea a la entrada de su nido en una estructura metálica donde las altas temperaturas pueden comprometer el éxito reproductor (Autor: Luis Bolonio), c) pareja de carraca europea cebando en un orificio en pacas de paja donde la depredación es probable (Autor: Eugenio Montelío).



Imagen 9. Cajas nido en alta densidad en un cortijo (Autor: Luis Bolonio).

miento y del número de cajas adicionales proporcionadas, el número de ejemplares se suele estabilizar con el tiempo ya que, una vez subsanada la escasez de nidos, otro factor limita la población. A menudo, este segundo factor es la disponibilidad de alimento (Newton 1994).

El carácter limitante de los diversos factores puede variar con el tiempo, dependiendo de la abundancia fluctuante de los recursos (Wiebe 2011).

IDEA CLAVE

Una vez subsanada la escasez de nidos, hay que abordar otros factores limitantes para la especie objetivo. Normalmente, la disponibilidad de alimento es el siguiente factor limitante.



Imagen 10. Carraca europea depredada en un primillar (Autor: Francisco Pulpillo-SIECE).

3.3. Procesos dependientes de la densidad

El aporte de sitios de nidificación y la distribución de los mismos puede aumentar la densidad de individuos reproductores y crear diferentes escenarios de densidad dependiendo de las consecuencias en la agregación o dispersión de las parejas reproductoras y no reproductoras (**imagen 9**).

Si la instalación de cajas nido da lugar a una densidad de cría artificialmente alta, pueden producirse cambios en la conducta reproductora (ej. aumento de la paternidad extra-pareja, parasitismo de cría conespecífico), lo que puede afectar negativamente a la demografía de las especies (Berthier et al. 2012).

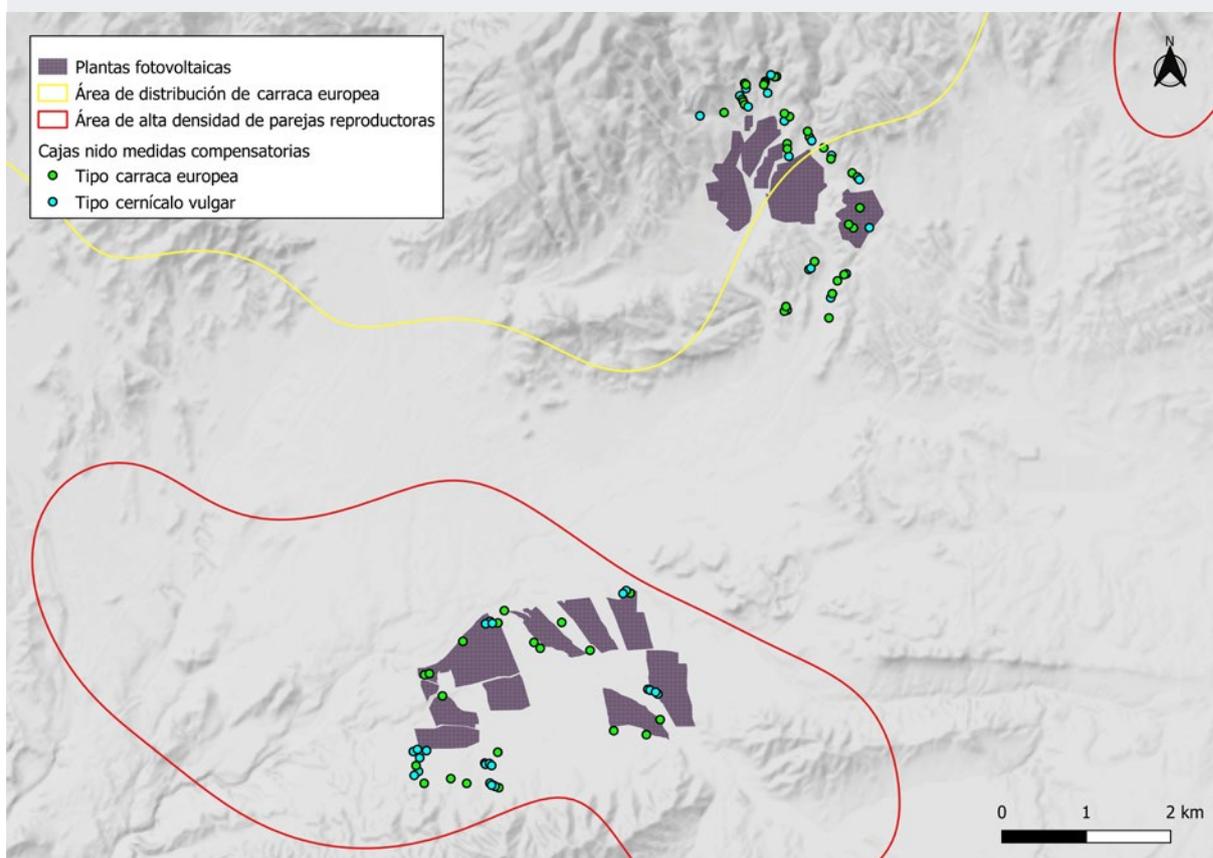
IDEA CLAVE

La aportación de nidos artificiales puede solventar el problema de la limitación de lugares de nidificación, pero no debe resultar en un incremento desmesurado de la densidad de aves reproductoras que agravaría el efecto de otros factores limitantes.



Imagen 11. Con frecuencia se sigue el supuesto de “cuantos más nidos, mejor”, instalándose gran cantidad de cajas nido con cualquier tipo de diseño y en cualquier sitio. La imagen muestra nidos en alta densidad en una construcción rural (Barajas de Melo, Cuenca) y sin ningún criterio en cuanto a su diseño como medida compensatoria. La especie objetivo, el cernícalo primilla, eligió los majanos de las parcelas adyacentes para reproducirse (Autor: Luis Bolonio).

Figura 3 / Agregaciones de cajas nido instaladas como medida compensatoria en torno a cuatro plantas fotovoltaicas en el Campo de Tabernas. Se indica el área de distribución de la carraca europea y la zona de alta densidad de parejas reproductoras. FUENTE: Elaboración propia.



Los incrementos en densidad pueden llegar al punto en que otros factores limitantes afecten al resultado de la reproducción (Newton 1998). Diversos mecanismos pueden ser responsables de estos procesos denso-dependientes. Por ejemplo, la depredación puede aumentar con la densidad de individuos reproductores (Banda & Blanco 2009) (**imagen 10**). La competición intraespecífica por recursos como la pareja o el alimento también puede aumentar con la densidad de individuos (Martin 1995). La posibilidad de que procesos dependientes de la densidad anulen las medidas de gestión de las aves que anidan en cavidades debe considerarse cuidadosamente antes de emprender dichas medidas.

Es relativamente frecuente encontrar en programas de instalación de nidos como medidas compensatorias de plantas fotovoltaicas una gran cantidad de cajas nido, bajo el supuesto de que “cuantas más, mejor” (ej. **figura 3, imagen 11**). Hay que abandonar esta idea y garantizar que la gestión no aumentará la densidad de cría por encima de niveles críticos en los que procesos denso-dependientes reduzcan el éxito reproductor causando perjuicios mayores que los beneficios que suponen las oportunidades adicionales de nidificación (Mänd et al. 2005).



Imagen 12. Cajas nido en distintas ubicaciones: a) cortijo abandonado (Autor: Francisco Valera), b) poste (Autor: Luis Bolonio), c) talud (Autor: Francisco Valera), d) árbol (Autor: Luis Bolonio).

3.4. La importancia de la información social

La selección de hábitat suele comprender un proceso de toma de decisiones que implica necesariamente la recopilación y el procesamiento de información. Así pues, el concepto de adquisición de información es fundamental para el estudio de la selección de hábitats (Blanchet et al. 2010).

La información social (aquella derivada de la observación del rendimiento de otros individuos con los que se comparten necesidades ecológicas) es importante en procesos como la selección de pareja, la búsqueda de alimento y la selección de hábitat (Danchin et al. 1998, Doligez et al. 2002). Se ha propuesto que, por medio de la atracción conspecífica (Stamps 1988) o heteroespecífica (Parejo et al. 2005), el número de congéneres que crían en las proximidades podría proporcionar información sobre

la calidad de la reproducción en un sitio dado. También se ha propuesto la "atracción basada en el rendimiento (reproductor)" (Danchin et al. 1998), por la que los individuos perciben los parches más productivos (en términos de resultado de la reproducción) como lugares de mayor calidad y los seleccionan preferentemente.

Esta información es importante a la hora de decidir la ubicación de las cajas nido. Sin embargo, los programas de cajas nido suelen ignorar: (1) el posible papel de las aves que anidan de forma natural en el éxito de la colonización y en la demografía (Pöysä & Pöysä 2002), y (2) el papel de la información social en la selección del lugar de nidificación (Stamps 1988, Danchin et al. 1998). Estos aspectos, con clara aplicación en la biología de la conservación (Blanchet et al. 2010), se desarrollan en el Capítulo 4.

3.5. Ubicación de los nidos y sus implicaciones en cuanto a parasitismo y microclima

El lugar concreto donde se ubican las cajas nido (árbol, construcción humana, taludes) y sus características (altura, cobertura vegetal) condiciona la comunidad de insectos parásitos (y de los patógenos que pueden transmitir) que pueden atacar al ave ocupante de la caja y a sus crías (Votýpka et al. 2009, Veiga & Valera 2020) (**imagen 12**). Además, la reutilización de una caja nido por individuos de la misma especie o de especies distintas puede aumentar la carga parasitaria, así como aumentar el rango de parásitos que pueden afectar a una especie de ave dada (Veiga & Valera 2020) (**imagen 13**).

De forma similar, la ubicación de las cajas nido (junto con otros factores como el material del que están hechas, ver Capítulo 5) determina en buena medida el microclima en su interior, que a su vez condiciona tanto el confort para el ave (Amat-Valero et al. 2014), el éxito reproductor o la condición corporal de los pollos (García del Río et al. 2024) como los parásitos que pueden atacarlos (Castaño-Vázquez et al. 2022)



Imagen 13. Puesta de carraca europea en caja nido usada previamente por estornino negro. Estos casos pueden resultar en intercambio de parásitos entre especies (Autor: Luis Bolonio).

IDEAS CLAVE

La ciencia ha aportado valiosa información sobre aspectos básicos (limitación de lugares de nidificación, competencia, territorialidad, información social, presión de parásitos...) que han de ser tenidos en cuenta en el diseño del programa de instalación de niales artificiales.

La colocación de niales artificiales sólo contribuye a mejorar el hábitat de nidificación de las especies afectadas. No resuelve los problemas de pérdida de hábitat de alimentación.



CÁTEDRA
STEPPE
FORWARD



4 /

**Necesidad de información previa:
programa de pre-instalación de
nidales artificiales**

4.1. Introducción

En general, es habitual que los programas de instalación de niales artificiales no consideren información sobre la distribución y abundancia de las especies objetivo obtenida antes del inicio del proyecto, incluso en aquellos casos en los que dicha información existe.

En realidad, un programa de instalación de niales debe comenzar a planificarse antes del inicio de las obras, tal y como se recoge en las recomendaciones de la Comisión Europea sobre las medidas compensatorias (Comunicación de la Comisión Europea (2020/C 437/01); Capítulo 2).

Información previa sobre la distribución original de la especie focal y especies interactuantes con ella, sus densidades, la ubicación de los nidos naturales... es fundamental para definir la ubicación y número de cajas nido a instalar. Del mismo modo, información previa sobre depredadores y parásitos y sobre la calidad del hábitat

puede ayudar a un mejor diseño del programa de instalación de cajas nido.

IDEA CLAVE

Información previa a la construcción de las plantas solares sobre la distribución, abundancia, densidad ... de la especie objetivo es muy útil para definir los criterios de ubicación y número de cajas nido a instalar, así como para poder evaluar el efecto sobre el tamaño de la población de las especies objetivo.

A continuación, aportamos información sobre estos aspectos.

4.2. Información social

Como se ha mencionado antes (ver Capítulo 3), la información social es importante a la hora de seleccionar donde vivir. Las aves pueden aumentar sus posibilidades de encontrar hábitats adecuados para la reproducción utilizando información social (Seppänen et al. 2007). Pueden tomar decisiones informadas basándose en la simple atracción que tienen por otras aves o copiando las elecciones de los individuos reproductores que han tenido éxito. Esto se debe a que otras aves pueden conocer mejor la calidad del hábitat, incluida la disponibilidad de alimento o el riesgo de depredadores. Así, al elegir un nuevo lugar de nidificación, las aves pueden tener en cuenta no sólo los factores ambientales, sino también la densidad de reproducción local y el éxito reproductivo previo de su propia especie y de otras especies ecológicamente similares. Es importante destacar que se pueden utilizar diferentes tipos de información social para la selección de las áreas de cría a una escala espacial más amplia y para la selección de parches de cría a escalas espaciales más pequeñas (Václav et al. 2011). Por ejemplo, la carraca europea parece utilizar la atracción social para seleccionar las zonas de cría y la copia del hábitat para seleccionar las agregaciones de cría y los lugares específicos de nidificación (Václav et al. 2011). La importancia

de la información social para la selección de hábitat de nidificación también se ha descrito para el cernícalo primilla (*Falco naumanni*) (ver Capítulo 6).

IDEA CLAVE

En la elección de un nuevo lugar de nidificación, las aves pueden tener en cuenta no sólo factores ambientales, sino también la densidad de reproducción local y el éxito reproductivo previo de su propia especie y de otras especies ecológicamente similares.

Aunque la atracción social puede tener efectos positivos en la selección del hábitat de cría, es importante tener en cuenta que la densidad de población no siempre refleja con exactitud la calidad del hábitat (Stamps & Swaisgood 2007). Las aves jóvenes pueden elegir asentarse cerca de otros reproductores debido a sus preferencias individuales, que pueden estar fuertemente influidas por su experiencia natal más que por la mera atracción so-



Imagen 14. Pareja de carraca europea posada cerca de su nido en un mechinal con su entrada modificada mediante una tapadera (Uleila del Campo, Almería) (Autor: Luis Bolonio).

cial. Por tanto, si la densidad reproductora media de una población focal está sesgada por unas pocas localidades con densidades excepcionalmente altas, los programas de cajas nido deberían basarse en las densidades naturales típicas para aumentar su éxito.

Además, aunque las aves pueden copiar los hábitats de cría de otras, las preferencias individuales dentro de una especie pueden variar en función del tipo de hábitat (ej. nido) natal (Stamps & Swaisgood 2007). Las carracas, por ejemplo, suelen elegir entre cavidades en taludes, oquedades en construcciones humanas y cajas nido en función del tipo de nido en el que nacieron, aunque muestran mayor fidelidad a las cajas nido (Valera & Václav 2021).

Un enfoque prometedor para mejorar los programas de instalación de las cajas nido teniendo en cuenta las preferencias natales es instalar tapas artificiales con orificios de entrada de tamaño adecuado en los lugares de nidificación naturales (Valera et al. 2019, ver Capítulo 9) (**ima-**

gen 14). Este enfoque preserva la diversidad de sustratos de nidificación dentro de las poblaciones, aumenta la seguridad de los pollos frente a los depredadores y puede animar a las aves criadas en dichos nidos a reproducirse en cajas nido más adelante. Dado que la idoneidad de los tipos de lugares de nidificación puede variar con el tiempo y el espacio (Valera et al. 2022b), se recomienda preservar la diversidad de tipos de cavidades en los programas de cajas nido.

En resumen, conocer la distribución local y las densidades naturales de la población de aves objetivo es esencial para determinar la ubicación y el espaciado adecuados de las cajas nido. Este conocimiento nos permite aprovechar los efectos positivos de la atracción social, evitando al mismo tiempo aumentar artificialmente las densidades reproductoras mediante una instalación excesiva de cajas nido. Además, investigaciones previas sugieren que la supervivencia aparente mejora cuando existen menos huecos entre las agregaciones reproductoras dentro de las poblaciones (Valera & Václav 2021). Por lo

tanto, los programas de instalación de cajas nido deberían aplicarse estratégicamente para reducir la fragmentación dentro de las poblaciones reproductoras y entre ellas. Asimismo, deberían tener como objetivo reducir la fragmentación de las poblaciones para disminuir la interrupción de las redes de información social (Schmidt et al. 2010).

Las principales consideraciones para fomentar la información social en los programas de instalación de cajas nido se resumen en el **cuadro 2**.

IDEA CLAVE

Los programas de instalación de cajas nido deberían aplicarse para reducir la fragmentación dentro de las poblaciones reproductoras y entre ellas. También deberían reducir la fragmentación de las poblaciones para disminuir la interrupción de las redes de información social.

Cuadro 2 / Consideraciones para fomentar la información social en los programas de instalación de cajas nido



Considerar el **grado de sociabilidad** de la especie de ave focal. Es más probable que las especies que viven en comunidad utilicen claves sociales que las especies solitarias, pero la información social no debe descuidarse ni siquiera en el caso de estas últimas (Václav et al. 2011).



Detectar y conservar los nidos naturales para aumentar el éxito de colonización de las zonas objetivo. Los nidos naturales ocupados pueden servir como centros de colonización al atraer a aves jóvenes y adultas (Václav et al. 2011).



Las **construcciones artificiales** (por ejemplo, antiguos palomares o torres de transformación eléctrica abandonadas) pueden servir como centros de colonización y, a través de la atracción social, atraer a las especies focales a las zonas objetivo.



Los **señuelos, cantos y reproducción de llamadas de polluelos** pueden atraer a las aves de la especie objetivo a lugares específicos dentro de la zona de actuación gracias a la copia del hábitat de cría (Hahn & Silverman 2006).



Preste atención a las **especificidades locales**. Los efectos positivos de la información social en las zonas objetivo podrían verse comprometidos por la fragmentación de la población, pero también por la distribución de competidores y depredadores en los nidos. El conocimiento previo de la distribución y presión de los depredadores ayuda a afinar la distribución de las cajas nido.



Abordar la limitación de lugares de nidificación. Dado que la limitación de los lugares de nidificación puede comprometer la información social, hay que evaluar si la baja densidad reproductora se debe a la falta de oportunidades de nidificación o a causas antropogénicas o naturales específicas.

4.3. Parásitos y depredadores

El parasitismo y la depredación son dos factores selectivos que influyen poderosamente en la dinámica de las poblaciones de aves. Mientras que un estudio detallado de parásitos y depredadores puede ser inabordable en el marco de los objetivos de las medidas compensatorias, alguna información básica sobre los mismos puede ser muy útil.

Hay evidencias del efecto del entorno de los nidos sobre la comunidad de ectoparásitos en los mismos (Veiga & Valera 2020), de forma que la ubicación de las cajas nido explicó mucha de la variación en prevalencia y abundancia de varias especies de ectoparásitos en los mismos (**imagen 15**). Aunque los mecanismos subyacentes son complejos, dos factores parecen ser importantes: (i) las necesidades y preferencias de hábitat de los ectoparásitos, y (ii) el entorno social del ave hospedadora. Por ejemplo, la ocupación previa de una caja nido por una especie de ave distinta a la especie focal, así como la identidad y densidad de aves vecinas puede favorecer o excluir a algunos ectoparásitos (Veiga & Valera 2020). Esto es importante en el caso de la colocación de cajas nido para formar colonias multiespecíficas (ver Capítulo 8).

¿Cómo pueden contribuir estos conocimientos al adecuado diseño de instalación de cajas nido? Se cree que algunas especies de aves son improntadas por el tipo de nido en el que nacieron, de modo que las futuras preferencias de nido se ven influidas por las experiencias natales (White et al. 2002, Stamps & Swaisgood 2007). De ser así, los individuos improntados estarían expuestos regularmente a los ectoparásitos asociados a esa ubicación. Pero incluso si no existe impronta por el lugar de nacimiento, el conocimiento de tales asociaciones es im-

IDEA CLAVE

El parasitismo en las aves y en sus nidos es un fenómeno natural. El objetivo no es eliminar los parásitos de los nidos, sino controlar los niveles excesivos de parásitos y vigilar la aparición de nuevos parásitos. Éstos, a menudo asociados con nuevos hospedadores, y/o los nuevos patógenos transmitidos por los nuevos parásitos, pueden ser el verdadero riesgo para algunas aves, no los parásitos en general.



Imagen 15. Garrapata blanda (Familia Argasidae) en caja nido (Autor: Jesús Veiga).



Imagen 16. Moscas ectoparásitas (*Carnus hemapterus*) en pollo de carraca europea (Autor: Jesús Veiga).

portante. La instalación de cajas nido supone en muchos casos el abandono de nidos naturales. Si hay especies de parásitos que prefieren las cajas nido a los nidos naturales, los programas de instalación de cajas nido pueden aumentar la exposición del ave a esos parásitos. Es el caso de la mosca parásita *Carnus hemapterus*, más abundante en cajas nido que en cavidades naturales ocupadas por diversas especies (Fargallo et al. 2001, Calero-Torralbo et al. 2013) (imagen 16).

IDEA CLAVE

La información previa sobre preferencias de ectoparásitos por cierto tipo de ubicaciones o nidos puede ayudar a definir los criterios de instalación de cajas nido.

Las especies que nidifican en cavidades tienen tasas de depredación más bajas que las especies que nidifican en nidos abiertos. No obstante, las primeras también eligen sitios de nidificación que ofrecen protección frente a los depredadores, como entradas pequeñas, una de las razones que pueden explicar el abandono de cavidades naturales en favor de cajas nido. Son muchos los factores que pueden influir en la tasa de depredación de nidos (altura, orientación, grado de ocultación, densidad de individuos, fragmentación del medio) y no siempre se han encontrado patrones claros que relacionen estos factores con la tasa de depredación observada (imagen 17). Mencionaremos los dos factores que nos parecen más importantes a nivel general (la densidad de cría y la fragmentación del hábitat), dado que en secciones posteriores se ofrecerán especificaciones para las principales especies de aves objeto de esta guía.

Altas densidades de cría pueden suponer un reclamo para los depredadores. Algunos estudios muestran un incremento en la tasa de depredación con el incremento en la densidad de aves reproductoras. Otros, sin embargo, no encuentran tal relación. El efecto de la densidad de cría (tanto de conespecíficos como de heteroespecíficos) en la tasa de depredación depende del contexto (las características del hábitat o el gremio de depredadores) y de la escala de trabajo (Banda & Blanco 2009, Mainwaring et al. 2015), por lo que no es posible ofrecer recetas generales. Algo similar ocurre con la relación entre fragmentación de hábitat y presión de depredación. A pesar de numerosas investigaciones empíricas y revisiones del tema, no han surgido patrones claros sobre



Imagen 17. La depredación en cajas nido es frecuente. Lagarto en nido de estornino negro (Autor: Gustavo Tomás).

los efectos de la pérdida y fragmentación del hábitat en las interacciones depredador-presa (Ryall & Fahrig 2006). El seguimiento del éxito reproductor en las cajas nido y la identificación de las causas de fracaso (ej. identificación de depredadores) dentro de los planes de vigilancia ambiental de las medidas compensatorias debe aportar información útil para afinar las densidades y ubicaciones más productivas.

En algunos casos, el diseño de otras medidas compensatorias puede incidir en la tasa de depredación de especies nidificantes en las cajas nido. Por ejemplo, se debe evitar la instalación de posaderos de rapaces cerca de las cajas (**imagen 18**) o la ubicación de cajas nido cerca de carreteras o en edificios cuyo bajo mantenimiento favorece la instalación de colonias de roedores.

IDEA CLAVE

Considerar en el diseño de la ubicación de las cajas nido información sobre depredadores y sobre otras medidas compensatorias que pueden interferir con los objetivos del programa de instalación de cajas nido.



Imagen 18. Medidas compensatorias de una planta fotovoltaica en el Campo de Tabernas, Almería. La colocación de un posadero para rapaces cerca de una caja nido para carraca es inadecuada (Autor: Luis Bolonio).

4.4. Calidad del hábitat

El número de cajas nido a instalar y su distribución debe considerar la calidad del hábitat circundante (**imagen 19**). La colocación de cajas nido sólo contribuye a mejorar el hábitat de nidificación de las especies afectadas. Sin embargo, no resuelve los problemas de pérdida de hábitat de alimentación. Por esta razón, a la hora de seleccionar dónde colocar las cajas nido, es importante elegir hábitats adecuados para las especies específicas. Es probable que, en algunos casos, no haya hábitats apropiados para las especies objetivo, por lo que la fase inicial del programa de instalación de cajas nido debería incluir mejoras ecológicas en los hábitats objetivo. Para ello es importante tener en cuenta la biología de las especies focales, en particular, el tamaño de su área de campeo. En general, se necesitará gestionar parcelas más grandes para las especies más grandes y para las que defienden territorios que incluyen recursos alimenticios que para

aquellas que defienden solo los alrededores del nido. Para el primer tipo de especies, el tamaño mínimo de las parcelas debe ser mayor que el territorio de una pareja reproductora; de lo contrario, añadir un nido en la zona defendida por una pareja existente no podría atraer más reproductores a la parcela y/o generar problemas derivados de la competencia.

IDEA CLAVE

Elegir hábitats adecuados para la instalación de cajas nido, lo que puede implicar realizar mejoras del medio.



Imagen 19. Enriquecimiento del medio alrededor de las cajas nido: charca y plantación de diversas especies de matorral (Autor: José Eugenio Gutiérrez Ureña).



CÁTEDRA
STEPPE
FORWARD



5 /

**Factores técnicos a considerar
para la correcta implementación
del programa de instalación de
nidales artificiales**

5.1. Introducción

Un programa de instalación de nidales artificiales consiste básicamente en recrear las condiciones naturales o semi-naturales en las que crían ciertas especies, en nuestro caso aves trogloditas que habitan en espacios abiertos (estepas, pastizales, paisajes agrarios...), para propiciar su nidificación en otros sitios o circunstancias (ej. en medios modificados por plantas de energía solar fotovoltaica). Las características básicas de los nidales (ej. tamaño, ubicación, orientación...) determinan qué especie ocupará las cajas y cuáles serán los resultados de dicha ocupación (Lambrechts et al. 2010, Zingg et al. 2010). Además, otros factores como el tipo de material (y su posible toxicidad), y variables asociadas (ej. la temperatura, la humedad...) pueden influir en la salud y supervivencia de los pollos y adultos, en los parásitos nidícolas, en los competidores y/o depredadores de las especies objetivo... (Lambrechts et al. 2012). Por tanto, es necesario considerar el efecto de las características técnicas de los nidales en la selección que de éstos hacen las especies objetivo, y cómo pueden influir en el éxito reproductor de éstas (van Balen 1984, Dhondt et

al. 2010). Por otro lado, es de esperar que las naturales fluctuaciones espaciotemporales de variables abióticas (ej. condiciones climáticas) o bióticas (ej. la presión de la depredación) favorezcan el mantenimiento y uso de diversos tipos de cavidades (Van Nieuwenhuysse et al. 2008, Valera et al. 2022b). Por tanto, un único diseño o ubicación de los nidales para una especie determinada no tiene por qué ser adecuado para todas las situaciones y todos los hábitats (Charter et al. 2007).

En este capítulo, así como en el Capítulo 6 y en el Anexo, realizamos recomendaciones de las principales características técnicas de los nidales, en base a nuestra experiencia, a la literatura (cuando existe), y a las consultas realizadas a expertos con amplia experiencia con nidales artificiales. También indicaremos las lagunas de conocimiento que existen sobre la materia, y que deben ser tenidas en cuenta a la hora de poner en marcha un programa de instalación de nidales, intentando adaptar el conocimiento existente (que hemos tratado de sintetizar en esta guía) a cada una de las situaciones particulares.

5.2. El tamaño del nidal

El tamaño interno de la cavidad puede influir en parámetros reproductores clave, principalmente el tamaño de puesta (ej. Karlsson & Nilsson 1977, Moeed & Dawson 1979, Löhr 1980, van Balen 1984, Gustafsson & Nilsson 1985, Slagsvold & Amundsen 1992). La relación entre tamaño de puesta y tamaño de la cavidad puede variar entre especies diferentes que habitan la misma región geográfica o entre distintas poblaciones dentro de la misma especie (Charter et al. 2007). Por ello, es difícil dar una recomendación general. Sin embargo, a la hora de decidir el tamaño de la cámara de cría de los nidales para las especies objetivo de esta guía, es importante tener en cuenta que, en general, tienen tamaños de pollada grandes, con hasta siete pollos en algunos casos, por lo que se aconsejan nidales grandes, a pesar de que muchas de estas especies sean relativamente pequeñas (**imagen 20**).

El tamaño de los nidales también puede afectar al microclima de la cámara de incubación y, por extensión, al éxito reproductor. Por ejemplo, en cavidades pequeñas la pér-

didada de agua por evaporación y la deshidratación pueden forzar a los volantones a abandonar los nidos prematuramente (Catry et al. 2011). Por ello, también se aconseja, en general, nidales grandes, sobre todo para especies sensibles a las altas temperaturas, como el cernícalo primilla (**imagen 21**).

En el Capítulo 6 y en las fichas de cada especie (Anexo) se realizan recomendaciones específicas sobre las dimensiones de los nidales.

IDEA CLAVE

Las dimensiones y ubicación de la caja nido puede afectar a la probabilidad de ocupación por una especie u otra, así como al éxito reproductor. No hay un modelo de caja nido apropiado para todas las especies.



Imagen 20. Muchas de las especies objetivo de esta guía tienen polladas grandes. Caja nido de abubilla común con siete pollos (Autor: Luis Bolonio).



Imagen 21. Cernícalo primilla posado en una caja nido de dimensiones adecuadas (Autor: Luis Bolonio).

5.3. La orientación del nidal y el material de construcción

La orientación del nido respecto a las zonas predominantes de insolación, precipitación o vientos dominantes, así como el tipo de material utilizado tienen una gran influencia en el microclima del nidal.

La orientación de los nidos naturales de aves depende de variables climáticas locales como la temperatura o los vientos dominantes que, a su vez, condicionan la dirección de las precipitaciones (revisado en, por ejemplo, Schaaf et al. 2019, Schaaf & de la Peña 2020), algo que obviamente también influye en la selección que hacen las aves de los nidales artificiales (Duslitz et al. 2022). Por tanto, un determinado nidal puede ser preferido (o adecuado) en un contexto geográfico determinado, y desfavorable en otro. Generalmente, las aves evitan los nidales cuyos orificios de entrada están orientados en la dirección del viento predominante o de la lluvia (p. ej. Exo 1981, Valkama & Korpimäki 1999, Sullivan et al. 2003, Goodenough et al. 2008). Es necesario minimizar la incidencia de vientos y lluvias en la zona del orificio de entrada en función de las condiciones predominantes en la zona. En general, la orientación recomendada es

Este-Sureste, aunque es necesario conocer posibles variaciones locales y/o regionales. La instalación de techos o protecciones adicionales puede ayudar a minimizar el impacto de lluvias torrenciales (ver abajo).

La orientación del orificio de entrada puede influir también en las temperaturas internas del nidal, y, por lo tanto, en la selección por parte de las especies ocupantes, algo que se ha comprobado con cernícalos americanos (*Falco sparverius*) (Balgooyen 1990, Butler et al. 2009).

Finalmente, en lo referente a la orientación del nidal, hemos de considerar también la importancia de factores bióticos. Así, en el caso de instalar nidales próximos entre sí (ej. para especies coloniales como el cernícalo primilla), se recomienda que los orificios de entrada no se orienten enfrentados entre sí (**imagen 22**). De esta manera evitaremos comportamientos agresivos que pueden desembocar en pérdidas de nidadas.

Tanto el material con que está construido el nidal, como el grosor de las paredes pueden influir en el microclima



Imagen 22. Nidales para cernícalo primilla instalados adecuadamente al no enfrentar los orificios de entrada (Leganiel, Cuenca) (Autor: Luis Bolonio).

de la cámara de cría y en la variación del mismo (ej. García-Navas et al. 2008), lo que a su vez puede influir en el éxito de eclosión de los huevos y/o en la supervivencia de los pollos (Korpimäki 1984, 1985, Johnson 1994). Obviamente, la necesidad de capacidad aislante de los nidales diferirá con la latitud y altitud. En nuestro contexto geográfico, el calor, más que el frío, será frecuentemente el factor más importante a considerar. Episodios de altas temperaturas pueden suponer un aumento en los costes de termorregulación de los pollos (Bradley et al. 1997, Lloyd & Martin 2004). En temperaturas ambiente superiores a la corporal, los pollos se sobrecalientan rápidamente debido a su superficie relativamente grande y a su baja capacidad de termorregulación (Elkins 1983, Visser 1998). Dado que las tasas de pérdida de agua por evaporación aumentan con la disminución de la masa corporal, la vulnerabilidad a la deshidratación aguda es más pronunciada en los pollos más pequeños (McKechnie & Wolf 2010).

En general, hay poca información sobre el efecto del material de nidificación en el microclima de los nidales, aún más en el actual escenario de cambio climático (Lambrechts et al. 2010). Estudios como los llevados a cabo por Catry et al. (2011, 2015) en el sur de Portugal sobre el efecto de la orientación y material de los nidos sobre el cernícalo primilla y la carraca aportan información muy valiosa. Estos autores demuestran que la instalación de nidales artificiales para cernícalo primilla en zonas con hábitat adecuado es una herramienta eficaz para mitigar la falta de lugares de nidificación, y consiguen aumentar el tamaño poblacional (Catry et al. 2009). Sin embargo, este éxito puede estar condicionado por eventos climatológicos extremos, en concreto olas de calor que pueden producir mortalidad de pollos (Catry et al. 2011, 2015). Un reciente estudio (Corregidor-Castro et al. 2023) encuentra efectos letales y subletales similares, o incluso más graves en cernícalos primillas criando en nidales artificiales en Italia, durante olas de calor (>37°C, dos días seguidos).

Catry et al. (2011) encontraron diferencias significativas en la mortalidad de pollos de cernícalo primilla según el tipo de nido en temporadas con temperaturas atípicamente altas. La mortalidad fue del 43% en nidos de madera, del 23% en nidos de adobe, y del 0% en nidos de piedra y de hormigón. No se registró la mortalidad en vasijas de barro. Las cajas nido de madera en las que se detectó mortalidad tenían unas dimensiones grandes (50 x 25 x 25 cm), pero no tenían ventilación. Los nidos en cavidades de edificios de adobe y piedra fueron los

más frescos, con temperaturas medias máximas diarias ligeramente inferiores a la temperatura del aire. Las temperaturas encontradas en vasijas de barro fueron algo inferiores (48°C) a las encontradas en los nidales de madera (hasta 55°C). Sin embargo, otros estudios sí encontraron en vasijas temperaturas similares a las de los nidales de madera (entre 49°C y 55°C, Pomarol 1996 y Tella et al. 1994, respectivamente), lo que sugiere que muy probablemente debe producirse mortalidad de pollos en días muy calurosos, especialmente en las orientadas al sur y cuando no están pintadas de blanco. Catry et al. (2011) no observaron una menor tasa de cebas a los pollos en los días de temperaturas extremas, por lo que los autores sugieren que la causa de mortalidad se debía a la deshidratación aguda de los pollos, sobre todo de los más jóvenes. Además, las altas temperaturas provocaron efectos fisiológicos entre los pollos supervivientes, afectando al crecimiento y a su condición corporal.

El efecto conjunto del tipo de material y la orientación del nido puede ser determinante. Las diferencias en mortalidad encontrada por Catry et al. (2011) en nidos en cavidades de piedra (0%) y en cavidades de adobe (23%) parecen explicarse por su orientación, pues todos los nidos en cavidades de piedra estaban orientados al norte. Catry et al. (2011) también encontraron que los nidos de madera orientados al sur alcanzaron temperaturas superiores a 55°C. Se registró mortalidad de pollos en cajas nido de madera orientadas al sur, oeste y este, pero no en las orientadas al norte, donde la temperatura era significativamente más baja que en las otras orientaciones.

Ante las evidencias encontradas, Catry et al. (2011) recomiendan: i) evitar la utilización de cajas nido de madera y vasijas de barro para los nidales destinados a cernícalo primilla, o colocar dichos nidales en paredes no expuestas (orientación norte) o a la sombra y pintar las vasijas de barro de blanco (Pomarol 1996); ii) la instalación de cajas nido de madera bajo las tejas de los tejados de los edificios (Pomarol 1996); iii) utilizar adobe, piedra y hormigón a la hora de proporcionar nuevas estructuras de cría; iv) la reapertura de cavidades en los edificios, en lugar de instalar cajas nido fuera, así como proporcionar nidales con cámaras interiores grandes que ayuden a mantener unas condiciones tolerables; v) considerar otros materiales, en concreto hormigón mezclado con madera (<https://www.weboryx.com/es/>).

Aunque hay una notable oferta de nidales de diferente material (ej. hormigón-madera, corcho, o corcho recubierto de mortero de cal hidrófugo – ver [46](https://dema.</p></div><div data-bbox=)



Imagen 23. Nidales construidos con: a) hormigón-madera (Autor: Manuel Calderón), y b) corcho con mortero de cal (Autor: Luis Bolonio).

org.es/nidales-artificiales/), lamentablemente no hay información concreta sobre la capacidad aislante de tales materiales, lo que arroja dudas sobre su eficacia. Por ejemplo, mientras que Catry et al. (2011) aconsejan el hormigón mezclado con madera, la Asociación DEMA desaconseja usar nidales de este material, dado que provocan pérdidas de puestas y mortalidad de pollos. DEMA (2024) indica que en los nidales construidos con corcho y mortero de cal la temperatura en el interior del nidal en condiciones de ola de calor (37°C de temperatura ambiente) sólo sube a 38,1°C, mientras que en los de hormigón-madera sube hasta 46,8°C (imagen 23).

Valera (datos no publicados) no encontró diferencias en la temperatura interna de nidales de corcho y de madera para carraca, con la desventaja de que los nidales de corcho son menos duraderos y protegen menos frente a depredadores (que pueden horadar la pared para llegar a su interior) (imagen 24).

El corcho recubierto de mortero de cal hidrófugo, parece un material prometedor en cuanto a su capacidad de aislamiento térmico y es más resistente que el corcho sólo, pero no tenemos conocimiento de ningún estudio que demuestre estos extremos, excepto la información de

DEMA (2024), que indica que los nidales de corcho con mortero de cal mantienen una temperatura 3°C inferior que los de madera. Además, no hay información sobre durabilidad y resistencia de este material frente a depredadores y competidores.

En programas de instalación de cajas nido para carraca en Guadalajara y Almería se ha usado tablón fenólico, que presenta una durabilidad y resistencia notables. No se han detectado problemas de mortalidad por altas temperaturas. No obstante, esto puede deberse a que la carraca tolera las altas temperaturas. Las prestaciones en cuanto a durabilidad y resistencia de nidales con este material mejoran aún más con las soluciones que proponemos en el apartado 5.6.2.

Larson et al. (2018) compararon la capacidad aislante de 3 materiales diferentes en nidales de madera: poliestireno expandido blanco de 3 cm de espesor, láminas de aluminio plisado reflectante, y láminas de madera contrachapada de 3 mm pintadas con pintura reflectante. Este estudio demuestra que la aplicación de aislamiento de poliestireno o de láminas de aluminio plisado a las cajas nido puede reducir sustancialmente la variabilidad de la temperatura y disminuir las temperaturas extremas.



Imagen 24. Nidales construidos con: a) corcho (Autor: Luis Bolonio), y b) madera (Autor: Luis Bolonio).



Imagen 25. Materiales aislantes para nidales: a) poliestireno, y b) placas de aluminio plisado ("foil"). (Adobe Stock)

Ambos materiales son de fácil aplicación y disponibilidad (**imagen 25**). La pintura reflectante aumentó la temperatura del interior del nidal.

Otro estudio (Howard et al. 2022), realizado con nidales de madera en condiciones controladas de laboratorio, examinó el efecto de la pintura (sin pintura, pintura exterior blanca y pintura blanca reflectante), el grosor del aislamiento (0 mm, 20 mm y 40 mm de láminas de aluminio plisado) y la disposición del mismo (es decir, el número de lados del nidal aislados) en la temperatura del interior del nidal. Al igual que el estudio anterior, se demostró que ni la pintura normal ni la reflectante disminuyeron significativamente la temperatura del interior del nidal. Sin embargo, sí se encontró que en los nidales con aislamiento de 20 mm y de 40 mm la temperatura interior era de 3 a 4°C inferior que en los nidales no aislados. No hallaron diferencias en temperatura en cajas con aislamiento de 20 mm y con aislamiento de 40 mm.

Otra opción para mejorar las condiciones térmicas de los nidales es procurarles sombra. Larson et al. (2018) mostraron que la sombra proporcionada por el dosel de los árboles donde se colocaron los nidales redujo las temperaturas internas de los nidos (ver también McComb & Noble 1981, Bull 2003, Ropert-Coudert et al. 2004, Isaac et al. 2008). Corregidor-Castro et al. (2023) procuraron

sombra artificial a nidales de cernícalo primilla construidos con mezcla de madera en la parte anterior y posterior, y ladrillo reflectante (el resto de paredes del nidal). Los pollos de los nidales control (sin sombra) sufrieron mayor mortalidad durante las olas de calor (temperatura ambiente superior a 37°C, aunque fuese un solo día) y los que sobrevivieron tuvieron un crecimiento deficiente. También se encontró más mortalidad en pollos en los nidos control que en los nidos sombreados incluso en periodos sin olas de calor. El programa de instalación de nidales para carraca europea desarrollado por el proyecto Olivares Vivos (<https://www.olivaresvivos.com/olivares-vivos-ensaya-con-exito-medidas-contra-el-alarmante-declive-de-la-carraca-europea/>) incluye la colocación de techos tipo sándwich (compuestos básicamente por poliestireno) unos centímetros por encima de cajas nido de madera. No hay información de la eficacia en cuanto a aislamiento térmico, pero dichos techos fueron muy eficaces para evitar efectos negativos de lluvias torrenciales (**imagen 26**).

Otra posibilidad para disminuir el efecto de las altas temperaturas en los nidales es incluir en su diseño elementos que faciliten una aireación eficaz, como aperturas en la parte superior que permitan escapar el aire caliente (**figura 4, imagen 27**).



Imagen 26. Tejadillo protector frente a inclemencias del tiempo sobre caja nido (Uleila del Campo, Almería) (Autor: Francisco Valera-Olivares Vivos).



Imagen 27. Caja nido con rendijas de ventilación, tanto en la parte frontal, como en la lateral (Leganiel, Cuenca) (Autor: Luis Bolonio).

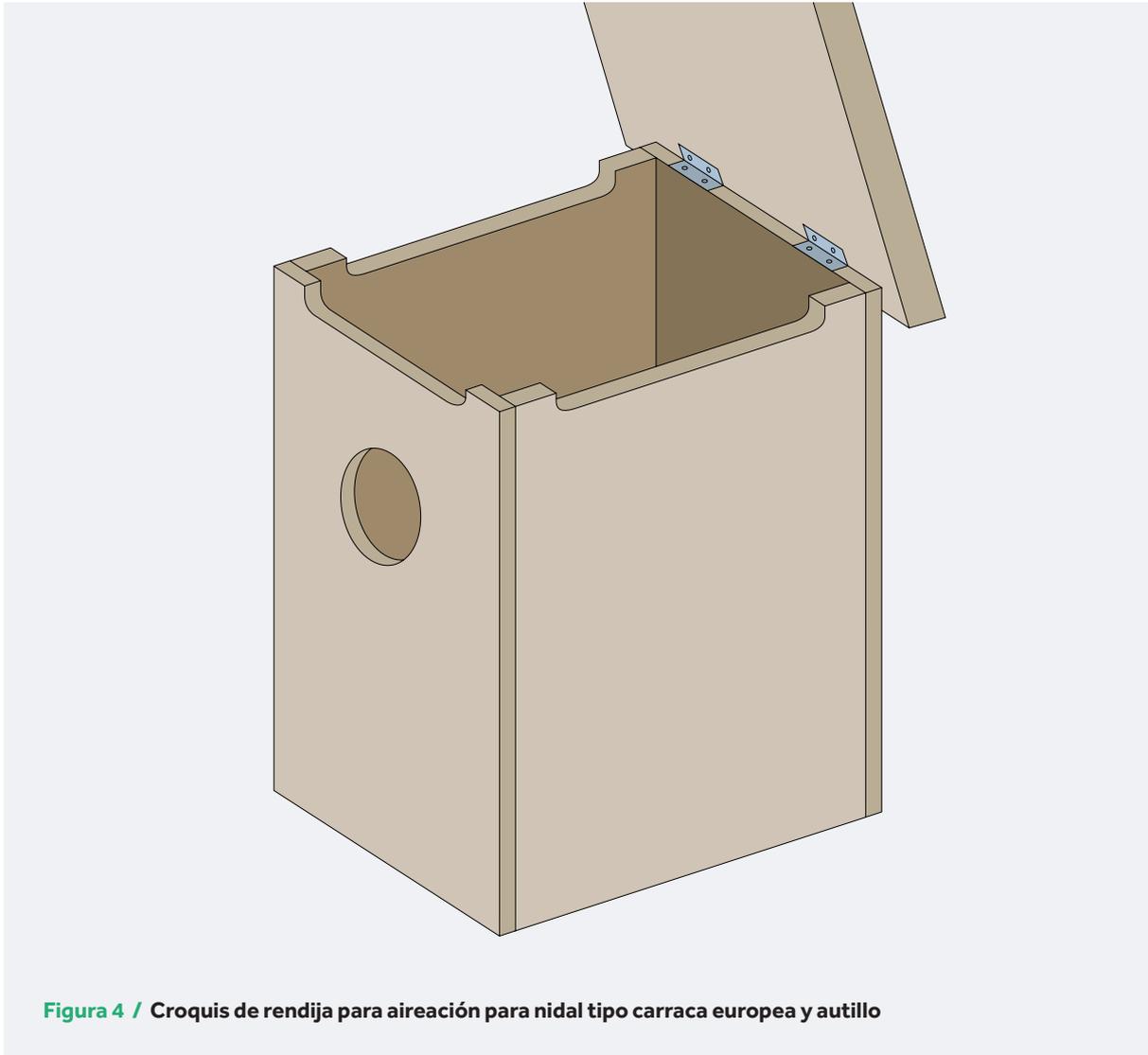


Figura 4 / Croquis de rendija para aireación para nidal tipo carraca europea y autillo

Conviene señalar en este punto que, mientras que algunas especies son particularmente sensibles al calor, otras pueden ser más tolerantes al mismo. Catry et al. (2015) no detectaron efectos negativos de altas temperaturas (>37°C) en carracas criando en nidales construidos en determinados materiales, principalmente madera, y en las mismas colonias y años donde sí se encontraron efectos letales y subletales en cernícalo primilla. Los pollos de carraca sobrevivieron a temperaturas de hasta 50°C en el interior de los nidales sin sufrir este tipo de efectos (Catry et al. 2015). Por tanto, la importancia del material del nidal no es la misma para todas las especies. En base al conocimiento actual sugerimos para especies particularmente sensibles a las altas temperaturas (ej. cernícalo primilla), aplicar medidas preventivas en zonas donde se puedan superar los 37°C durante el periodo de incubación y/o desarrollo de los pollos (ver **cuadro 3**). Respecto

a la carraca europea, parece que, en las condiciones actuales, los nidales de tablón fenólico son suficientes para asegurar su reproducción de manera adecuada, aunque debe investigarse en profundidad el comportamiento de este material en condiciones de altas temperaturas. Además, aunque sea una especie más resistente a estos eventos meteorológicos extremos, es posible que en el futuro el incremento de temperaturas acabe afectando a la especie. Por lo tanto, en zonas especialmente calurosas es recomendable aplicar alguna de las soluciones especificadas en el **cuadro 3**. Estas medidas también son recomendables para aquellas especies para las que se carece de información sobre su sensibilidad a las altas temperaturas, como el autillo (*Otus scops*), mochuelo (*Athene noctua*), cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus*), abubilla (*Upupa epops*) y lechuza (*Tyto alba*).

Cuadro 3 / Recomendaciones para nidales de especies sensibles a altas temperaturas

- ➔ 1 Construir el nidal con un material aislante, evitando las vasijas de cerámica, el hormigón-madera y la madera (excepto nidales construidos en tablón fenólico e instalados bajo los supuestos indicados en el punto 6).
- ➔ 2 Construir nidales con cámaras de cría de grandes dimensiones.
- ➔ 3 Construir los nidales con rendijas de aireación.
- ➔ 4 Construir “casa de vida” (ej: primillares) (ver Capítulo 9).
- ➔ 5 Construir nidales integrados en edificios y construcciones humanas, creando cavidades en el interior de las paredes o debajo de las tejas (ver Capítulo 9).
- ➔ 6 En nidales de madera de tablón fenólico:
 - Colocarlos a la sombra y/o en orientación norte.
 - Aislar el nidal con algún material que a su vez proporcione sombra.
 - Instalar los nidales bajo el dosel forestal para las especies que acepten dicha ubicación, tales como autillos, carraca europea, abubilla y mochuelo europeo.

Consideramos urgente avanzar en la investigación sobre las diferentes ventajas e inconvenientes de distintos tipos de materiales y protecciones adicionales frente a las

inclemencias climáticas para conseguir nidales artificiales adecuados para las especies trogloditas.

5.4. Orificio de entrada y sistemas anti-depredadores y anti-competidores

El tamaño del orificio del nidal es fundamental para determinar la especie que lo ocupará, así como el riesgo de depredación de huevos, pollos y adultos. Pequeñas diferencias en el tamaño de la entrada pueden ser cruciales. Por ejemplo, la grajilla occidental (*Corvus monedula*), competidora por los nidales, y potencial depredador de huevos y pollos de muchas de las especies objetivo de esta guía, puede acceder a los nidales con orificio de entrada de 6,5 cm de diámetro, generalmente recomendado para varias de las especies objetivo. Por tanto, es conveniente ofrecer cajas con un menor diámetro (ej. 6 cm) para especies como la carraca o el cernícalo primilla. En cuanto a esta última especie, puede existir la duda de

si las hembras grávidas pueden tener problemas para poder entrar y salir adecuadamente de nidales con orificios de 6 cm de diámetro. En este caso sugerimos:

1. Orificio de entrada de 6,5 cm con la colocación de una pieza anti-depredación dentro del nidal (ver **imagen 28**).
2. Orificio de entrada de 6,2 cm. Este diámetro, aseguraría la entrada y salida sin problemas por parte de las hembras grávidas de cernícalo primilla e impide el acceso de la grajilla.



Imagen 28. Vista desde el interior del nido de la pieza anti-depredación para nidales de cernícalo primilla, con el objetivo de impedir la entrada de grajilla occidental en cajas nido con orificio de entrada de 6,5 cm. Diseñada por DEMA (Autor: DEMA).

De manera general, se recomiendan orificios iguales o menores a 6 cm de diámetro para evitar la entrada de grajillas, e iguales o menores de 7 cm para evitar la entrada de lechuzas.

El diámetro del orificio de entrada recomendado para cada especie se especifica en el Capítulo 6 de esta guía y en las fichas correspondientes (Anexo).

En cuanto a las medidas anti-depredador y anti-competidor, es recomendable colocar una placa metálica protectora alrededor del orificio de entrada (**imagen 29**) para impedir que especies como la grajilla o la urraca (*Pica pica*) lo agranden (**imagen 30**). Este sistema es fundamental para los nidales con orificios de entrada de 6 cm o menos, los destinados a carraca europea, autillo,

abubilla y mochuelo. En nidales con un material fácilmente deleznable, como el corcho, o el corcho con mortero de cal, se recomienda instalar una malla anti-depredador alrededor de todo el nidal.

Finalmente, para evitar el acceso de depredadores terrestres a nidales instalados en postes, se recomienda instalar piezas metálicas o de plástico alrededor de éstos (**imagen 31**).



Imagen 29. Placa metálica alrededor de orificio de entrada en nidal de CEBIME/Maderas CILPE (Illana, Guadalajara). Esta pieza impide que depredadores y/o competidores puedan hacer más grande el orificio de entrada con el objetivo de utilizar el nidal, o depredar huevos y pollos (Autor: Luis Bolonio).



Imagen 30. Diferencia entre un nidal con el orificio protegido, y otro sin protección (Illana, Guadalajara). Se puede observar en el nidal de la derecha cómo el orificio ha sido picado y agrandado (Autor: Luis Bolonio).



Imagen 31. Medida anti-depredador en poste con caja para carraca europea (Uleila del Campo, Almería) (Autor: Francisco Valera-Oliveros Vivos).

5.5. Amueblamiento interno y externo de los nidales

Características particulares de algunas de las especies objeto de esta guía recomiendan considerar algunas medidas para mejorar la idoneidad de los nidales, y evitar efectos indeseados como la caída de pollos no totalmente desarrollados.

5.5.1. Medidas especiales para estrigiformes

Los pollos de los estrigiformes son altriciales (nacen ciegos, sin los conductos auditivos abiertos, prácticamente sin plumas y con una movilidad muy limitada). Sin embargo, tienden a abandonar el nido cuando aún están cubiertos de plumón y son incapaces de volar (Bruce 1999). Hasta que alcanzan la fase completa de desarrollo, los jóvenes permanecen cerca del nido, caminan por las zonas adyacentes y ejercitan las alas. El primer vuelo desde las cajas nido suele producirse sin práctica previa.

Klein et al. (2007) encontraron que la supervivencia de lechuzas nacidas en cajas nido era significativamente menor que la de las nacidas en torres de edificios. Los autores proponen la muerte prematura de los pollos en los primeros vuelos como la causa de esta supervivencia diferencial, debido a que no pueden practicar el vuelo dentro del nidal, algo que si pueden hacer en las torres de los edificios, que les permiten más espacio para moverse. Sugerimos tres soluciones para minimizar tales riesgos (**cuadro 4**).

Cuadro 4 / Soluciones para mitigar riesgos en aves estrigiformes

A / Cámaras de cría grandes y profundas: dificultan la salida de los pollos poco desarrollados fuera del nidal y permiten que los jóvenes ejerciten las alas dentro del mismo. Esta medida es recomendable para autillo, mochuelo y lechuza, siendo la única necesaria para el primero (**imagen 32**).

B / Cámaras de cría independientes y aisladas del orificio de entrada: esta medida se puede efectuar de dos maneras:

- “Biombos” que separan el orificio de entrada de la cámara de cría (**imagen 33**). Es recomendable para nidales de mochuelo sin corredor de entrada (ver más abajo), y para nidales de lechuza poco profundos.
- “Corredores de entrada”, situados a un nivel superior a la cámara de cría y haciendo ángulo (**figura 5**). Especialmente recomendable para nidales de mochuelo.

Esta medida también ayuda a mochuelos y lechuzas adultos a sentirse más seguros en la cámara de cría y, por lo tanto, a seleccionar este tipo de nidales.

C / Plataformas de ejercitación: situadas bajo el orificio de entrada a modo de balcón. Sirven para los que los jóvenes se ejerciten fuera del nidal sin riesgo de caer y no poder volver a la caja nido. Esta medida es muy importante para lechuza común. Las dos especies de cernícalo también pueden agradecer estas plataformas, pues sus pollos también suelen salir fuera del nidal a ejercitarse. La pieza anti-depredación para nidales de cernícalo primilla que explicamos en el punto 5.4. hace que los pollos poco desarrollados tarden más en salir al exterior, lo que puede impedir caídas.



Imagen 32. Caja nido de autillo. La forma de la caja permite una profundidad suficiente para evitar la caída de pollos volantes (Uleila del Campo, Almería) (Autor: Francisco Valera-Olivares Vivos).

Figura 5 / Caja nido para mochuelo común con corredor de entrada

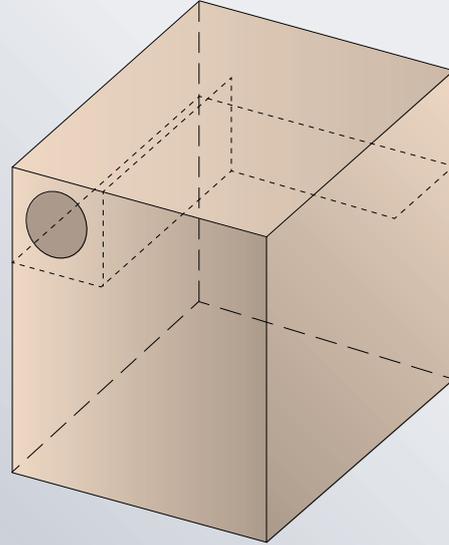


Imagen 33. Caja nido para mochuelo europeo con "biombos" que separan la cámara de cría de la entrada (Tabernas, Almería) (Autor: Rubén Tarifa).

5.5.2. Pequeños posaderos cerca del orificio de entrada

Es habitual instalar alguna estructura que sirva de posadero cerca del orificio de entrada de los nidales. Este posadero puede servir a los adultos para defender adecuadamente el nidal frente a competidores, y puede ayudar a evitar, o minimizar las caídas de pollos volantones. Este tipo de estructuras es especialmente recomendado para algunas especies (ver punto anterior). Sin embargo, en algunos casos (ej. nidales de madera para carraca) estas estructuras pueden ofrecer un apoyo a depredadores o competidores como la grajilla y la urraca desde el que agrandar el orificio de entrada (**imagen 34**). Las carracas

no necesitan de estos posaderos para ocupar el nidal y criar adecuadamente. Además, la ubicación del orificio de entrada en la parte superior de la caja nido (al menos 25 cm por encima de la base del mismo) impide la caída de pollos volantones.

En el caso de instalar posaderos cercanos al orificio de entrada del nidal destinado a especies pequeñas (autillo, carraca europea, cernícalo primilla, mochuelo) se debería añadir una placa metálica anti-depredador alrededor del mismo (ver sección 5.4.)



Imagen 34. Orificio de entrada no protegido agrandado por grajilla occidental usando como apoyo el posadero cercano a la entrada (Tabernas, Almería) (Autor: Luis Bolonio).

5.6. Otras recomendaciones técnicas

5.6.1. Sustrato del nidal

El tipo y la cantidad de sustrato que se deposita en el fondo del nidal artificial puede influir significativamente en la salubridad del nido y/o en la seguridad de los huevos y en la comodidad de pollos y adultos (Møller 1994, Roulin et al. 2007, López et al. 2010). En nidales sin sustrato o con poco sustrato se ha observado la rotura de huevos, o malformaciones y lesiones en las patas de los pollos

durante el crecimiento (**imagen 35**). Por lo tanto, añadir sustrato es fundamental. Éste puede ser tierra, arena, virutas de madera o material similar. Por añadidura, se pueden cincelar grietas en la base interior del nidal para que, en el caso de perder el sustrato, los pollos no resbalen y se lastimen.



Imagen 35. Caja nido de carraca europea: a) con sustrato arenoso (Autor: Juan Manrique), y b) sin sustrato alguno. Los huevos han sido arrinconados en una esquina por los adultos para evitar su movimiento y facilitar la incubación (Tabernas, Almería) (Autor: Juan Salvador Sánchez Oliver).

5.6.2. Trampillas de seguimiento

El seguimiento de la ocupación de los nidales y de los parámetros reproductivos es fundamental para asegurar el éxito de un programa de instalación de nidales artificiales. Aunque parte del seguimiento puede realizarse por medio de cámaras de video montadas en mástiles extensibles (**imagen 36**), algunos parámetros reproductivos, y algunas actividades (como el anillamiento de los pollos, la estima de la carga parasitaria, el estudio de las causas de mortalidad, limpieza y arreglo de los nidales...) requieren un chequeo directo de la cámara de cría. Para ello deben instalarse pequeñas trampillas de acceso a la misma. Estas trampillas pueden causar diversos problemas:

1. Facilitan el acceso de depredadores/competidores. Si el cierre es sencillo (ej. un alambre doblado que sujeta la trampilla, **imagen 37**), los córvidos, como la grajilla occidental pueden aprender a abrirlo.
2. Disminuyen la vida útil del nidal. Un sistema de cierre basado en tornillería puede ser útil para evitar la entrada de depredadores/competidores, pero su uso continuado acaba deteriorando el nidal. Además, requiere la utilización de herramientas para abrir la trampilla. Así mismo, las bisagras de estas trampillas se deterioran rápidamente, dañando con el tiempo al propio nidal.

Una solución puede ser cerrar las trampillas con alambre plastificado, que se ata a dos cáncamos, colocados en la trampilla y en el propio nidal (**imagen 38**). Esto impide que otras especies lo puedan abrir, y su uso continuado no deteriora el material del nidal. Aunque la durabilidad del alambre plastificado no es mucha, es económico y fácil de colocar. Otra alternativa es utilizar imanes colocados en la parte interior del techo del nidal y en su contraparte en el tabique frontal del mismo (Maderas CILPE y asociación CEBIME, comunicación personal) (**imagen 39**). Este sistema impide que posibles depredadores o competidores abran el techo. Además, este sistema es duradero, no daña las superficies del nidal, y no requiere el uso de herramientas para abrir la trampilla, lo que facilita las labores de seguimiento, limpieza y mantenimiento de los nidales.

Para evitar daños derivados del uso de bisagras se puede seguir el método diseñado por Maderas CILPE y CEBIME. Consiste en atornillar las bisagras a un listón de madera interior y otro exterior, sin afectar a la superficie del nidal (**imagen 40**). De esta manera, el uso de la trampilla fuerza menos la tornillería de las bisagras, aumentando su vida útil y evitando el daño del propio nidal.



Imagen 36. Seguimiento de la ocupación de una caja nido con una cámara en Tabernas (Almería): a) acceso al nidal con la cámara (Autor: Francisco Valera), y b) vista del interior del nido con la cámara (Autor: Luis Bolonio).



Imagen 37. Secuencia de grajilla occidental: (a) abriendo la trampilla de un nidal de cernícalo primilla con cierre sencillo, y (b) accediendo a la cámara de cría en Illana, Guadalajara (Autor: Luis Bolonio).



Imagen 38. Alambre plastificado para cerrar la trampilla de un nidal (Tabernas, Almería) (Autor: Francisco Valera).



Imagen 39. Detalle de imanes usados para cerrar la trampilla de un nidal, sistema ideado por Maderas CILPE y CEBIME en cajas nido para carraca europea en Illana, Guadalajara (Autor: Luis Bolonio).



Imagen 40. Detalle interior (a) y exterior (b) de la bisagra reforzada para la trampilla de seguimiento de cajas nido, sistema ideado por Maderas CILPE y CEBIME (Illana, Guadalajara) (Autor: Luis Bolonio).

5.6.3. Sujeción y fijación de los nidales

Los postes colocados para situar los nidales deben estar bien hincados en el terreno, para evitar que las lluvias, el paso del tiempo, o el peso ejercido sobre los propios postes por escaleras para realizar las tareas de limpieza y seguimiento acaben por volcarlos. Para ello recomendamos excavar un agujero de 1-1,5 m donde hincar el poste. Para asegurar su mejor fijación se pueden clavar en la base del poste puntas de acero de 10 cm de longitud, dejando que asomen unos 5 cm. Cimentar el poste con hormigón, procurando que rebose lo mínimo posible (**imagen 41**).

La madera del poste ha de estar convenientemente tratada para ser resistente frente a hongos, parásitos, putrefacción y a las adversidades climáticas.

Dada la amplia casuística existente en función del tipo de nidal y del sustrato a donde sujetarlo, nos limitaremos aquí a dar recomendaciones generales, y a señalar algunos errores comunes observados en la sujeción de los nidales a postes.

Los nidales deben quedar perpendiculares al poste, ofreciendo una base nivelada.

Se debe evitar atornillar los nidales al poste, ya que aquellos se dañan tanto por los agujeros realizados como por el empuje del viento que fuerza las zonas de unión de las distintas piezas del nidal (**imagen 42**). Se ha de usar tornillería y accesorios de anclaje inoxidable, sin que ningún elemento apuntado o afilado penetre en el interior de la caja.

Para nidales poco pesados (ej. madera de tablón fenólico de grosor aproximado de 1 cm) recomendamos colgar el nidal por medio de un clavo en la parte superior del poste, para lo que el nidal debe tener un orificio adecuado en la pared que irá pegada al poste o árbol. Posteriormente se debe atar el nidal al poste con un alambre. Para ello el nidal deberá tener dos pequeños orificios en la pared que irá pegada al poste (**imagen 43**). Es importante asegurarse de que el alambre no deje huecos en el interior del nidal donde puedan engancharse y/o dañarse los pollos o adultos (**imagen 44**).

La sujeción de nidales más pesados requerirá de otro tipo de sujeción, que dependerá de las características del poste o sustrato donde se quiera fijar.



Imagen 41. Nidal para carraca europea instalado como medida compensatoria de una planta fotovoltaica en el Campo de Tabernas, Almería. El poste, sin cimentación, se cayó durante la primera primavera en que estuvo instalado, cuando estaba ocupado por una pareja de carracas (Autor: Luis Bolonio).



Imagen 42. Incorrecta sujeción del nidal: a) nidal para carraca europea atornillado directamente al poste (Autor: Luis Bolonio), y b) nidal destrozado como consecuencia de haberlo atornillado al poste (Illana, Guadalajara) (Autor: Luis Bolonio).



Imagen 43. Detalle del sistema de fijación de una caja nido a un poste mediante clavo y alambres (Illana, Guadalajara) (Autor: Luis Bolonio).



Imagen 44. Detalle del interior de una caja nido donde se observa la colocación adecuada de un alambre de fijación al poste (Illana, Guadalajara) (Autor: Luis Bolonio).

5.6.4. Toxicidad de los materiales del nidal o del tratamiento de los mismos

Los distintos tipos de madera y los compuestos químicos que contienen (ya sea de manera natural o por haber sido tratada) pueden influir en las aves ocupantes de los nidales y en las especies de invertebrados y microorganismos que colonizan las cajas nido y, por tanto, interactuar con los ocupantes aviares. Estos efectos pueden intensificarse en los nidales más antiguos que no son limpiados o que raramente se abren para su seguimiento.

Por ese motivo, sugerimos que, en el caso de utilizar madera, se use tablón fenólico. Este material (también conocido como contrachapado) consiste en paneles de madera laminados dispuestos en distintas capas, de manera que éstas van alternas y adheridas entre sí mediante una resina fenólica. Esta resina se encuentra dentro del tablón y está considerada como una sustancia poco peligrosa por el Reglamento (EU) N° 1272/2008⁸. No se ha de confundir este material con los paneles de aglomerado, que son de resistencia y durabilidad inferior. Los tableros fenólicos son hidrófugos, tienen gran capacidad

de resistencia tanto a tracción como a compresión y torsión y resisten muy bien al paso del tiempo y a las inclemencias meteorológicas, lo que hace que presenten una notable durabilidad y resistencia.

IDEA CLAVE

Es importante especificar los detalles técnicos de los nidales en los Planes de Vigilancia Ambiental. Estos detalles pueden definirse y estandarizarse previamente para ser introducidos fácilmente en una aplicación que facilite el seguimiento de los nidales (ver Capítulo 7). Esta información facilitará el análisis e interpretación de los resultados obtenidos con los nidales y ayudará a mejorar el programa de vigilancia ambiental.

8 Reglamento (CE) n° 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas, y por el que se modifican y derogan las Directivas 67/548/CEE y 1999/45/CE y se modifica el Reglamento (CE) n° 1907/2006.



CÁTEDRA
STEPPE
FORWARD



6 /

Definición de especies objetivo y consideración de sus características en el diseño del programa de instalación de nidales artificiales

6.1. Introducción

La adición de niales artificiales puede ser una herramienta útil para mitigar el impacto de infraestructuras sobre aves, pero dado que las distintas especies prefieren cavidades con características diferentes, es necesario considerar los rasgos particulares de cada especie (Lambrechts et al. 2010).

Las medidas compensatorias han de estar enfocadas hacia las especies, componentes y procesos del medio natural con presencia constatada en el emplazamiento del proyecto que puedan resultar más afectados por las actuaciones. También deben ir orientadas a contrarrestar de forma directa los impactos del proyecto que no es posible mitigar con las medidas protectoras y correctoras que éste contempla.

Las plantas fotovoltaicas son instaladas preferentemente en zonas llanas o de poca pendiente y con paisajes abiertos, principalmente en pastizales, zonas agroesteparias con cultivos herbáceos de secano y otras zonas agrícolas (Tahri et al. 2015, Valera et al. 2022a). Por lo tanto, a la hora de escoger las especies objetivo de esta guía hemos tenido en cuenta las preferencias de hábitat de las mismas, centrándonos en especies de medios abiertos, ya que la probabilidad de que se vean afectadas por este tipo de proyectos es mucho mayor.

Otro criterio a considerar en la selección de especies objetivo ha sido su tendencia poblacional reciente, es decir, su estado de conservación, y, por lo tanto, la mayor necesidad de emprender medidas de mitigación de impactos por parte de este tipo de proyectos. Casi todas las especies escogidas (ver abajo) presentan declives en sus poblaciones según el Programa de Seguimiento de Aves Comunes de SEO/BirdLife (SEO/BirdLife 2020). Esto ha provocado que el último Libro Rojo de las Aves de España (SEO/BirdLife 2021), aconseje la inclusión en el catálogo de especies amenazadas de cuatro de las especies objetivo de esta guía, dos en la categoría de "En Peligro" (carraca europea y cernícalo vulgar), y otras dos en la categoría de "Vulnerable" (cernícalo primilla y autillo europeo). Aconseja así mismo considerar otras dos es-

pecies como "Casi Amenazadas" (mochuelo europeo y lechuza común). Ninguna de las especies se encuentra dentro del Catálogo Nacional de Especies Amenazadas⁹, aunque todas están dentro del Listado de Especies en Régimen de Protección Especial⁹, es decir, se encuentran protegidas. Algunas, como la carraca europea o el cernícalo primilla, sí se encuentran catalogadas como "En Peligro" o "Vulnerable" en alguno de los catálogos autonómicos de especies amenazadas.

Siguiendo estos criterios esta guía contempla las siguientes especies objetivo:

Cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus*)

Cernícalo primilla (*Falco naumanni*)

Carraca europea (*Coracias garrulus*)

Mochuelo común (*Athene noctua*)

Lechuza común (*Tyto alba*)

Autillo europeo (*Otus scops*)

Abubilla común (*Upupa epops*)

Algunas de estas especies podrían agruparse según sus afinidades. Por ejemplo, la carraca y el cernícalo primilla tienen características ecológicas (alimentación, tipos de nidos), comportamentales (sociabilidad) y evolutivas (asociaciones con tierras de cultivo extensivas) similares. Incluso pueden anidar juntas fácilmente (por ejemplo, en construcciones artificiales como torres).

Los mochuelos y los cernícalos comunes son más solitarios, más territoriales (sobre todo en cuanto a hábitats de alimentación) y se asocian fácilmente a hábitats más antropogénicos.

⁹ Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas.

La abubilla se sitúa en un punto intermedio entre estos grupos, aunque en España quizás esté más asociada a las condiciones ecológicas favorables para la lechuza común y el cernícalo vulgar.

La lechuza común y el autillo son especies con características distintas a las anteriores. Es probable que su presencia esté más relacionada con los hábitats que rodean los nidos que con los hábitats de nidificación en sí. Además, su densidad durante la temporada reproductora suele ser baja.

Otra especie que podría verse afectada por la pérdida de hábitat de nidificación (y alimentación) es el abejaruco europeo (*Merops apiaster*). No es sensu stricto una especie que anide en cavidades, sino que su nido es más parecido a una madriguera. De manera similar, otras especies que viven taludes, como el gorrión chillón (*Petronia petronia*), podrían verse afectadas. No obstante, nos centraremos brevemente en el Abejaruco por ser una especie ingeniera de ecosistemas (Casas-Crivillé & Valera 2005), lo que le otorga un valor especial.

Además, hay otras especies que pueden interferir con las anteriores mediante competencia por los lugares de nidificación. Estas especies son la grájilla occidental y la paloma bravía (*Columba livia*) (o híbridos con la variedad doméstica o cimarrones).

Finalmente, especies como los estorninos o gorriones muy probablemente ocuparán cajas nido, pero no nos

extenderemos en ellas puesto que son normalmente expulsadas fácilmente de las mismas por las especies objetivo antes mencionadas.

A continuación, exponemos las principales características de estas especies (sobre la base de los datos de la Enciclopedia Virtual de los Vertebrados españoles <https://www.vertebradosibericos.org/>, trabajos monográficos, artículos científicos y obras generales como Cramp 1988) y los consiguientes requerimientos que sus niales deben tener. En cuanto a estos últimos, nos centraremos sobre todo en las cajas nido, ya que la posibilidad de usar otro tipo de medidas se estudia en el Capítulo 9. Es necesario señalar que mientras algunos de los requerimientos que señalamos son estrictos y fáciles de definir (ej. tamaño de la entrada), otros no han de ser definidos con tanta precisión, dada la plasticidad de las especies por dichos caracteres (ej. forma y tamaño del nido). Finalmente, es difícil dar recomendaciones específicas sobre orientación del nido, distancias entre nidos o densidades ya que éstas dependerán de factores locales como orografía, disponibilidad de alimento, las características del medio circundante... En cambio, preferimos dar información (cuando existe) sobre las distancias en las que conviene gestionar el medio para una adecuada reproducción de las especies estudiadas.

Las recomendaciones aquí expuestas pueden consultarse de manera gráfica y sintética en la ficha de cada especie en el Anexo de esta Guía.

Carraca europea (*Coracias garrulus*)



Hábitat: zonas esteparias templadas y zonas mediterráneas de Europa caracterizadas por presentar veranos calurosos. Prefiere cultivos de cereal de secano alternados con barbechos con cubierta vegetal y pastizales mantenidos con pastoreo extensivo, principalmente de ovino.

Movimientos: migrante transahariano. Llegan a las zonas de reproducción en España desde mediados de abril.

Alimentación: fundamentalmente insectívora (artrópodos terrestres de mediano y gran tamaño e insectos voladores lentos) (**imagen 45**), aunque en menor proporción también consume pequeños vertebrados, tales como roedores, reptiles y anfibios.

Biología de la reproducción: cría desde finales de abril a mediados de julio, aunque en circunstancias particulares la cría puede prolongarse hasta agosto. Nidifica en agujeros de árboles, construcciones humanas y taludes arenosos. Puede utilizar nidos viejos de otras especies, como el abejaruco y el pito ibérico (*Picus sharpei*). No aporta material de nidificación y pone sus huevos directamente sobre el fondo de los agujeros. Ponen normalmente 4 o 5 huevos. La incubación suele empezar con el tercer huevo y dura de media 21 días (Avilés 2016). La asincronía de eclosión genera jerarquías de tamaño en los pollos (**imagen 46**), siendo la reducción de pollada muy común

en esta especie. Los pollos abandonan los nidos transcurridos 20-24 días desde su nacimiento. Tiende a reutilizar las mismas cavidades año tras año. Prefiere cavidades con entrada pequeña, con lo que puede abandonar nidos naturales en favor de cajas nido.

Sociobiología: considerada una especie solitaria, también puede criar formando agregaciones lasas e incluso a altas densidades. Las agregaciones lasas pueden ser ventajosas para algunos individuos. Las agregaciones densas pueden dar lugar a interacciones agonísticas entre los individuos (ej. rotura de huevos). Ver Capítulo 3 para información social.

Interacciones entre especies: interacciona con cernícalos vulgares y grajillas durante la búsqueda de agujeros para criar. Puede expulsar con éxito a los cernícalos, pero no tanto a las grajillas. Expulsa sin dificultades a gorriónes, estorninos y autillos (**imagen 47**).

Requisitos:

- Disponibilidad de cajas nido a partir de abril (cuando otras especies residentes ya se han establecido).
- Tamaño mínimo de la caja nido: 21 x 21 x 29 cm (medidas internas, fondo, frente, alto).

- Tamaño del orificio de entrada (diámetro): 6 cm, a 17 cm de altura desde el fondo interior de la caja.
- Sustrato en las cajas nido (ej. arena, tierra).
- Altura de la caja: admite un amplio rango de alturas, entre 2 y 8 m.
- Ubicación de la caja: puede colocarse en cortijos abandonados, árboles, taludes, postes... En general en zonas poco frecuentadas por el hombre. Dado que los pollos son sensibles al frío, es preferible que la caja se

sitúe en zona soleada. Evitar ubicaciones cercanas a carreteras y caminos transitados para evitar atropellos (**imagen 48**).

- Se debería realizar una adecuada gestión del hábitat en un radio de al menos 1 km del nido (Catry et al. 2017).

- Puede criar en colonias mixtas (con cernícalos vulgares y primillas, palomas, mochuelos...) aunque pueden darse fenómenos de depredación e intercambio de parásitos.



Imagen 45. Carraca aportando alimento al nido, en este caso una oquedad natural en un olmo. Manuel Gómez (@manuelgomezwildlife).



Imagen 46. Diferencias de tamaño en una pollada de carraca europea en Jaén (Autor Francisco Pulpillo-SIECE).



Imagen 47. Los estorninos negros suelen ocupar los nidales para carraca europea. Sin embargo, ésta los expulsa sin problema (Illana, Guadalajara) (Autor: Luis Bolonio).



Imagen 48. La mortalidad por atropello es una amenaza frecuente para la carraca europea, por lo que los nidales para esta especie deben instalarse lejos de carreteras y caminos transitados (Tahal, Almería) (Autor: Luis Bolonio).

Cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus*)



Cernícalo vulgar
(Autor: Radovan Václav).

Hábitat: especie generalista en el uso del hábitat. Puede encontrarse en acantilados, estepas, semidesiertos, zonas agrícolas, ganaderas, bosques poco densos y zonas antrópicas. En general, evita las masas arbóreas densas y requiere de espacios abiertos para cazar, especialmente herbazales y terrenos baldíos. Su hábitat óptimo son las áreas agrícolas tradicionales (Martínez-Padilla 2016).

Movimientos: las poblaciones ibéricas se pueden considerar migradoras parciales con pequeños desplazamientos al acabar la época de cría.

Alimentación: especie de amplio espectro en la dieta, se alimenta de micromamíferos, aves paseriformes, pequeños reptiles e insectos (imagen 49).

Biología de la reproducción: se reproduce entre los meses de abril y agosto fundamentalmente. Puede nidificar en un amplio rango de lugares, como antiguos nidos de córvidos, huecos de árboles, edificaciones humanas e incluso en el suelo. Es destacable la afinidad del cernícalo vulgar por la cría en nidales artificiales (Fargallo et al. 2001). Suele poner entre 4 y 6 huevos, tiene un período de incubación de unos 25 días y tras la eclosión, los pollos

permanecen en el nido unos 26-30 días. Tras abandonar el nido, los pollos tienen un período de dependencia de los padres de aproximadamente un mes. El comienzo de la incubación antes del final de la puesta impone la asincronía de nacimientos y, por lo tanto, una jerarquía de talla en la pollada.

Sociobiología: dependiendo del lugar de distribución puede considerarse solitaria o gregaria. En Europa es común su comportamiento solitario, aunque en condiciones de hábitat y de alimento favorable, pueda criar a mayores densidades. Al inicio de la temporada de cría los machos compiten por los territorios y es frecuente verlos luchando y defendiendo agresivamente los territorios (Martínez-Padilla 2016).

Interacciones entre especies: en ocasiones, el cernícalo vulgar puede reproducirse en colonias de cernícalo primilla, cuando el hábitat es favorable para ambas especies, aunque no es un hecho regular. En situaciones de coexistencia con la carraca, los nidales artificiales pueden ser utilizados por ambas especies. Ver Capítulo 3 para información social.

Requisitos:

- Disponibilidad de cajas nido a partir de marzo.
- Tamaño de la caja nido: una medida aconsejable es 35 x 28 x 27 cm (medidas internas, fondo, frente, alto). En nidos con pequeña superficie se ha descrito pérdida de pollos por caída o por inaccesibilidad a las cebas (Fargallo et al. 2001). También es posible pérdida de pollos por hipertermia en nidos pequeños en zonas calurosas. Conviene añadir algún agarre o posadero junto a la entrada.
- Entrada: semiabierta, con balcón de tamaño no superior a los 10 - 11 cm de alto.
- Sustrato en las cajas nido (ej. arena, tierra).
- Altura de la caja: aunque admite un amplio rango de alturas, aconsejamos un mínimo de 4 m.
- Ubicación de la caja: preferentemente en postes y en lugares apartados y con poco tránsito de personas. Evitar árboles o construcciones humanas a no ser que se puedan colocar lejos del suelo y tejados. En zonas frías puede ser favorable tener más radiación solar en la caja nido en la fase inicial de la cría (ej. orientación sur).
- Aunque puede criar en colonias mixtas (con cernícalos primillas), aconsejamos la cría en solitario.



Imagen 49. Nido de cernícalo vulgar con pollos y restos de presas (Jaén) (Autor: Francisco Pulpillo-SIECE).

Cernícalo primilla (*Falco naumanni*)



Hábitat: prefiere zonas abiertas, distribuyéndose fundamentalmente por las estepas cerealistas. Las colonias se instalan en general en construcciones humanas, aunque algunas parejas crían en cortados rocosos. La presencia de colonias de cría está positivamente asociada con la presencia de zonas urbanas, con la cobertura de cereal y campos de girasol y con las precipitaciones medias anuales, mientras que está negativamente asociada con la cobertura de matorral y bosque (Ortego 2016). Los hábitats preferidos para cazar son los herbazales y las zonas de cereal.

Movimientos: migrante. La mayor parte de los cernícalos de la península Ibérica migra entre finales de septiembre y mediados de octubre hacia los cuarteles de invernada en África (Senegal y Mauritania). Una parte de la población reproductora pasa el invierno en la península Ibérica.

Alimentación: su dieta se basa fundamentalmente en ortópteros (grillos, grillo topos, saltamontes y langostas), coleópteros y micromamíferos.

Biología de la reproducción: especie colonial facultativa que puede formar colonias de más de un centenar de parejas reproductoras. El tamaño de puesta modal es de

4 huevos. La incubación dura unos 26-27 días para el último huevo. La asincronía de eclosión genera jerarquías de tamaño en los pollos, lo que tiene consecuencias en su probabilidad de supervivencia durante el periodo de crecimiento, siendo la reducción de pollada muy común en esta especie. Es sensible a las altas temperaturas: se han registrado casos de hipertermia mortal cuando las temperaturas del aire y del nido superaron los 37°C y 44°C, respectivamente (Catry et al. 2015).

Sociobiología: especie gregaria en buena parte del ciclo anual. Además de una reproducción colonial, es frecuente observar a varios cernícalos primillas cazando en el mismo lugar. Los cernícalos suelen formar grandes dormitorios comunales. Se ha observado que la probabilidad de depredación de los nidos y la mortalidad adulta es menor en colonias grandes (Serrano et al. 2005). Algunos trabajos han apoyado la atracción por conespecíficos como el factor que determina la selección de las colonias de cría (Serrano et al. 2004, 2005). Sin embargo, otros estudios (Aparicio et al. 2007, Calabuig et al. 2008a, Calabuig et al. 2008b) sugieren que la atracción mediada por el éxito reproductor de conespecíficos tiene una mayor importancia en la selección de la colonia de cría. Ver Capítulo 3 para información social.

Interacciones entre especies: forma colonias mixtas con otras aves, incluyendo grajillas, palomas y chovas piquirrojas (*Pyrrhocorax pyrrhocorax*).

Requisitos:

- Disponibilidad de cajas nido desde finales de febrero.
- Tamaño de la caja nido: 30 x 40 x 30 cm (medidas internas, fondo, frente, alto).



Imagen 50. La instalación de nidales para cernícalo primilla mal diseñados (a) ha provocado en muchos casos que sean ocupados por especies que no eran objetivo de la medida, principalmente por grajilla occidental (b) (Leganiel, Cuenca) (Autor: Luis Bolonio).

- Entrada: dos soluciones para evitar el acceso de especies competidoras y/o depredadoras (**imagen 50**):
 - a. 6,5 cm. Colocar una pared interna inclinada hacia arriba (pieza anti-depredación) frente al orificio de entrada (**imagen 51**). Debe rasparse la parte externa inferior del agujero de entrada para que el ave pueda agarrarse adecuadamente (DEMA, comunicación personal) (**imagen 52**).
 - b. 6,2 cm.
- Sustrato en las cajas nido (ej. arena, tierra).
- Altura de la caja: prefieren nidos altos, al menos 4 m.
- Ubicación de la caja: se pueden colocar en edificios y en postes. En caso de que se coloquen en edificios, no ponerlas demasiado cerca del tejado para evitar el acceso de depredadores. Preferible la instalación de nidos agregados para favorecer la formación de colonias (**imagen 53**).
- No deben colocarse nidales con los orificios de entrada enfrentados.
- Hay evidencias contradictorias sobre el efecto de la grajilla sobre el éxito reproductor del cernícalo primilla

(ver referencias en Ortego 2016). Por precaución, se aconseja no favorecer la nidificación de grajillas cerca de cernícalos primillas.

- Es fundamental ofrecer lugares de nidificación que puedan amortiguar el clima, reduciendo la exposición de los pollos a fenómenos climáticos extremos (ver **cuadro 3**).
- Las altas temperaturas que pueden alcanzarse en el interior de cajas nido de madera y vasijas de arcilla pueden suponer trampas ecológicas para la especie (**imagen 54**), por lo que debe evitarse su instalación, al menos en lugares con alta insolación y temperaturas por encima de 37°C (Catry et al. 2011, Corregidor-Castro et al. 2023). Es preferible la construcción de primillares de adobe, piedra y el hormigón. La reapertura parcial de cavidades en edificios en lugar de la instalación de cajas nido es otra opción, al igual que la instalación de cajas nido bajo las tejas. En el caso de que se usen cajas nido, han de ser de un material con alta capacidad aislante y con rendijas de aireación. Utilizar ubicaciones no expuestas (ej., orientadas al norte zonas sombreadas) y cámaras interiores grandes que den cabida a nidadas grandes (ver **cuadro 3**).



Imagen 51. Vista desde el interior del nido de la pieza anti-depredación para nidales de cernícalo primilla, con el objetivo de impedir la entrada de grajilla occidental en cajas nido con orificio de entrada de 6,5 cm. Diseñada por DEMA (Autor: DEMA).



Imagen 52. Detalle de las estrías exteriores debajo del orificio de entrada en un nidal de cernícalo primilla. Estas estrías ayudan a los cernícalos a acceder a los nidales con pieza anti-depredación. Diseñada por DEMA (Autor: Luis Bolonio).



Imagen 53. Instalación para favorecer la formación de colonias de cernícalo primilla (Autor: Manuel Calderón).



Imagen 54. Nido de cernícalo vulgar en vasija.

Mochuelo común (*Athene noctua*)



Mochuelo
(Autor: Radovan Václav)

Hábitat: se encuentra en una variedad de hábitats que incluyen tierras de cultivo, franjas de bosques, estepas y semidesiertos. Los ambientes preferidos son aquellos transformados por las actividades humanas en mosaicos de diferentes usos del suelo. La distribución es típicamente desigual en muchas zonas, donde se encuentran agrupaciones de alta densidad en una matriz de tramos de muy baja densidad (Martínez & Zuberogoitia 2004a). Este patrón es en parte el resultado de la fragmentación del hábitat y en parte debido a la intensidad e importancia de la interacción social (Hardouin et al. 2006).

Movimientos: especie sedentaria. Cuando los jóvenes se dispersan, rara vez viajan más de unos 20 km. Las parejas suelen permanecer juntas todo el año y el vínculo puede durar hasta la muerte de uno de los miembros de la pareja (Holt et al. 2020).

Alimentación: se alimenta de insectos, lombrices, otros invertebrados y pequeños vertebrados, incluidos anfibios, reptiles, aves y mamíferos.

Biología de la reproducción: el mochuelo es territorial, el macho normalmente permanece en un territorio

de por vida. Sin embargo, los límites pueden expandirse y contraerse, siendo mayores en la época de cortejo en primavera. Nidifica en cavidades en árboles, taludes, edificios... A veces ocupa nidos de abujillas y carracas. Pone una nidada de 3 a 5 huevos. Son incubados por la hembra, que a veces empieza a sentarse tras la puesta del primer huevo. Los huevos eclosionan a los 28 o 29 días. Las crías abandonan el nido alrededor de las 7 semanas y pueden volar una o dos semanas después. Las condiciones ecológicas esenciales para los mochuelos incluyen la accesibilidad a sus presas durante todo el año, estructuras verticales del paisaje con cavidades para esconderse y reproducirse, y una presión depredadora limitada.

Sociobiología: el tamaño y solapamiento de territorios varían notablemente a lo largo del año, con máximos en invierno y mínimos durante la época de cría. Los mochuelos mantienen un territorio exclusivo durante la época de cría, mientras que el solapamiento de áreas de campeo es frecuente en invierno (Zuberogoitia et al. 2007). En el norte de España el tamaño medio del territorio a lo largo del año es de 15 hectáreas (Zuberogoitia et al. 2007) y en Cataluña varía entre 7 y 11

hectáreas (Framis et al. 2011). En Polonia se ha descrito un tamaño mayor durante la época de cría (unas 20 hectáreas) (Grzywaczewski 2009). Los mochuelos con áreas de campeo que incorporan una gran diversidad de hábitats tienen territorios más pequeños que los que crían en tierras de cultivo monótonas. Existen pruebas de que los grupos de mochuelos crían tanto en “agrupaciones” como en parejas individuales separadas por grandes distancias; los territorios defendidos no se solapan y los tamaños de los territorios son similares para las parejas dentro y fuera de las agrupaciones (Van Nieuwenhuysse et al. 2008). El territorio se defiende más activamente frente a un macho extraño en comparación con un macho conocido de un territorio vecino; se ha demostrado que el mochuelo puede reconocer aves familiares por la voz (Hardouin et al. 2006). Las agregaciones de individuos también pueden producirse por escasez de hábitat adecuado (Martínez & Zuberogoitia 2004b).

Interacciones entre especies: compite con éxito por lugares de nidificación con especies como gorriones, esorninos y autillos, aunque no tanto cuando se trata de desplazar a otras especies de más porte como la carraca. Su dieta no se solapa con la de otras rapaces nocturnas como el búho chico (*Asio otus*), el cárabo común (*Strix aluco*) y la lechuza (Capizzi & Luiselli 1995).

Requisitos:

- Disponibilidad de cajas nido desde marzo.
- Tamaño de la caja nido: hay cajas de muchas formas. Sugerimos dos opciones:
 - a. Cajas nido alargadas, al menos 54 x 20,5 x 20,5 cm (medidas interiores, fondo, frente, alto), con “biombos” interiores (20,5 cm de alto x 12 cm de ancho) para aislar la cámara de cría (ver sección 5.5.1) (**imagen 55**).
 - b. Cajas nido profundas con corredor de entrada, al menos 30 x 30 x 34 cm (medidas interiores, fondo, frente, alto) (ver sección 5.5.1).
- Diferentes modelos se pueden consultar en <https://www.barnowltrust.org.uk/barn-owl-nestbox/little-owl-nest-box/>
- Diámetro del agujero de entrada: 6,5 cm (aunque en zonas con alta competición por sitios de nidificación se puede reducir hasta los 6,0 cm).
- Instalar medidas anti-depredador (ej. biombos interio-

res en la caja, y corredor de entrada y obstáculos en los postes).

- Sustrato en las cajas nido (ej. arena, tierra).
- Altura de la caja: prefieren nidos bajos (por debajo de 4 m).
- Ubicación de la caja: se pueden colocar en edificios, postes, árboles y taludes.
- Se considera de forma conservadora que el área de campeo es una parcela circular de 30 hectáreas alrededor de los nidos (309 m de radio) (ver referencias en Martínez & Zuberogoitia 2004a).
- Algunos estudios encuentran mayores probabilidades de ocupación de los nidos si existen vecinos cerca, pero otros no encuentran tales efectos (ver referencias en Habel et al. 2015). En zonas con alta disponibilidad de alimento recomendamos favorecer la creación de agrupaciones de nidos.
- Un exceso de cajas nido puede mejorar un territorio, ya que una pareja reproductora suele utilizar distintos dormitorios diurnos y alterna entre cavidades alrededor del lugar de nidificación. Además, las cavidades extra pueden ser importantes para la dispersión post-generativa (ver Gottschalk et al. 2011). No obstante, hay que controlar el efecto en el éxito reproductor.
- Como la especie no selecciona sistemáticamente lugares de cría alejados de las carreteras, algunas zonas apropiadas cercanas a carreteras pueden actuar como trampas ecológicas (ver referencias en Gottschalk et al. 2011).
- Algunos estudios demuestran que la conservación del mochuelo común puede lograrse con la instalación de cajas nido, incluso en un entorno de uso intensivo del suelo, siempre que se disponga de suficientes presas (Habel et al. 2015).



Imagen 55. Caja nido para mochuelo europeo con “biombos” que separan la cámara de cría de la entrada (Tabernas, Almería) (Autor: Rubén Tarifa).

Autillo europeo (*Otus scops*)



Autillo
(Autor: Olivares Vivos)

Hábitat: prefiere sotos fluviales y zonas agrícolas con setos y árboles intercalados, aunque también se puede encontrar en muchos otros tipos de hábitats, desde parques y jardines hasta medios áridos. Los ecotonos entre distintos tipos de hábitats son zonas preferidas de alimentación.

Movimientos: migrante subsahariano.

Alimentación: su dieta es fundamentalmente insectívora, aunque durante la temporada reproductora puede incluir pequeños vertebrados.

Biología de la reproducción: estrictamente nocturno. A menudo utiliza los agujeros en los troncos de los árboles hechos por el pito ibérico (*Picus sharpei*) para establecer su nido, pero tampoco desprecia los mechinales de puentes y construcciones humanas, así como las cajas

nido. Pone entre 3 y 6 huevos, que son incubados por la hembra durante unos 24 días. Los pollos dejan el nido a los 20-32 días (ver referencias en Marchesi & Sergio 2005). Se ha descrito un mayor éxito reproductor en cajas nido que en oquedades naturales (Marchesi & Sergio 2005).

Sociobiología: puede criar en parejas aisladas, pero también se han descrito colonias lasas de hasta 7 parejas (Marchesi & Sergio 2005), lo que concuerda con la distribución agregada encontrada en zonas semiáridas del levante español (Martínez et al. 2007). No obstante, no es claro si se obtienen ventajas de tal conducta de agregación o es resultado de una baja territorialidad y de una agregación de lugares adecuados de nidificación. La distancia al vecino más próximo en tales agregaciones oscila entre los 205 m y los 640 m en diversos estudios (ver referencias en Marchesi & Sergio 2005)

Interacciones entre especies: es desalojado de cavidades por mochuelos y carracas pero, a su vez, puede desplazar a estorninos y gorriones de las cavidades. El cárabo (*Strix aluco*) es un frecuente depredador del autillo.

Requisitos:

- Disponibilidad de cajas nido desde marzo.
- Tamaño de la caja nido: 18 x 18 x 30 cm (medidas interiores, fondo, frente, alto).
- Diámetro del agujero de entrada: 5,5 cm a 17 cm del fondo del nido.
- Sustrato en las cajas nido (ej. arena, paja, materia vegetal).
- Altura de la caja: prefieren nidos bajos (por debajo de 4 m).
- Ubicación de la caja: se pueden colocar en edificios y árboles.
- Se ha descrito el tamaño de la zona núcleo del área de distribución de una pareja como una parcela circular de 10,5 hectáreas alrededor del nido (35,0% del área de campeo, 183 m de radio) y el tamaño del área de campeo como una parcela circular de 30 hectáreas alrededor de los nidos (309 m de radio) (ver referencias en Martínez et al. 2007).
- Favorecer la formación de mosaicos de uso de suelo alrededor de los nidos, así como setos.
- En zonas con alta disponibilidad de alimento recomendamos favorecer la creación de agrupaciones de nidos.
- Evitar la colocación de nidos cerca de carreteras y caminos transitados por vehículos, así como en áreas ocupadas por el cárabo.

Abubilla común (*Upupa epops*)



Abubilla
(Autor: Radovan Václav)

Hábitat: zonas con árboles maduros dispersos (ej. bosques abiertos, dehesas de quercíneas) o áreas rurales con edificaciones y frutales viejos que proveen sitios de nidificación junto con zonas de suelo desnudo o con vegetación herbácea de bajo porte. Le favorece la heterogeneidad del ambiente a pequeña escala, motivo por el que se asocia a áreas humanizadas con ganadería y agricultura extensivas, en las que los barbechos pastoreados que mantienen pastizales ralos a lo largo de varios años son puntos especialmente explotados (Martín-Vivaldi et al. 2016).

Movimientos: migrador transahariano. En España se comporta como un migrador parcial ya que parte de las abubillas del sur peninsular son sedentarias y se unen a ellas en invierno aves del norte de nuestro país que realizan migraciones de corta distancia. No obstante, hay evidencias de que una parte de la población reproductora de la península atraviesa el Estrecho hacia África (Martín-Vivaldi et al. 2016).

Alimentación: dieta casi exclusivamente insectívora, principalmente ortópteros y larvas y pupas de lepidópteros y coleópteros, aunque con frecuencia captura arañas, escorpiones y escolopendras. Puede incluir pequeños reptiles en la dieta.

Biología de la reproducción: tiene una gran versatilidad en el uso de diferentes tipos de agujeros, tanto en árboles como en tejados, paredes, montones de piedras o cajas nido. Muestra preferencia por los troncos gruesos y las raíces de olivos, encinas y alcornoques. Puede utilizar también agujeros excavados en taludes de tierra por pitos ibéricos o abejarucos (Martín-Vivaldi et al. 2016), lo que le permite ocupar áreas con escasa vegetación arbórea. Puede realizar dos puestas y las puestas de reposición son frecuentes. La incubación de las puestas (normalmente de 6-8 huevos) se inicia con el primer o segundo huevo, existiendo por tanto una eclosión asincrónica que suele causar la muerte de los pollos más pequeños. La estancia en el nido de los pollos dura entre

24 y 30 días (Martín-Vivaldi et al. 2016). Prefiere las cajas nido a oquedades naturales (Martín-Vivaldi et al. 2016) si las primeras tienen las dimensiones adecuadas (Marsigli 1990, Zingg et al. 2010).

Sociobiología: especie típicamente solitaria. Los machos defienden sólo a las hembras y las inmediaciones del nido frente a competidores, y principalmente durante la época de celo. A lo largo del ciclo son comunes las vi-

sitas de otros individuos, reproductores o no, a los nidos utilizados por otras parejas, y en ocasiones, los machos no reproductores han sido observados destrozando el contenido de un nido. Se ha comprobado solapamiento entre las áreas de campeo de diferentes parejas y tolerancia hacia machos no reproductores fuera del periodo fértil de las hembras (ver referencias en Martín-Vivaldi et al. 2016).



Imagen 56. Nidal instalado a baja altura con el objetivo de ser ocupado por abubilla (Guadix, Granada) (Autor: Luis Bolonio).

Interacciones entre especies: puede existir competencia por los orificios de nidificación con otras especies trogloditas de tamaño medio: estornino (*Sturnus unicolor*), autillo, carraca y mochuelo. No obstante, dicha competencia se puede reducir utilizando el adecuado tamaño del orificio de entrada así como la altura de las cajas nido, ya que la abubilla prefiere nidos bajos, con lo que la mayor competencia se establece con el mochuelo. Los nidos son frecuentemente depredados por culebras, mustélidos y roedores. Se ha citado depredación por parte de mochuelos y lechuzas (Martín-Vivaldi et al. 2016).

Requisitos:

- Disponibilidad de cajas nido desde febrero.
- Tamaño de la caja nido: 40 x 20 x 20 cm (medidas interiores, fondo, frente, alto).
- Diámetro del agujero de entrada: 5,5 cm.

- Sustrato en las cajas nido: madera degradada, virutas de madera.
- Altura de la caja: por debajo de 3 m, incluso a ras de suelo (**imagen 56**).
- Ubicación de la caja: en edificios, árboles, postes. La entrada ha de ser accesible con un vuelo en horizontal. Evitar ubicaciones que requieran un vuelo ascendente para entrar al nidal.
- Favorecer un mosaico de hábitats, con cultivos arbolados y herbáceos, terrenos sin cultivar que permitan la existencia de pastizales ralos con escasa cobertura que no se roten a lo largo de varios años.
- El pastoreo por ganado bovino en cultivos abandonados, barbechos, dehesas, linderos y cunetas favorece la existencia de parches óptimos para la alimentación de esta especie.

Lechuza común (*Tyto alba*)



Hábitat: se asocia a núcleos urbanos rurales, donde se reproduce, aunque depende de zonas abiertas (campos de cultivo, estepas, roquedos, etc.), próximas a zonas de arbolado disperso, donde caza.

Movimientos: es sedentaria.

Alimentación: se alimenta principalmente de pequeños roedores, aunque también caza pequeños pájaros, insectos y, en menor medida, anfibios y reptiles.

Biología de la reproducción: no construye nidos, por lo que anida en construcciones humanas (campanarios, desvanes, graneros o ruinas) y más raramente en bosques abiertos, aprovechando huecos de árboles. Su largo periodo reproductor se prolonga, normalmente, de marzo a octubre, aunque se ha documentado la existencia de nidadas en todos los meses del año. Pone entre 4 y 7 huevos. La incubación dura unos 32 días. A los 50 días de vida las crías son capaces de volar. Si la disponibilidad de alimento es alta, las lechuzas pueden realizar una segunda puesta. Son habituales, igualmente, las puestas de reposición en caso de pérdida de la nidada. Los pollos nacen de manera asincrónica (**imagen 57**) y establecen pronto una jerarquía a la hora de acceder al alimento, que

puede suponer la muerte de los más pequeños de la pollada. La lechuza común es muy sensible durante las primeras fases de la nidificación y abandonará el nido si se la molesta. Sufre frecuentes atropellos, sobre todo entre los jóvenes en dispersión. El microclima en el interior del nido, dependiente de la ubicación de la caja, afecta al éxito de ocupación y al éxito reproductor (Charter & Rozman 2022).

Sociobiología: las lechuzas no defienden territorios. El área de campeo ocupada por una lechuza se puede solapar con las de otros individuos y parejas. Las áreas de campeo son relativamente grandes. En invierno pueden llegar a las 5.000 hectáreas, pero en verano, cuando hay más comida, la zona que más utilizan se reduce a unas 350 hectáreas. Esto equivale a 1 km de radio alrededor del nido cuando están criando y a unos 4 km en otras épocas. Dentro de su área de campeo, una pareja de lechuzas suele utilizar un nido (posiblemente dos), de 1 a 3 dormitorios principales y un número indefinido de lugares que visitan ocasionalmente. El grado de solapamiento de las áreas de campeo de varios individuos está relacionado con la densidad de población de la lechuza y viene determinado en gran medida por la idoneidad del paisaje.



Imagen 57. Pollos de lechuza. Se puede apreciar la diferencia de tamaño entre hermanos. (Autor: Francisco Pulpillo-SIECE).

Interacciones entre especies: su presencia puede afectar a la conducta de otras especies, potenciales presas como el mochuelo. No obstante, éste último parece poder adaptarse a la presencia de la lechuza y criar con éxito en su vecindad (Zuberogoitia et al. 2008).

Requisitos:

- Disponibilidad de cajas durante todo el año.
- Sugerimos dos tipos de caja nido:
 - a) Cajas nido alargadas, al menos 40 x 100 x 70 cm (medidas interiores, fondo, frente, alto), con el orificio de entrada a 45 cm de la base de la caja, con "biombos" interiores (70 cm de alto x 20 cm de ancho) para aislar la cámara de cría (ver sección 5.5.1 y ficha de la especie).
 - b) Cajas nido profundas, al menos 100 x 100 x 100 cm (medidas interiores, fondo, frente, alto) con el orificio de entrada a 70 cm desde la base de la caja. Deben tener plataforma de ejercicios para los volantones (ver sección 5.5.1 y ficha de la especie).
- Tamaño del agujero de entrada: óptimo 13 x 13 cm.
- Sustrato en las cajas nido (ej. arena).
- Altura de la caja: al menos 4 m de altura. El agujero de acceso a la caja nido debe tener vistas a campo abierto y ser visible para la lechuza desde el punto de entrada más probable.
- Ubicación de la caja: preferiblemente en el interior de edificios (graneros, construcciones abandonadas o in-

cluso en uso). Las cajas nido para interior suelen tener un diseño distinto que se adapta a las condiciones particulares del edificio donde se coloca. Si se coloca al aire libre, mejor en un árbol, porque los árboles suelen ofrecer más refugio y los volantones a veces pueden trepar para volver a entrar en la caja. También se pueden colocar en postes (preferiblemente cajas nido profundas), pero es la peor opción por el coste de su instalación, por su mayor exposición a las condiciones meteorológicas y por su menor durabilidad.

- Es conveniente colocar dos cajas con unos cientos de metros de distancia de separación. Las parejas de lechuzas no suelen descansar juntas durante todo el año, por lo que una segunda caja nido puede proporcionar un refugio alternativo. Además, las segundas puestas suelen ocurrir en nidos alternativos cercanos.
- Es fundamental que el área de campeo contenga un hábitat adecuado para la alimentación. Se ha de evitar la presencia de grandes carreteras y el uso de venenos para roedores en los alrededores.
- Se desaconsejan los programas de instalación de cajas nido como medida de compensación por la pérdida de hábitats, como suelen proponerse en estudios de impacto ambiental, a menos que se promueva primero la restauración del hábitat y un control eficaz de la persecución de esta especie (Martínez & Zuberogoitia 2004c).
- Se puede encontrar mucha información en: <https://www.barnowltrust.org.uk/barn-owl-facts/>

Abejaruco europeo (*Merops apiaster*)



A diferencia de las especies antes mencionadas, el abejaruco es capaz de excavar sus propios nidos. Esto le convierte en ingeniero de ecosistemas, ya que modela su entorno inmediato e influye en el modo de vida de muchas otras especies. Así, los túneles construidos por los abejarucos son lugares de nidificación para diversas especies de aves (como el gorrion chillón, otras especies del género *Passer*, mochuelos y carracas) así como para otros vertebrados y numerosos invertebrados (Casas-Crivillé & Valera 2005). Por tanto, una medida compensatoria destinada a fomentar la reproducción del abejaruco probablemente tenga efectos favorables en otras especies y favorecerá interacciones interespecíficas y redes tróficas.

Dicha medida puede ser la construcción de taludes, que han de tener en cuenta los requerimientos de los abejarucos: acantilados arenosos lo suficientemente blandos como para excavarlos, pero lo suficientemente seguros para evitar el derrumbe. Por tanto, la construcción de taludes para abejarucos ha de considerar las características físicas del suelo. Los abejarucos europeos requieren ta-

ludes formados por loess de grano fino y limo. Heneberg & Šimeček (2004) aportan información sobre las características granulométricas de los suelos que constituyen los taludes adecuados para la cría. Según estos autores, el tamaño medio de las partículas de las muestras de suelo de los nidos de abejarucos es de $42,76 \pm 13,58 \mu\text{m}$ (máx. $66,82 \mu\text{m}$, mín. $20,10 \mu\text{m}$). Heneberg & Šimeček (2004) no encontraron agujeros de abejarucos en suelos que contuvieran partículas superiores a $10.000 \mu\text{m}$.

Además de unas características apropiadas del suelo, hay que considerar otras variables como la altura del talud (que afecta a la probabilidad de depredación) o la permeabilidad del suelo a la lluvia (que puede afectar al éxito reproductor si la cámara de incubación se humedece). Heneberg (2013) señaló que los nidos de los abejarucos suelen estar situados al menos a 20-50 cm por debajo de la superficie del talud y en el tercio superior del talud (es decir, evitando las posiciones demasiado superficiales con respecto a la parte alta del talud y las muy bajas con respecto a la base del talud).

Grajilla occidental (*Corvus monedula*)



Es poco probable que esta especie sea objetivo de medidas compensatorias. Es más factible que se haya de tener en cuenta como una de las principales especies que puede competir con las especies objetivo por las cajas nido. Es en este sentido en el que consideramos a la grajilla occidental.

Hábitat: se presenta ampliamente distribuida por toda la región mediterránea y centro de la Península Ibérica. Alcanza las mayores densidades en zonas cultivadas de la región mediterránea. Es abundante, sobre todo, en áreas con árboles dispersos.

Movimientos: las poblaciones de la Península Ibérica son residentes, aunque se producen movimientos de dispersión en verano-otoño y migratorios en invierno. Durante el invierno llegan a la Península individuos provenientes de poblaciones europeas.

Alimentación: especie omnívora que presenta un régimen alimenticio muy variable dependiendo de la época y de la zona. No obstante, en todos los estudios realizados, la fracción vegetal predomina sobre la animal (Soler 2016). Existe una variación estacional basada principalmente en un aumento del componente de origen animal durante los meses primaverales (marzo-junio).

Biología de la reproducción: realiza una sola puesta, aunque a veces puede realizar puestas de reposición. La

grajilla selecciona cavidades de entrada estrecha. Cuando la entrada es ancha, la ajustan utilizando ramas que constituyen una especie de muralla que dificulta el acceso a los depredadores. La puesta es normalmente de 4-5 huevos. La incubación dura 20-21 días y comienza antes de que la puesta esté completa, de forma que hay asincronía en la eclosión. Los pollos están unos 32 días en el nido (Soler 2016).

Sociobiología: tiene una clara tendencia a nidificar en colonias, aunque el número de parejas es muy variable dependiendo de la disponibilidad de cavidades apropiadas para la instalación del nido. La reproducción semicolonial es lo más frecuente en España.

Interacciones entre especies: compite por el lugar de nidificación con diversas especies, que pueden ser perjudicadas: carraca europea, autillo, mochuelo, cernícalo vulgar, cernícalo primilla, paloma bravía y chova piquirroja.

Medidas a considerar:

En principio, las cajas nido con entradas de 6 cm de diámetro o inferiores impedirán el acceso de las grajillas. No obstante, éstas procurarán agrandar el diámetro de la entrada mediante picotazos, por lo que es necesario medidas protectoras (ver Capítulo 5). La competencia puede ser mayor en aquellos casos en los que la caja no tiene un agujero que pueda excluir a la grajilla (ej. cernícalo común, cernícalo primilla, lechuza).

Palomas, estorninos y gorriones

Estas especies son miembros naturales de las comunidades de aves y desempeñan funciones ecológicas vitales. Son una fuente principal de alimento para muchas aves rapaces mencionadas en esta guía y pueden ser cruciales para la supervivencia invernal de especies como los mochuelos y las lechuzas comunes

Por otro lado, la paloma bravía, el estornino y diversas especies de gorriones pueden ocupar cajas nido de cerñícalos, carracas, mochuelos... En muchos casos, las especies objeto de compensación pueden expulsar a los ocupantes indeseados. Una posible excepción son las palomas, que pueden criar durante buena parte del año. Los excrementos de estas especies se compactan y acumulan en el interior de los nidos, colmatando los mismos en relativamente poco tiempo. Otro problema

asociado a la ocupación de las cajas por estas especies (**imagen 58**) es la transmisión de parásitos incluso una vez han sido expulsados de los nidos (ver sección 4.2.).

Mientras que el tamaño del orificio de entrada puede excluir en muchos casos a las palomas, esto no es eficaz para estorninos y gorriones (**imagen 59**). La única medida a tomar es la revisión periódica de los nidos y la evicción de estas especies.

En conjunto, nuestra atención en cuanto a estas especies debe centrarse en considerar los riesgos potenciales relacionados con la aparición de nuevos parásitos o patógenos emergentes y con la ocupación desmedida de nidos procurados para las especies objetivo.



Imagen 58. Vasija para nidificar ocupada por paloma (Tabernas, Almería) (Autor: Francisco Valera).



Imagen 59. Caja nido de carraca ocupada por estornino negro (Tabernas, Almería) (Autor: Francisco Valera).



CÁTEDRA
STEPPE
FORWARD



7 /

**Necesidad de seguimiento
y mantenimiento**

7.1. Introducción

La eficacia de los programas de instalación de cajas nido depende en buena medida del seguimiento periódico y prolongado de sus resultados. Éste nos informará no sólo de la tasa de ocupación de las cajas y de su éxito reproductor sino de procesos más complejos importantes para comprender las consecuencias de la modificación de la disponibilidad de lugares de nidificación para la especie focal y para otras. El seguimiento periódico también puede explicar algunos resultados, como la no ocupación de las cajas. Por otro lado, es obvia la necesidad de mantenimiento de las cajas nido a lo largo de todo el periodo de vida útil de las instalaciones.

En esta sección comentaremos primero los procesos biológicos que pueden ser revelados por el seguimiento de las cajas nido. A continuación, propondremos una serie de variables que han de ser metódicamente registradas para completar un programa de vigilancia ambiental adecuado. Finalmente señalaremos los principales aspectos que han de ser tenidos en cuenta en el mantenimiento de las cajas nido.

7.2. Procesos biológicos desvelados por el seguimiento de las cajas nido:

1.- ¿Nueva ocupación o mero desplazamiento?

La aceptación de cajas nido no necesariamente implica un incremento en la distribución y/o abundancia de la especie que las usa. Hay que asegurarse de que la aceptación de nuevos lugares ha permitido anidar a nuevas parejas y no a parejas existentes en las cercanías. En particular, es importante comprobar si se producen desplazamientos desde nidos naturales, lo que puede tener repercusiones negativas (Václav et al. 2011). Esto implica conocimiento previo de la distribución de las especies objetivo y/o de los nidos existentes y de las densidades de cría (ver Capítulo 4).

Previo a la colocación de las cajas nido, se debería controlar la ocupación de oquedades naturales o seminaturales en una «zona tampón» alrededor de las parcelas de tratamiento para confirmar si la ocupación de las cajas ha sido consecuencia de un desplazamiento de individuos reproductores cercanos a dichas parcelas. El tamaño de la zona tampón necesaria puede ser difícil de determinar y depende de las distancias de dispersión reproductora de cada especie y de las distancias en las que una especie busca zonas de reproducción. Las distancias recorridas por los individuos migratorios cuando buscan sitios para nidificar pueden ser demasiado grandes para realizar un seguimiento eficaz. En cambio, las zonas tampón para especies residentes establecidas con una extensión de dos a tres territorios estándar que rodean la parcela de tratamiento puede ser suficiente para realizar un seguimiento de los movimientos posteriores al tratamiento, ya que las aves normalmente no buscan cavidades más

allá de esta distancia.

También es importante cuantificar las densidades reproductoras previas y posteriores a la instalación de las cajas mediante censos. No obstante, el seguimiento de la ocupación de las cavidades naturales en las parcelas es más preciso que los censos para inferir las densidades reproductoras, ya que no todos los machos cantores se aparean y crían.

2.- Patrones temporales de ocupación.

Los patrones temporales de ocupación de las cajas nido pueden variar entre especies. Para algunas de ellas, el número de ejemplares puede aumentar bruscamente al año siguiente de la instalación de las cajas, lo que implica un gran número de ocupantes potenciales (Newton 1994). Sin las cajas, estas aves habrían permanecido como parte de un gran contingente no reproductor incapaz de criar debido a la escasez de lugares. En otros casos, tras la provisión de cajas, el número de individuos puede aumentar lentamente durante varios años, lo que implica que sólo había un pequeño excedente y que la reproducción o la inmigración continuada contribuyeron al aumento a largo plazo.

A menudo, tras la instalación de nuevos lugares de cría, suele haber un período en el que la ocupación aumenta y luego se estabiliza o disminuye (McClure et al. 2017), es decir, un «retraso en la ocupación», durante el cual las tendencias en la ocupación de los sitios artificiales no serán representativas de las tendencias generales de la po-

blación. Por lo tanto, la utilidad del seguimiento de la tasa de ocupación a lo largo del periodo de vida de la planta para estimar tendencias poblacionales no se puede dar por sentada sin tener información precisa de factores como los patrones de ocupación o cambios en la disponibilidad de otros sitios de nidificación.

3.- El significado de la tasa de ocupación.

Un alto índice de utilización de un determinado tipo de cavidad o caja no es necesariamente un buen indicador de su aptitud, ya que la preferencia no siempre está asociada al éxito reproductivo (Lambrechts et al. 2010). Por tanto, es necesario registrar el éxito reproductor en cada caja.

Por el contrario, las cajas nido no utilizadas pueden indicar, de hecho, que se han distribuido de forma inadecuada en el espacio, en lugar de que una zona tenga un exceso de lugares de cría (Mänd et al. 2009). Por lo tanto, cuando se utilizan cajas nido como medida de conservación, es importante conocer la distribución de las aves y cuáles son sus preferencias de hábitat, así como la faci-

dad con que una especie determinada coloniza las cajas nido como sustituto de las cavidades naturales.

4.- Interacciones.

La instalación de cajas nido supone la aparición de un nuevo recurso (refugio, oportunidad de nidificar, nueva fuente de alimento...) para muchas especies, desde insectos a las propias aves objetivo de la medida. Algunas de estas especies pueden interactuar con las especies focales con resultados variables (**imagen 60**). La depredación, el parasitismo, la competencia intra o interespecífica son interacciones habituales que deben ser registradas en la medida de lo posible para una mejor comprensión de los resultados del programa de instalación de cajas nido. Por ejemplo, la competencia por lugares de nidificación puede producirse no sólo entre especies de aves sino también entre insectos y aves (Broughton et al. 2015) y puede explicar la no ocupación de ciertas cajas.

Dichas interacciones pueden ser más intensas en determinadas circunstancias, como en colonias mixtas (ver Capítulo 8).



Imagen 60. Ejemplo de interacciones interespecíficas: huevo de carraca en nido de cernícalo primilla (Jaén) (Autor: Francisco Pulpillo-SIECE).

7.3. Programa de seguimiento

Aunque existen pruebas fehacientes del éxito de algunos programas de instalación de nidales artificiales, la alta casuística que podemos encontrar exige hacer un seguimiento detallado de cada programa. Medidas de conservación como la instalación de nidales suelen evaluarse mal, y se basan en anécdotas, experiencias personales y prácticas tradicionales (Pullin et al. 2004). Así pues, el seguimiento y la evaluación de la eficacia deberían formar parte integrante de todos los proyectos de conservación (Sutherland et al. 2004), y, en nuestro caso concreto, de los programas de instalación de nidales artificiales.

Los parámetros básicos a incluir en los programas de seguimiento son la tasa de ocupación de las cajas nido y el éxito reproductor. El conocimiento de estas variables nos permitirá mejorar la eficiencia de nuestro programa de instalación de cajas nido. Por ejemplo, las cajas nido no ocupadas pueden ser relocalizadas en sitios con mayor probabilidad de ocupación, y las cajas nido improductivas pueden ser reubicadas en sitios que favorezcan un mayor éxito reproductor (ver, por ejemplo, Gottschalk et al. 2011). No obstante, hay otras variables que se deben registrar y que, junto con las ya mencionadas, nos permitirán mejorar nuestro programa y deducir patrones biológicos útiles.

El punto de partida es que ya conocemos las principales características de las cajas nido instaladas (material, tamaño de la entrada, ubicación, altura... ver Capítulo 5), de forma que la información biológica que se obtenga tras su ocupación se puede relacionar con dichas variables.

Idealmente, la información biológica a recoger anualmente es (datos prioritarios subrayados):

- Especie que ocupa la caja.
- Fecha de puesta del primer huevo (o fecha en que se detectan huevos por primera vez).
- Tamaño de puesta.
- Fecha de eclosión del primer pollo (o fecha en que se detectan pollos por primera vez). Para diversas especies hay información que permite datar a los pollos

según su desarrollo (ej. Veiga 1985, Avilés & Sánchez 1998, Avilés 2016).

- Tasa de eclosión (nº de huevos que eclosionan con respecto al tamaño de puesta).
- Tamaño de la pollada.
- Éxito reproductor: vuela al menos un pollo.
- Productividad: nº de pollos volados.

El inicio de la toma de datos debe coincidir con el inicio de la reproducción de la especie objetivo o, si hay varias, con el inicio de la reproducción de la especie más temprana.

Además de los datos reseñados anteriormente, cualquier otra información sobre la ocupación (ej. ocupación por especies distintas a la objetivo, como insectos, estorninos, gorriones o lirones) y los avatares del evento reproductor en cada caja es muy útil. Por ejemplo, causas del fracaso reproductor (excrementos de roedor, huevos picados, huevos abandonados, sustrato húmedo...).

El seguimiento de las cajas nido se puede hacer por medio de cámaras de video montadas en mástiles extensibles (ver como ejemplo Luneau & Noel 2010), aunque la posibilidad de acceder a la cámara de cría (por medio de puertas o trampillas) facilitará el estudio detallado de muchos parámetros útiles.

Toda esta información ha de ser incluida en los Planes de Vigilancia Ambiental, ya que permitirá evaluar el éxito del programa y, si es necesario, modificarlo.

IDEA CLAVE

El seguimiento de la ocupación de la caja, del éxito reproductor y de los principales factores que afectan al mismo debe formar parte del programa de vigilancia ambiental y programarse adecuadamente en función de las características de las especies objetivo.



Imagen 61. Carraca sobre caja volcada por deficiente instalación (Roquetas de Mar, Almería) (Autor: Rubén Tarifa).

7.4. Mantenimiento

La necesidad de mantenimiento de las cajas es obvia. Con el tiempo las cajas se deterioran y es necesario su arreglo o reemplazamiento tanto para evitar accidentes (ej. caída de la caja cuando está siendo ocupada) como para asegurar la eficacia de la medida compensatoria a lo largo de todo el periodo de vida de la instalación (**imagen 61**). Por ejemplo, el efecto combinado del tiempo necesario para que una caja sea ocupada y el periodo de vida de la caja pueden acortar el tiempo que la caja es realmente útil. Lindenmayer et al. (2009) registraron niveles razonables de ocupación de las cajas nido por marsupiales arborícolas en bosques jóvenes 2-3 años tras su instalación y altos niveles de desgaste de las cajas después de 8-10 años. Por tanto, el “tiempo de ocupación efectivo” para los marsupiales arborícolas era de sólo 5 años.

La calidad del material usado es importante. Dado que la instalación de las cajas es costosa en términos de tiempo y dinero, conviene usar un material duradero. No obstante, éste no es el único factor que condiciona el tiempo de vida de la caja. Por ejemplo, la ubicación (tipo de bosque, exposición a las inclemencias del tiempo) o la presencia

de especies que horadan la madera (ej. pájaros carpinteros, insectos) pueden ser factores más importantes en el desgaste de la caja que la propia ocupación de la caja por la especie objetivo (Lindenmayer et al. 2009). El efecto combinado de estos factores puede requerir acciones periódicas (ej. fumigación y un programa de sustitución de cajas) en los hábitats más desfavorables para la integridad de la caja. En estos casos, el uso de otras alternativas de nidificación puede ser recomendado (ver Capítulo 9).

Especialmente importante es mantener la integridad de la caja en sí, así como de los principales rasgos que pueden afectar al éxito reproductor (ver Capítulo 5).

Mención especial requiere la limpieza y renovación del sustrato de la cámara de cría (**imagen 62**). La limpieza de cajas nido puede afectar a la elección de las mismas. Para algunas especies puede ser beneficioso dejar el material del año anterior (por contener información de la probabilidad de éxito o por ahorrar tiempo de construcción) (ver Lambrechts et al. 2010). Sin embargo, el sustrato de nidificación es el hábitat de numerosas especies de artrópodos

dos, algunas de las cuales son ectoparásitos de las aves (ej. ácaros hematófagos, el díptero *Carnus hemapterus*). Algunos estudios han constatado que diversas especies prefieren anidar en cajas nido limpias que en otras usadas (ver, por ejemplo, Merino & Potti 1995). Creemos que, en términos generales, es más ventajosa la limpieza y renovación de las cajas antes de cada temporada de cría porque estos parásitos pueden acumular fases de resistencia en el detritus o invernar en el mismo y aumentar su población en poco tiempo (Møller 1994, Valera et al. 2006, Proctor & Owens 2000). Además, la ocupación de cajas por especies no deseadas (paloma, gorriones, estorninos) puede colmatar el interior de los nidos, haciéndolos impracticables para la especie objetivo.

Idealmente, los principales datos a tomar tanto en lo relacionado con el seguimiento de las cajas como con su mantenimiento debe incorporarse en una aplicación que ayude a la toma de datos y a su análisis.

IDEA CLAVE

El mantenimiento de la caja y de los factores que afectan a su habitabilidad es fundamental y ha de realizarse a lo largo de toda la duración del programa.



Imagen 62. Limpieza de cajas nido antes de su instalación en el campo (Almería) (Autor: Francisco Valera).



CÁTEDRA
STEPPE
FORWARD



8 /

**Problemas asociados a la
instalación de nidales artificiales**

8.1. Introducción

Los programas de instalación de nidos artificiales se han mostrado eficaces en la recuperación de poblaciones de diversas especies de aves y pueden ser una medida adecuada para compensar impactos de infraestructuras en

dichas especies. No obstante, estos programas pueden tener efectos secundarios perjudiciales, algunos de los cuales se revisan a continuación.

8.2. Las cajas nido como trampas ecológicas

Una trampa ecológica puede surgir al incluir en el entorno un elemento novedoso que imita al rasgo natural usado para elegir el hábitat, confundiendo o engañando así al animal (ej. Schlaepfer et al. 2002). Hay numerosos ejemplos que muestran efectos negativos de la instalación de cajas nido. Un caso relativamente frecuente es que las cajas atraen a las aves a hábitats de baja calidad (ya sea por baja disponibilidad de alimento, por alta presión de depredación...), lo que puede dar lugar a una disminución del rendimiento reproductivo e incluso a la extinción de la población (Mänd et al. 2005, Klein et al. 2007). No obstante, la instalación de cajas nido en un hábitat a priori no preferido por la especie objetivo no necesariamente transforma este hábitat en una trampa ecológica, aunque requiere eliminar limitaciones críticas (ej. falta de alimento). El objetivo es evitar los “sumideros poblacionales atractivos” en los que la mortalidad excede la tasa de reproducción (Delibes et al. 2001, Mänd et al. 2005).

Se han citado efectos perjudiciales de las cajas nido y otros tipos de nidales artificiales por diversos motivos (exposición inadecuada, altas temperaturas en el interior de la cavidad, inducir una distribución no aleatoria de individuos en relación con sus cualidades...) sobre algunas de las especies objetivo aquí tratadas: la lechuza común (Klein et al. 2007), la carraca (Rodríguez et al. 2011), el cernícalo primilla (Tella et al. 1994), el cernícalo vulgar (Sumasgutner et al. 2014).

Más que revisar caso por caso (algo que se debería hacer previo al inicio del programa de instalación de cajas para una especie concreta) pretendemos aquí alertar de este riesgo y apuntar las ideas y objetivos generales. El efecto de los nidales artificiales sobre la especie objetivo ha de estudiarse en distintos tipos de hábitats o circunstancias dentro de la misma zona para poder identificar aquella combinación de factores más beneficiosa para la especie o evitar los claramente negativos.

8.3. Las colonias mixtas: un caso especial

Ciertas infraestructuras como cortijos, puentes o casas de vida (primillares) permiten la constitución de colonias mixtas de aves (**imagen 63**). Casos similares se observan en ciertas circunstancias en la naturaleza (ej. por la reutilización de nidos de abejaruco por diversas especies). Estas circunstancias especiales requieren la consideración de pros y contras, y aunque no hay mucha información al respecto, la existente muestra la complejidad del tema.

Existen importantes beneficios relacionados con la agregación de individuos (ej. pueden ser centros de información social). Además, estas comunidades muestran una mayor resiliencia y resistencia a las perturbaciones ambientales.

La constitución de colonias mixtas supone una mayor interacción entre individuos de la misma y de distintas especies (**imagen 64**). Dichas interacciones pueden ser directas o mediadas por otros organismos (depredadores, parásitos...). La competencia de recursos en forma de interacción directa ocurre frecuentemente cuando dos especies compiten por las cavidades de nidificación. Un estudio de varios años y en varios cientos de colonias de cernícalo primilla, una especie que cría frecuentemente en colonias mixtas, no detectó menor disponibilidad de sitios de cría para el cernícalo ni diferencias en éxito reproductor de esta especie entre colonias mixtas con grajillas y palomas y colonias monoespecíficas (Forero et al. 1996). No obstante, el mismo estudio advierte que la



Imagen 63. Colonia mixta (Portugal) (Autora: Ines Catry).

competencia interespecífica puede llegar a ser problemática si se produjeran aumentos poblacionales de grujillas o palomas.

La instalación de cajas nido a altas densidades para favorecer colonias mixtas puede finalmente beneficiar a especies no deseadas. Por ejemplo, los gorriones son atraídos por situaciones en las que pueden nidificar de forma semicolonial.

Por otra parte, los resultados de las interacciones interespecíficas directas pueden ser difíciles de detectar. Por ejemplo, si las especies coexistentes compiten por lugares de nidificación puede producirse un compromiso entre diferentes tareas como la vigilancia de la pareja o la vigilancia del nido (Meek & Robertson 1994) que puede tener efectos variables (desde pérdida de paternidad a pérdida del sitio de nidificación).

Las principales interacciones indirectas son las mediadas por parásitos y depredadores. Desde el punto de vista del parásito, la sociabilidad de las aves aumenta las

posibilidades de encontrar un hospedador y las oportunidades de transmisión. Para el hospedador, los efectos de los parásitos aumentan con el tamaño de las agregaciones sociales. En concreto, se ha demostrado que las aves coloniales pueden sufrir importantes pérdidas de eficacia biológica a causa de los parásitos (ej. Loye & Carroll 1995).

Las evidencias disponibles sobre colonias mixtas de aves trogloditas señalan un efecto de la coexistencia en las relaciones parásito-hospedador. Valera et al. (2003) encontró intercambio de parásitos entre abejarucos y gorriones chillones en simpatria. Gameiro et al. (2021) estudiaron colonias mixtas de cernícalo primilla, carraca, paloma y estornino negro y encontraron que la carga de ectoparásitos en los nidos estaba influida por la abundancia relativa de cada especie de hospedador. Veiga et al. (2020) revelaron que la abundancia de moscas ectoparásitas colonizadoras de la especie *Carnus hemapterus* en nidos de carraca estaba relacionada positivamente con la densidad de aves hospedadoras alrededor de la caja nido. Estas evidencias sugieren que el mayor contacto entre

múltiples especies de hospedadores en las colonias de cría puede complejizar las interacciones hospedador-parásito, con consecuencias aun poco conocidas.

En cuanto al efecto mediado por depredadores, Gameiro et al. (2022) encontraron que las carracas criando en compañía de cernícalos primillas tenían beneficios frente a los depredadores, aun a pesar de lo cual la productividad fue similar en situaciones de cría en colonia y en solitario.

La intensidad de las interacciones intra e interespecíficas dependerá de diversos factores, entre los que destaca la distribución espacial de las cajas en relación a las características de las distintas especies objetivo. No está

claro cómo las especies simpátricas que utilizan cajas establecen una distribución espacial en relación con individuos conespecíficos y heteroespecíficos (Deeming et al. 2017). Ante la falta de información, las cajas nido destinadas a mejorar hábitats que carecen de lugares adecuados para la nidificación deberían colocarse de forma que reflejen las distancias reales de dispersión de las especies objetivo.

En cualquier caso, ante la falta de información sobre las posibles consecuencias de la formación de colonias mixtas, creemos necesario un seguimiento detallado sobre el resultado de la reproducción de las aves objetivo en dichas condiciones.



Imagen 64. Cernícalo primilla persiguiendo a carraca europea en una colonia mixta en El Provencio, Cuenca (Autor: Luis Bolonio)



CÁTEDRA
STEPPE
FORWARD



9 /

**Otras medidas para
especies trogloditas**

La instalación de cajas nido no es la única medida que puede contribuir a mitigar el impacto de las plantas fotovoltaicas sobre especies de aves trogloditas. Hay otras opciones que conviene considerar, no sólo porque pueden tener ventajas en relación a las cajas nido (ej. menor mantenimiento) sino porque es necesario preservar la diversidad de sitios de nidificación. No hay un tipo de nido

que sea universalmente bueno. La idoneidad de un tipo de nido puede variar con el tiempo y en el espacio, por lo que es necesario preservar la diversidad de tipos de cavidades (Valera et al. 2022b).

Por ello, proponemos las siguientes medidas alternativas:

1. Mantenimiento y recuperación de oquedades naturales y seminaturales. Son diversas las técnicas que se pueden usar:

- colocación de tapaderas de madera o escayola en cavidades en taludes (**imagen 65**), en construcciones humanas o en árboles que favorezcan su ocupación por las especies objetivo al disminuir el tamaño de la entrada y hacerlas más atractivas (Wood et al. 2000, Valera et al. 2019).
- tallar oquedades en árboles (Griffiths et al. 2020).
- protección de árboles viejos y muertos en lugar de su eliminación selectiva, junto con medidas de mejora de las masas forestales y uso de sistemas de poda que favorezcan la creación de oquedades naturales (Avilés 2019).
- Protección y restauración de casas de campo y cortijos en los que las especies objetivo críen o puedan criar (Catry et al. 2009).
- Instalar nidales para cernícalo primilla debajo de las tejas de construcciones pre-existentes con colonias de la especie o con probabilidades de que sean colonizadas (**imagen 66**). A este respecto recomendamos el diseño ideado por DEMA e Iberus para la catedral de Jaén en colaboración con el arquitecto Pedro Salmerón (<http://pedrosalmeron.com/protocolos/construccion-de-nidos-de-cernicalo-primilla-y-vencejo/>).

2. Construcción de “casas de vida” para diferentes especies o para una sola especie (ej. primillares) (**imagen 67**). En Internet se puede encontrar información al respecto (ej. https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/biodiversidad/planes-y-estrategias/a3_primillarpatioterrenocapacidadportantebaja_2_10_2020_tcm30-514076.pdf / <https://www.grefa.org/23-proyectos/cernicalo-primilla/red-de-primillares/2893-cernicalo-primilla-proyecto-qred-de-primillaresq> / <http://extremambiente.juntaex.es/files/ayudas/2016/ADS/DTA/6.9.%20Construcci%C3%B3n%20de%20primillar.pdf> / <https://siece.org/casas-de-vida/>).

Los principales factores a tener en cuenta son:

- calidad del hábitat circundante en lo referente a disponibilidad de alimento.
- limpieza de los nidales a principios de la temporada de cría.
- medidas anti-depredatorias para evitar casos de depredación masiva en el interior de la construcción
- en el caso de colonias mixtas, ver Capítulo 8.



Imagen 65. Adaptación de cavidades naturales y en construcciones humanas para especies trogloditas: a) colocación de tapaderas en mechinales de puentes (Uleila del Campo, Almería) (Autor: Francisco Valera), b) carraca en oquedad de talud adaptada (Tabernas, Almería) (Autor: Manuel Gómez @manuelgomezwildlife), c) tapadera en mechinal de edificio (Jaén) (Autor: Francisco Pulpillo-SIECE).

- 3. Restauración de taludes** mediante eliminación de vegetación y nidos viejos (Wang et al. 2009) y **construcción de taludes artificiales** para abejarucos, mediante la adecuada gestión de canteras de arena (Yang et al. 2023) o de novo (ver requisitos en el Capítulo 6) (**imagen 68**).

IDEAS CLAVE

La instalación de cajas nido es solo una más de las medidas compensatorias que pueden favorecer la reproducción de especies de aves trogloditas. Es conveniente considerar medidas complementarias.

Dado que la idoneidad de los tipos de lugares de nidificación puede variar con el tiempo y el espacio, es importante preservar la diversidad de tipos de cavidades en los programas de cajas nido.

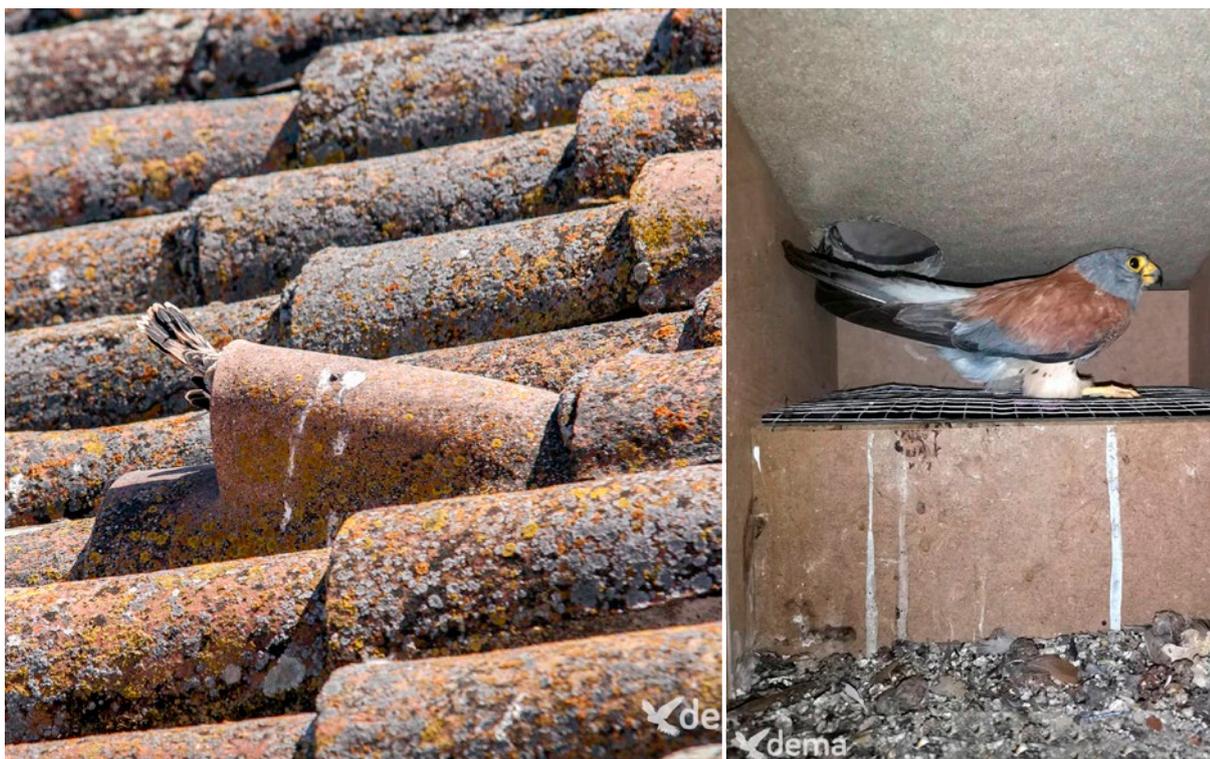


Imagen 66. Nidal de cernícalo primilla bajo cubierta: a) teja con agujero de acceso a nidal bajo cubierta, b) nidal bajo teja (Catedral de Jaén) (Autor: DEMA).



Imagen 67. Casa de vida o primillar. a) adaptación de una antigua torre de transformación en primillar (Jaén) (Autor: Francisco Valera), b) Interior de un primillar o casa de vida (Jaén) (Autor: Francisco Pulpillo-SIECE).



Imagen 68. Talud artificial para abejaruco común: a) cara del talud, b) detalle de los nidos (Tabernas, Almería) (Autor: Luis Bolonio).



CÁTEDRA
STEPPE
FORWARD

10 / Conclusiones

Conclusiones

- La evaluación de impacto ambiental debe ser rigurosa jurídica y metodológicamente para que las medidas compensatorias no deriven en una manipulación del procedimiento que comprometa la biodiversidad afectada por el proyecto.
- La eficacia de un programa de medidas compensatorias viene determinada por una identificación, descripción, cuantificación y valoración adecuada del impacto y por un seguimiento técnico-científico permanente de los resultados de las medidas que permita su mejora si es necesario.
- La aplicación de principios ecológicos sólidos es primordial para el éxito de la gestión ecológica (Ormerod & Watkinson 2000). Esto es claramente aplicable a los programas de instalación de nidales artificiales como medidas compensatorias asociadas a las plantas de energía solar fotovoltaica. Su diseño ha de considerar los principios ecológicos relevantes.
- Previamente a la instalación de nidales artificiales se ha de comprobar si las condiciones ambientales locales están en sintonía con las necesidades de las especies objetivo. La fase inicial del programa de instalación de cajas nido debe incluir mejoras ecológicas en los hábitats de dichas especies.
- La ubicación y distribución de los nidales artificiales han de coincidir con los hábitats apropiados y las distancias óptimas en las relaciones intra e interespecíficas.
- La eficacia de los lugares de cría artificiales como herramientas de gestión de aves depende de la demografía de las poblaciones objetivo y de la disponibilidad de lugares naturales.
- La instalación de lugares de reproducción artificiales sólo beneficia a las poblaciones si los lugares de reproducción son limitantes o si los lugares artificiales aumentan las tasas vitales (ej. éxito reproductor, supervivencia). Por tanto, antes de comenzar programas de instalación de nidales artificiales, debería comprobarse si los lugares de nidificación son un factor limitante principal y si se dispone de otros recursos clave.
- La instalación de cajas nido puede solventar el problema de la limitación de lugares de nidificación. Una vez subsanada esta limitación hay que abordar otros factores limitantes (generalmente la disponibilidad de alimento).
- La instalación de cajas nido no debe resultar en un incremento desmesurado de la densidad de aves reproductoras que agravaría el efecto de otros factores limitantes.
- El éxito de la instalación de nidales artificiales como medida compensatoria depende del mantenimiento y restauración del ecosistema. Es decir, la provisión de cajas nido ha de complementarse con la restauración del hábitat de cría y una mayor diversidad de sitios de nidificación.
- No usar nidales "generalistas". Utilizar nidales y ubicaciones específicamente adaptados a las preferencias y necesidades de la especie objetivo, siendo necesarios diferentes diseños de nidales cuando el objetivo esté formado por varias especies.
- La instalación de lugares de cría artificiales y su uso pueden tener consecuencias no deseadas. Por lo tanto, no se debe dar por sentado que dicha medida beneficiará necesariamente a las poblaciones.
- Los Planes de Vigilancia Ambiental han de informar con detalle de las características de los nidales artificiales instalados, de su seguimiento y de los resultados.



CÁTEDRA
STEPPE
FORWARD



11 /

Agradecimientos

Agradecimientos

Agradecemos la información y/o imágenes aportadas por Pepe Antolín (DEMA), Manuel Calderón (ANSAR), Francisco Camacho, Ines Catry, Isaac Cortés (Maderas CILPE), Juanto Fargallo, Miguel González (Tumbabuey), Jose Eugenio Gutiérrez Ureña, Abel La Calle, Manuel Gómez (@manuelgomezwildlife), Félix López Soria, Manuel Martin Vivaldi, Eugenio Montelío, proyecto Olivares Vivos (<https://www.olivaresvivos.com/>), Petr Pavelčík, Francisco Pulpillo y el Grupo de Anillamiento Científico Erithacus Sur, Antonio Ruiz Salgado, Juan Antonio Sáez, Juan Salvador Sánchez Oliver, Rubén Tarifa, Gustavo Tomás y Jesús Veiga. Esta guía no se podría haber realizado sin el apoyo y el conocimiento logrado con el proyecto TED2021-130035B-100, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por la Unión Europea "NextGenerationEU"/PRTR.



CÁTEDRA
STEPPE
FORWARD



12 /

Referencias

Referencias

- Amat-Valero, M., Calero-Torralbo, M. A., Václav, R., et al. (2014). Cavity types and microclimate: implications for ecological, evolutionary, and conservation studies. *International Journal of Biometeorology*, 58, 1983-1994.
- Aparicio, J. M., Bonal, R., Muñoz, A. (2007). Experimental test on public information use in the colonial lesser kestrel. *Evolutionary Ecology*, 21, 783-800.
- Avilés, J. M. (2016). Carraca europea—*Coracias garrulus*. En: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Salvador, A., Morales, M. B. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales. <http://www.vvertebradosibericos.org>
- Avilés, J. M. (2019). Pruning promotes the formation of an insufficient number of cavities for hollow-dependent birds in Iberian Holm-oak dehesas. *Forest Ecology and Management*, 453, 117627.
- Avilés, J.M., Sánchez, A. (1998). Crecimiento de los pollos de carraca (*Coracias garrulus*) en medios esteparios de Extremadura (SO península ibérica): influencia de las precipitaciones. *Miscelánea Zoológica*, 21, 1-7.
- Balgooyen, T.G. (1990). Orientation of American kestrel nest cavities: revisited. *Journal of Raptor Research*, 24, 27-28.
- Banda, E., Blanco, G. (2009). Implications of nest-site limitation on density-dependent nest predation at variable spatial scales in a cavity-nesting bird. *Oikos*, 118(7), 991-1000.
- Benítez-López, A., Viñuela, J., Mougeot, F., et al. (2017). A multi-scale approach for identifying conservation needs of two threatened sympatric steppe birds. *Biodiversity and Conservation*, 26(1), 63-83.
- Berg, Å., Wretenberg, J., Zmihorski, M., et al. (2015). Linking occurrence and changes in local abundance of farmland bird species to landscape composition and land-use changes. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 204, 1-7.
- Berthier, K., Leippert, F., Fumagalli, L., et al. (2012). Massive nest-box supplementation boosts fecundity, survival and even immigration without altering mating and reproductive behaviour in a rapidly recovered bird population. *PloS one*, 7(4), e36028.
- Blanchet, S., Clobert, J., Danchin, E. (2010). The role of public information in ecology and conservation: an emphasis on inadvertent social information. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1195(1), 149-168.
- Bolonio, L., Moreno, E., La Calle, A., et al. (2024). Renewable energy acceleration endangers a protected species: Better stop to light a torch than run in the dark. *Environ. Impact Assess. Rev.* 105, 107432.
- Bradley, M., Johnstone, R., Court, G., et al. (1997). Influence of weather on breeding success of peregrine falcons in the Arctic. *The Auk*, 114, 786-791.
- Broughton, R. K., Hebda, G., Maziarz, M., et al. (2015). Nest-site competition between bumblebees (Bombidae), social wasps (Vespidae) and cavity-nesting birds in Britain and the Western Palearctic. *Bird Study*, 62(3), 427-437.
- Bruce, M. D. (1999). Family Tytonidae (Barn owls). Pp. 34-75 En J. del Hoyo, A. Elliott and J. Sargatal, eds. *Handbook of the birds of the world*. Volume 5. Barn-owls to Hummingbird. Barcelona: Lynx Edicions.
- Bull E. L. (2003). Use of nest boxes by vaux's swifts. *Journal of Field Ornithology*, 74, 394-400.
- Butler, M.W., Whitman, B.A., Dufty, A.M. Jr. (2009). Nest box temperature and hatching success of American kestrels varies with nest box orientation. *Wilson Journal of Ornithol* 121, 778-782.
- Calabuig, G., Ortego, J., Aparicio, J. M., et al. (2008a). Public information in selection of nesting colony by lesser kestrels: which cues are used and when are they obtained? *Animal Behaviour*, 75, 1611-1617.
- Calabuig, G., Ortego, J., Cordero, P. J., et al. (2008b). Causes, consequences and mechanisms of breeding dispersal in the colonial lesser kestrel, *Falco naumanni*. *Animal Behaviour*, 76, 1989-1996.
- Calero-Torralbo, M. A., Václav, R., Valera, F. (2013). Intra-specific variability in life-cycle synchronization of an ectoparasitic fly to its avian host. *Oikos*, 122(2), 274-284.
- Capizzi, D., Luiselli, L. (1995). Comparison of the trophic niche of four sympatric owls (*Asio otus*, *Athene noctua*, *Strix aluco* and *Tyto alba*) in Mediterranean central Italy. *Ecologia mediterranea*, 21(3), 13-20.
- Casas-Crivillé, A., Valera, F. (2005). The European Bee-eater (*Merops apiaster*) as an ecosystem engineer in arid environments. *Journal of Arid Environments*, 60, 227-238.
- Castaño-Vázquez, F., Merino, S. Valera, F., et al. (2022). Experimental manipulation of humidity in a cavity-nesting bird influences ectoparasites' abundance. *Parasitology*, 149, 436-443.

- Catry, I., Alcazar, R., Franco, A. M., & Sutherland, W. J., et al. (2009). Identifying the effectiveness and constraints of conservation interventions: A case study of the endangered lesser kestrel. *Biological Conservation*, 142(11), 2782-2791.
- Catry, I., Catry, T., Patto, P., Franco, A. M., Moreira, F., et al. (2015). Differential heat tolerance in nestlings suggests sympatric species may face different climate change risks. *Climate Research*, 66(1), 13-24.
- Catry, I., Franco, A. M., Sutherland, W. J. (2011). Adapting conservation efforts to face climate change: modifying nest-site provisioning for lesser kestrels. *Biological Conservation*, 144(3), 1111-1119.
- Catry, I., Marcelino, J., Franco, A. M., Moreira, F., et al. (2017). Landscape determinants of European roller foraging habitat: implications for the definition of agri-environmental measures for species conservation. *Biodiversity and Conservation*, 26, 553-566.
- Charter, M., Izhaki, I., Bouskila, A., Leshem, Y., et al. (2007). The effect of different nest types on the breeding success of Eurasian kestrels (*Falco tinnunculus*) in a rural ecosystem. *Journal of Raptor Research*, 41, 143-149.
- Charter, M., Rozman, G. (2022). The Importance of Nest Box Placement for Barn Owls (*Tyto alba*). *Animals*, 12(20), 2815.
- Chock, R. Y., Clucas, B., Peterson, E.K., et al. (2020). Evaluating potential effects of solar power facilities on wildlife from an animal behavior perspective. *Conservation Science and Practice*, 3, e319.
- Concepción, E.D., Díaz, M. (2011). Field, landscape and regional effects of farmland management on specialist open-land birds: Does body size matter? *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 142, 303-310.
- Corregidor-Castro, A., Morinay, J., McKinlay, S. E., et al. (2023). Experimental nest cooling reveals dramatic effects of heat-waves on reproduction in a Mediterranean bird of prey. *Global Change Biology*, 29, 5552-5567.
- Cramp, S. (1998). *The Complete Birds of the Western Palearctic*. CD-Rom Version 1. Oxford University Press.
- CSBI (2015). *A cross-sector guide for implementing the Mitigation Hierarchy*. Prepared by The Biodiversity Consultancy. Cambridge. Reino Unido.
- Danchin, E., Boulinier, T., Massot, M. (1998). Conspecific reproductive success and breeding habitat selection: implications for the study of coloniality. *Ecology*, 79(7), 2415-2428.
- Deeming, D. C., Biddle, L. E., Du Feu, C. R. (2017). Interspecific and intraspecific spatial separation by birds breeding in nest boxes. *Avian Conservation & Ecology*, 12(1).
- Delibes, M., Gaona, P., Ferreras, P. (2001). Effects of an attractive sink leading into maladaptive habitat selection. *The American Naturalist*, 158, 277-285.
- DEMA (2024). *Estudio de temperaturas en nidos artificiales DEMA*. Agosto 2024. Informe inédito.
- Dhondt A. A., Blondel J., Perret P. (2010). Why do Corsican Blue Tits *Cyanistes caeruleus ogliastreae* not use nest boxes for roosting? *Journal of Ornithology*, 151, 95-101.
- Doligez, B., Danchin, E., Clobert, J. (2002). Public information and breeding habitat selection in a wild bird population. *Science*, 297(5584), 1168-1170.
- Dusliz, B., Stawicka, A.M., Knozowski, P., et al. (2022). Effectiveness of using nest boxes as a form of bird protection after building modernization. *Biodiversity and Conservation*, 31, 277-294.
- Elkins, N. (1983). *Weather and Bird Behaviour*. T & A.D. Poyser, London.
- Enríquez de Salamanca, A. (2021). Project justification and EIA: Anything goes? *Environmental Impact Assessment Review*, 87, 106540.
- Enríquez de Salamanca, Á. (2022). Climate Change Mitigation in Forestry: Paying for Carbon Stock or for Sequestration? *Atmosphere*, 13(10), 1611.
- Enríquez-de-Salamanca, Á. (2024). Over-estimation of mitigation leads to under-estimation of residual impacts. *Environmental Impact Assessment Review*, 104, 107340.
- Exo, K.-M. (1981) Zur Nistökologie des Steinkauzes (*Athene noctua*). *Vogelwelt*, 102, 161-180.
- Fargallo, J. A., Blanco, G., Potti, J., et al. (2001). Nestbox provisioning in a rural population of Eurasian Kestrels: breeding performance, nest predation and parasitism. *Bird Study*, 48, 236-244.
- Forero, M. G., Tella, J. L., Donazar, J. A., et al. (1996). Can interspecific competition and nest site availability explain the decrease of lesser kestrel *Falco naumanni* populations?. *Biological Conservation*, 78(3), 289-293.
- Framis, H., Holroyd, G. L. Mañosa, S. (2011). Home range and habitat use of little owl (*Athene noctua*) in an agricultural landscape in coastal Catalonia, Spain. *Animal Biodiversity and Conservation*, 34(2), 369-378.
- Fundación Global Nature. (2016). Documento del Grupo de Trabajo de Conama 2016: GT9 La Jerarquía de Mitigación como buena práctica en la gestión empresarial de la Biodiversidad.
- Gameiro, J., Franco, A. M., Catry, T., et al. (2022). Antipredator benefits of heterospecific colonial breeding for a predominantly solitary bird. *Animal Behaviour*, 189, 101-111.
- Gameiro, J., Veiga, J., Valera, F., et al. (2021). Influence of colony traits on ectoparasite infestation in birds breeding in mixed-species colonies. *Parasitology*, 148(8), 904-912.
- García del Río, M., Cantarero, A., Castañón-Vázquez, F., et al. (2024). Experimental manipulation of nest temperature and relative humidity reduces ectoparasites and affects body condition of Blue Tits (*Cyanistes caeruleus*). *Ibis*, en prensa.
- García-Navas V., Arroyo L., Sanz J. J., et al. (2008). Effect of nestbox type on occupancy and breeding biology of Tree Sparrows *Passer montanus* in central Spain. *Ibis*, 150, 356-364.

- Gibbons, P., Lindenmayer, D. B. (2007). Offsets for land clearing: no net loss or the tail wagging the dog? *Ecological Management & Restoration*, 8, 26-31.
- Gómez-Catasús, J., Morales, M. B., Giralt, D., et al. (2024). Solar photovoltaic energy development and biodiversity conservation: Current knowledge and research gaps. *Conservation Letters*, e13025.
- Gonçalves, B., Marques, A., Soares, A. M. V. D. M., et al. (2015). Biodiversity offsets: from current challenges to harmonized metrics. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 14, 61-67.
- Goodenough, A. E., Hart, A.G., Elliot, S. L. (2008). Variation in offspring quality with cavity orientation in the Great Tit. *Ethology, Ecology & Evolution*. 20, 375–389.
- Gottschalk, T. K., Ekschmitt, K., Wolters, V. (2011). Efficient placement of nest boxes for the little owl (*Athene noctua*). *Journal of Raptor Research*, 45(1), 1-14.
- Griffiths, S. R., Semmens, K., Watson, S. J., et al. (2020). Installing chainsaw-carved hollows in medium-sized live trees increases rates of visitation by hollow-dependent fauna. *Restoration Ecology*, 28(5), 1225-1236.
- Grzywaczewski, G. (2009). Home range size and habitat use of the Little Owl *Athene noctua* in East Poland. *Ardea*, 97(4), 541-545.
- Gustafsson L., Nilsson S. G. (1985). Clutch size and breeding success of Pied and Collared Flycatchers *Ficedula* spp. in nestboxes of different sizes. *Ibis*, 127, 380–385.
- Habel, J. C., Braun, J., Fischer, C., et al. (2015). Population restoration of the nocturnal bird *Athene noctua* in Western Europe: an example of evidence based species conservation. *Biodiversity & Conservation*, 24, 1743-1753.
- Hahn, B. A., Silverman, E. D. (2006). Social cues facilitate habitat selection: American redstarts establish breeding territories in response to song. *Biology Letters*, 2(3), 337-340.
- Hardouin, L. A., Tabel, P., Bretagnolle, V. (2006). Neighbour–stranger discrimination in the little owl, *Athene noctua*. *Animal Behaviour*, 72(1), 105-112.
- Heneberg, P. (2013). Decision making in burrowing birds: sediment properties in conflict with biological variables. *Quaternary International*, 296, 227-230.
- Heneberg, P., Simecek, K. (2004). Nesting of European bee-eaters (*Merops apiaster*) in Central Europe depends on the soil characteristics of nest sites. *Biologia-Bratislava* 59(2), 205-212.
- Hernández, R.R.; Easter, S.B.; Murphy-Mariscal, M.L. et al. (2014). Environmental impacts of utility-scale solar energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 29, 766-779.
- Holt, D. W., Berkley, R., Deppe, C., et al. (2020). «Little owl: *Athene noctua*». En: Del Hoyo, Josep; Elliott, Andrew; Sargatal, Jordi; Christie, David; De Juana, Eduardo, eds. *Libro de las aves del mundo vivas* (Lynx Edicions, Barcelona).
- Howard, I., Ridley, J.C.H., Blanchard, W., et al. (2022). Helping wildlife beat the heat: Testing strategies to improve the thermal performance of nest boxes. *Australian Zoologist*, 42 (2), 534-560.
- Isaac J. L., Parsons M., Goodman B. A. (2008) How hot do nest boxes get in the tropics? A study of nest boxes for the endangered mahogany glider. *Wildlife Research*, 35, 441–445.
- Johnson, P.N. (1994). Selection and use of nest sites by barn owls in Norfolk, England. *J Raptor Res*, 28, 149–153.
- Kagan, R.A., Viner, T.C., Trail, P.W., et al. (2014). Avian mortality at solar energy facilities in southern California: a preliminary analysis. *National Fish and Wildlife Forensics Laboratory*, 28, 1-28.
- Karlsson J., Nilsson S. G. (1977). The influence of nest-box area on clutch size in some hole-nesting passerines. *Ibis*, 119, 207–211.
- Klein, Á., Nagy, T., Csörgő, T., et al. (2007). Exterior nest-boxes may negatively affect Barn Owl *Tyto alba* survival: an ecological trap. *Bird Conservation International*, 17(3), 273-281.
- Korpimäki, E. (1984). Clutch size and breeding success of Tengmalm's owl *Aegolius funereus* in natural cavities and nest boxes. *Ornis Fennica*, 61, 80–83.
- Korpimäki, E. (1985). Clutch size and breeding success in relation to nest box size in Tengmalm's Owl *Aegolius funereus*. *Holarctic Ecology*, 8, 175–180.
- Kosciuch, K., Riser-Espinoza, D., Geringer, M., et al. (2020). A summary of bird mortality at photovoltaic utility scale solar facilities in the Southwestern US. *PloS one* 15(4), e0232034.
- Lambrechts, M. M., Adriaensen, F., Ardia, D. R., et al. (2010). The design of artificial nestboxes for the study of secondary hole nesting birds: a review of methodological inconsistencies and potential biases. *Acta Ornithologica*, 45, 1–26.
- Lambrechts, M. M., Wiebe, K. L., Sunde, P. et al. (2012). Nest box design for the study of diurnal raptors and owls is still an overlooked point in ecological, evolutionary and conservation studies: a review. *Journal of Ornithology*, 153, 23-34.
- Larson, E. R., Eastwood, J. R., Buchanan, K. L. et al. (2018). Nest box design for a changing climate: the value of improved insulation. *Ecological Management & Restoration*, 19(1), 39-48.
- Lindenmayer, D. B., Welsh, A., Donnelly, C. et al. (2009). Are nest boxes a viable alternative source of cavities for hollow-dependent animals? Long-term monitoring of nest box occupancy, pest use and attrition. *Biological Conservation*, 142(1), 33-42.
- Lloyd, J.D., Martin, T.E., (2004). Nest-site preference and maternal effects on offspring growth. *Behavioral Ecology*, 15, 816–823.
- Löhrl, H. (1980). Weitere Versuche zur Frage "Brutraum und Gelegegröße bei der Kohlmeise (*Parus major*). *Journal of Ornithology*, 121, 403–405.

- López, B.C., Potrony, D., López, A. et al. (2010) Nest box use by boreal owls (*Aegolius funereus*) in the Pyrenees mountains in Spain. *Journal of Raptor Research*, 44, 40–49.
- Loye, J.E., Carroll, S. (1995). Birds, bugs and blood: Avian parasitism and conservation. *Trends in Ecology and Evolution*, 10, 232–235.
- Luneau, Jr, M. D., Noel, B. L. (2010). A wireless video camera for viewing tree cavities. *Journal of Field Ornithology*, 81(2), 176–185.
- McClure, C. J., Pauli, B. P., Heath, J. A. (2017). Simulations reveal the power and peril of artificial breeding sites for monitoring and managing animals. *Ecological Applications*, 27(4), 1155–1166.
- McCrary, M.D., McKernan, R.L., Schreiber, R.W. et al. (1986). Avian mortality at a solar energy power plant. *Journal of Field Ornithology*, 135–141.
- Mainwaring, M. C., Reynolds, S. J., Weidinger, K. (2015). The influence of predation on the location and design of nests. Nests, eggs, and incubation: new ideas about avian reproduction, 50–64.
- Mänd, R., Leivits, A., Leivits, M. et al. (2009) Provision of nestboxes raises the breeding density of Great Tits *Parus major* equally in coniferous and deciduous woodland. *Ibis*, 151(3), 487–492.
- Mänd, R., Tilgar, V., Löhmus, A. et al. (2005). Providing nest boxes for hole-nesting birds—Does habitat matter?. *Biodiversity & Conservation*, 14, 1823–1840.
- Marchesi, L., Sergio, F., (2005). Distribution, density, diet and productivity of the Scops Owl *Otus scops* in the Italian Alps. *Ibis*, 147, 176–187.
- Maron, M., Ives, C. D., Kujala, H., et al. (2016). Taming a wicked problem: resolving controversies in biodiversity offsetting. *BioScience*, 66(6), 489–498.
- Martín-Vivaldi, M., Doña, J., Romero Masegosa, J. et al. (2016). Abubilla – *Upupa epops*. En: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Salvador, A., Morales, M. B. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. <http://www.vertebradosibericos.org/>
- Martínez-Padilla, J. (2016). Cernícalo vulgar – *Falco tinnunculus*. En: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Salvador, A., Morales, M. B. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. <http://www.vertebradosibericos.org/>
- Martínez, J.A., Zuberogoitia, I. (2004a). Habitat preferences for Long-Eared Owls (*Asio otus*) and Little Owls (*Athene noctua*) in semi-arid environments at three spatial scales. — *Bird Study*, 51, 163–169.
- Martínez, J. A., Zuberogoitia, I. (2004b). Effects of habitat loss on perceived and actual abundance of the little owl *Athene noctua* in eastern Spain. *Ardeola*, 51(1), 215–219.
- Martínez, J. A., Zuberogoitia, I. (2004c). Habitat preferences and causes of population decline for Barn owls *Tyto alba*: a multi-scale approach. *Ardeola*, 51, 303–317.
- Martínez, J. A., Zuberogoitia, I., Martínez, J. E., et al. (2007). Patterns of territory settlement by Eurasian scops-owls (*Otus scops*) in altered semi-arid landscapes. *Journal of Arid Environments*, 69(3), 400–409.
- Marsigli, S. (1990). Nidi artificiali per Upupa. *Picus*, 16, 24–25.
- Martin, T. E. (1995). Avian life history evolution in relation to nest sites, nest predation and food. *Ecological Monographs*, 65, 101–127.
- McComb, W. C., Noble, R. E. (1981). Microclimates of nest boxes and natural cavities in bottomland hardwoods. *Journal of Wildlife Management*, 45, 284–289.
- McKechnie, A.E., Wolf, B.O. (2010). Climate change increases the likelihood of catastrophic avian mortality events during extreme heat waves. *Biology Letters*, 6, 253–256.
- Meek, S. B., Robertson, R. J. (1994). Interspecific competition for nestboxes affects mate guarding in eastern bluebirds, *Sialia sialis*. *Animal Behaviour*, 47(2), 295–302.
- Merino, S., Potti, J. (1995). Pied flycatchers prefer to nest in clean nest boxes in an area with detrimental nest ectoparasites. *Condor*, 97, 828–831
- Moed, A., Dawson, D. G. (1979). Breeding of Starlings (*Sturnus vulgaris*) in nest boxes of various types. *New Zealand Journal of Zoology*, 6, 613–618.
- Møller, A.P. (1994). Facts and artefacts in nest box studies: implications for studies of birds of prey. *Journal of Raptor Research*, 28, 143–148.
- Newton, I. (1994). Experiments on the limitation of bird breeding densities: a review. *Ibis*, 136.
- Newton, I. (1998). Population limitation in birds. Academic Press, Londres, UK.
- Ormerod, S.J., Watkinson, A.R. (2000). The age of applied ecology. *Journal of Applied Ecology*, 37, 1–2.
- Ortego, J. (2016). Cernícalo primilla – *Falco naumanni*. En: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Salvador, A., Morales, M. B. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. <http://www.vertebradosibericos.org/>
- Parejo, D., Danchin, E., Avilés, J. M. (2005). The heterospecific habitat copying hypothesis: can competitors indicate habitat quality? *Behavioral Ecology*, 16(1), 96–105.
- Phalan, B., Hayes, G., Brooks, S., et al. (2018). Avoiding impacts on biodiversity through strengthening the first stage of the mitigation hierarchy. *Oryx*, 52(2), 316–324.
- Pomarol, M. (1996). Artificial nest structure design and management implications for the lesser kestrel (*Falco naumanni*). *Journal of Raptor Research*, 30, 169–172.
- Pöysä, H., Pöysä, S. (2002). Nest-site limitation and density dependence of reproductive output in the common goldeneye *Bucephala clangula*: implications for the management of cavity-nesting birds. *Journal of Applied Ecology*, 502–510.
- Proctor, H., Owens, I. (2000). Mites and birds: diversity, parasitism and coevolution. *Trends in Ecology and Evolution*, 15, 358–364.
- Pullin, A.S., Knight, T.M., Stone, D.A., et al. (2004). Do conservation managers use scientific evidence to support their decision-making? *Biological Conservation*, 119, 245–252.

- Quétier, F., Lavorel, S. (2011). Assessing ecological equivalence in biodiversity offset schemes: key issues and solutions. *Biological Conservation*, 144 (12), 2991-2999.
- Ropert-Coudert Y., Cannell B., Kato A. (2004) Temperature inside nest boxes of little penguins. *Wildlife Society Bulletin*, 32, 177-182.
- Roulin, A., Christe, P., Dijkstra, C. et al. (2007). Origin-related environmental, sex, and age determinants of immunocompetence, susceptibility to ectoparasites, and disease symptoms in the barn owl. *Biological Journal of the Linnean Society*, 90, 703-718.
- Ryall, K. L., Fahrig, L. (2006). Response of predators to loss and fragmentation of prey habitat: a review of theory. *Ecology*, 87(5), 1086-1093.
- Rodríguez, J., Avilés, J. M., Parejo, D. (2011). The value of nestboxes in the conservation of Eurasian Rollers *Coracias garrulus* in southern Spain. *Ibis*, 153(4), 735-745.
- Schaaf, A.A., Garcia, C.G., Greeney, H.F. (2019) Nest orientation in closed nests of Passeriformes across a latitudinal gradient in the Southern Neotropic. *Acta Ornithologica*, 54, 265-270.
- Schaaf, A. A., de la Peña, M. R. (2020). Bird nest orientation and local temperature. *Ecology* 101(7), 1-3.
- Schlaepfer, M.A., Runge, M.C. and Sherman, P.W. (2002). Ecological and evolutionary traps. *Trends in Ecology and Evolution*, 17, 474-480.
- Schmidt, K. A., Dall, S. R., Van Gils, J. A. (2010). The ecology of information: an overview on the ecological significance of making informed decisions. *Oikos*, 119(2), 304-316.
- SEO/BirdLife. (2020). SACRE 25 años de seguimiento de aves comunes en primavera. Programas de Seguimiento de Aves y Grupos de Trabajo. Seo Birdlife.
- SEO/BirdLife (López-Jiménez, N. Ed). (2021). Libro Rojo de las aves de España.
- Seppänen, J. T., Forsman, J. T., Mönkkönen, M., et al. (2007). Social information use is a process across time, space, and ecology, reaching heterospecifics. *Ecology*, 88(7), 1622-1633.
- Serrano, D., Forero, M. G., Donazar, J. A. et al. (2004). Dispersal and social attraction affect colony selection and dynamics of lesser kestrels. *Ecology*, 85, 3438-3447.
- Serrano, D., Oro, D., Esperanza, U. et al. (2005). Colony size selection determines adult survival and dispersal preferences: Allee effects in a colonial bird. *American Naturalist*, 166, E22-E31.
- Slagsvold T., Amundsen T. (1992). Do Great Tits adjust hatching spread, egg size and offspring sex ratio to changes in clutch size? *Journal of Animal Ecology*, 61, 249-258.
- Smallwood, K. S. (2022). Utility-scale solar impacts to volant wildlife. *The Journal of Wildlife Management*, 86(4), e22216.
- Soler, M. (2016). Grajilla - *Corvus monedula*. En: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Salvador, A., Morales, M. B. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. <http://www.vertebradosibericos.org/>
- Stamps, J. A. (1988). Conspecific attraction and aggregation in territorial species. *The American Naturalist*, 131(3), 329-347.
- Stamps, J. A., Swaisgood, R. R. (2007). Someplace like home: experience, habitat selection and conservation biology. *Applied Animal Behaviour Science*, 102(3-4), 392-409.
- Sullivan, B.L., Kershner, E.L., Finn, S.P. et al. (2003) Nest-site characteristics and linear abundance of cliff-nesting American kestrels on San Clemente Island, California. *Journal Raptor Research*, 37, 323-329.
- Sutherland, W.J., Pullin, A.S., Dolman, P.M. et al. (2004). The need for evidence-based conservation. *Trends in Ecology and Evolution*, 19, 305-308.
- Sumasgutner, P., Nemeth, E., Tebb, G. et al. (2014). Hard times in the city-attractive nest sites but insufficient food supply lead to low reproduction rates in a bird of prey. *Frontiers in Zoology*, 11, 1-14.
- Tahri, M., Hakdaoui, M., Maanan, M. (2015). The evaluation of solar farm locations applying Geographic Information System and Multi-Criteria Decision-Making methods: Case study in southern Morocco. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 51, 1354-1362.
- Tella, J. L., Sánchez, I., Hiraldo, F. et al. (1994). Evaluación de nidos artificiales para el cernícalo primilla. *Quercus*, 97, 4-6.
- Torres, A., Palacín, C., Seoane, J. et al. (2011). Assessing the effects of a highway on a threatened species using Before-During-After and Before-During-After-Control-Impact designs. *Biological Conservation*, 144, 2223-2232.
- Turney, D., Fthanakis, V. (2011). Environmental impacts from the installation and operation of large scale solar power plants. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15, 3261-3270.
- Václav, R., Valera, F., Martínez, T. (2011). Social information in nest colonisation and occupancy in a long-lived, solitary breeding bird. *Oecologia*, 165, 617-627.
- Valera, F., Bolonio, L., La Calle, A. et al. (2022a). Deployment of solar energy at the expense of conservation sensitive areas precludes its classification as an environmentally sustainable activity. *Land*, 11, 2330.
- Valera, F., Casas-Crivillé, A., Calero-Torralbo, M.A. (2006). Prolonged diapause in the ectoparasite *Carnus hemapterus*: how frequent is it in parasites? *Parasitology*, 133, 179-188.
- Valera, F., Casas-Crivillé, A., Hoi, H. (2003). Interspecific parasite exchange in a mixed colony of birds. *Journal of Parasitology*, 89(2), 245-250.
- Valera, F., Moreno, E., Bolonio, L. (2023). Propuesta de ampliación de la Red Natura 2000 en el Campo de Tabernas (Almería). Editorial Digital CSIC. Madrid. <https://doi.org/10.20350/digitalCSIC/15636>
- Valera, F., Václav, R. (2021). Residency patterns and apparent survival in a cavity-nesting bird: population consequences of nest-box supplementation revealed by a long-term study. *Avian Conservation & Ecology*, 16(2), 8.

- Valera, F., Václav, R., Calero-Torralbo, M. Á. et al. (2019). Natural cavity restoration as an alternative to nest box supplementation. *Restoration Ecology*, 27(1), 220-227.
- Valera, F., Veiga, J., Martínez, T. et al. (2022b). The effect of cavity type on breeding performance in a secondary cavity-nesting avian species: short-term studies are prone to produce misleading inference. En E. Moreno, J. Benzal & I. Jiménez (Eds): *La Estación Experimental de Zonas Áridas (1947-2022): Reconstruyendo nuestra historia reconstruimos nuestro futuro*. Editorial CSIC, Madrid, pp: 339-377. ISBN: 978-84-00-11072-7
- Valkama, J., Korpimäki, E. (1999). Nestbox characteristics, habitat quality and reproductive success of Eurasian kestrels. *Bird Study*, 46, 81-88
- Van Balen J. H. (1984). The relationship between nest-box size, occupation and breeding parameters of the Great Tit *Parus major* and some other hole-nesting species. *Ardea*, 72, 163-175.
- Van Nieuwenhuysse, D., Génot, J.C. Johnson, D.H. (2008). *The Little Owl. Conservation, Ecology and Behavior of Athene noctua*. Cambridge University Press.
- Veiga, J.P. (1985). Crecimiento de los pollos de *Falco tinnunculus* en el centro de España. Aspectos energéticos y ecológicos. *Ardeola*, 32, 187-201.
- Veiga, J., Václav, R., Valera, F. (2020). The effect of parasite density on host colonisation success by a mobile avian ectoparasite. *Ecological Entomology*, 45(4), 867-875.
- Veiga, J., Valera, F. (2020). Nest-box location determines the exposure of the host to ectoparasites. *Avian Conservation and Ecology*, 15 (2), 11. [online]
- Visser, G.H. (1998). Development of temperature regulation. En: Starck, J.M., Ricklefs, R.E. (Eds.), *Avian Growth and Development: Evolution within the Altricial-Precocial Spectrum*. Oxford University Press, Oxford.
- Votýpka, J., Synek, P., Svobodova, M. (2009). Endophagy of biting midges attacking cavity-nesting birds. *Medical and Veterinary Entomology*, 23(3), 277-280.
- Walston, L.J., Li, Y., Hartmann, H.M. et al. (2021). Modeling the ecosystem services of native vegetation management practices at solar energy facilities in the Midwestern United States. *Ecosystem Services*, 47, 101227.
- Wang, Y. P., Siefferman, L., Wang, Y. J. et al. (2009). Nest site restoration increases the breeding density of blue-tailed bee-eaters. *Biological Conservation*, 142(8), 1748-1753.
- White, C. M., N. J. Clum, T. J. Cade, W. G. et al. (2002). Peregrine Falcon (*Falco peregrinus*). En A. Poole editor. *The birds of North America*. Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, New York, USA.
- Wiebe, K. L. (2011). Nest sites as limiting resources for cavity-nesting birds in mature forest ecosystems: a review of the evidence. *Journal of Field Ornithology*, 82(3), 239-248.
- Wood, D. R., Burger Jr, L. W., Vilella, F. J. et al. (2000). Long-term effects of red-cokaded woodpecker cavity-entrance restrictors. *Wildlife Society Bulletin*, 105-109.
- Yang, C., Lu, G., Cai, T., et al. (2023). Illegal and exploitative sand-digging activities could be managed to create suitable nesting habitats for blue-tailed bee-eaters (*Merops philippinus*). *Animals*, 13(6), 1112.
- Zingg, S., Arlettaz, R., Schaub, M. (2010). Nestbox design influences territory occupancy and reproduction in a declining, secondary cavity-breeding bird. *Ardea*, 98(1), 67-75.
- Zuberogoitia, I., Martínez, J. E., Zabala, J. et al. (2008). Social interactions between two owl species sometimes associated with intraguild predation. *Ardea*, 96(1), 109-113.
- Zuberogoitia, I., Zabala, J., Hidalgo, S. et al. (2007). Seasonal dynamics in social behaviour and spacing patterns of the Little Owl *Athene noctua*. *Ornis Fennica*, 84(4), 173-180.

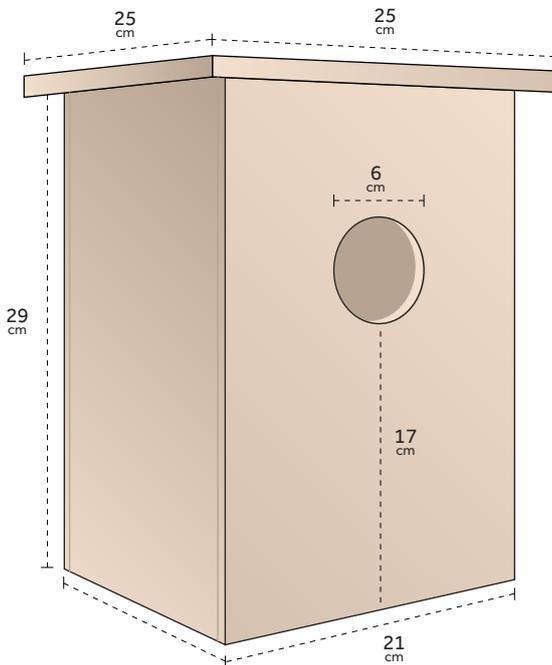


CÁTEDRA
STEPPE
FORWARD

Anexo / Fichas por especie

CAJA NIDO PARA CARRACA EUROPEA

DISEÑO



ESPECIE PRINCIPAL Carraca europea



IMPORTANTE

- El orificio de entrada debe ser de 6 cm para evitar competidores (nunca inferior a ese diámetro).
- No es sensible a las altas temperaturas, por lo que se puede colocar en lugares soleados.
- Poner placa metálica alrededor del orificio de entrada para evitar competidores y depredadores.
- Incluir en nidales de madera soluciones para aumentar su durabilidad: imanes para el cierre y bisagras reforzadas.
- Sustrato: arena o tierra para evitar roturas de huevos y malformaciones de los pollos.

UBICACIÓN

- Postes, árboles, taludes, construcciones humanas.
- Altura entre 2 y 8 m.
- Lejos de carreteras para evitar atropellos.

MATERIAL

- Recomendado: madera de tablón fenólico.
- No es necesario material aislante, aunque en zonas muy cálidas puede ser recomendable.
- Si se usa corcho con mortero de cal poner rejilla antidepredadores.

ESPECIES SECUNDARIAS



AUTILLO EUROPEO



CERNÍCALO PRIMILLA



MOCHUELO

OTRO TIPO DE NIDALES UTILIZADOS

- Agujeros naturales con tapas que disminuyan el tamaño de la entrada.
- Casa de vida (ej. primillares).
- Cajas nido para cernícalo primilla y vulgar.

FENOLOGÍA

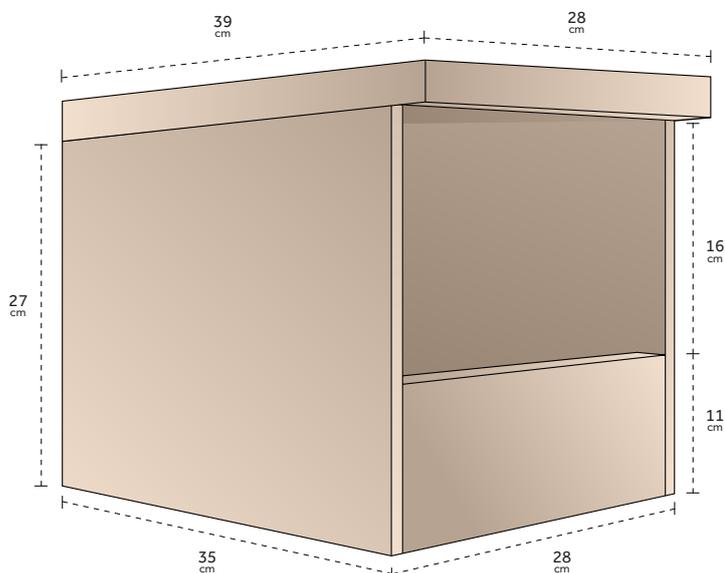


■ Periodo en que deben estar instaladas previamente

■ Periodo de revisión ocupación

CAJA NIDO PARA CERNÍCALO VULGAR

DISEÑO



ESPECIE PRINCIPAL

Cernícalo vulgar



IMPORTANTE

- No instalar cajas nido de menores dimensiones para evitar la caída de pollos pequeños.
- Tablón del balcón debajo del orificio de entrada no mayor de 11 cm para evitar que saturen la caja de restos.
- Instalar una plataforma de ejercitación junto al orificio de entrada para evitar caídas de pollos.
- Sustrato: arena o tierra.

UBICACIÓN

- Preferentemente en postes. En árboles y construcciones rurales colocar a más altura.
- En lugares poco frecuentados.
- Altura mínima 4 m.
- En zonas frías, es preferible una orientación sur.
- Preferentemente no en colonias mixtas.

MATERIAL

- Usar material aislante en zonas cálidas.
- Madera de tablón fenólico, en zonas más templadas.

ESPECIES SECUNDARIAS



CERNÍCALO PRIMILLA



CARRACA EUROPEA



MOCHUELO

OTRO TIPO DE NIDALES UTILIZADOS

- Cajas nido para mochuelo y lechuza.

FENOLOGÍA



Periodo en que deben estar instaladas previamente

Periodo de revisión ocupación

CAJA NIDO PARA CERNÍCALO PRIMILLA

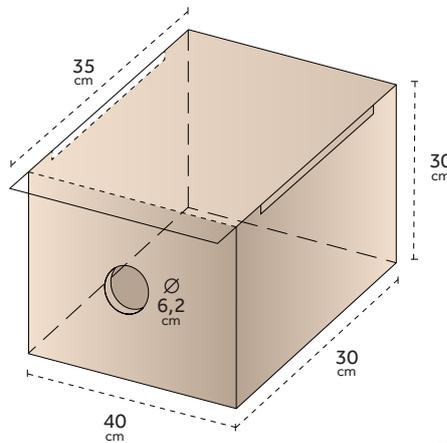
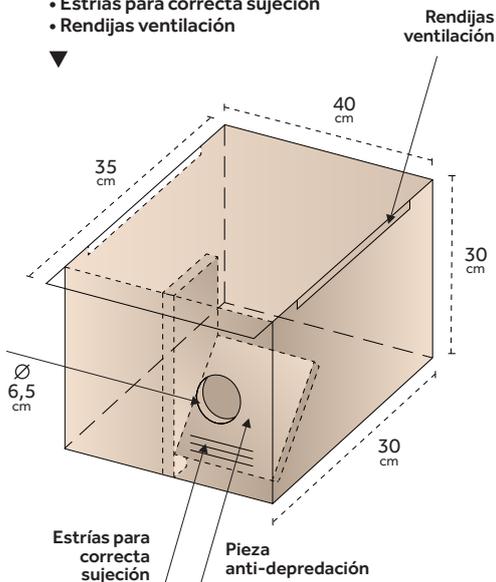
DISEÑO

ESPECIE PRINCIPAL

Cernícalo primilla

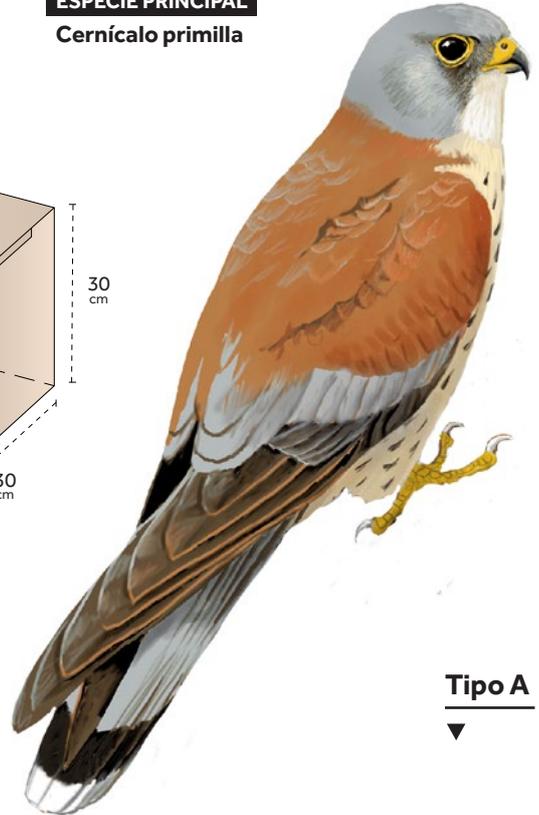
Tipo A

- Pieza anti-depredación
- Estrías para correcta sujeción
- Rendijas ventilación



Tipo B

Rendijas ventilación



Tipo A

IMPORTANTE

- Especie muy sensible a las altas temperatura: usar material aislante, añadir rendijas de ventilación y colocar en zonas sombreadas.
- Poner placa metálica alrededor del orificio de entrada para evitar competidores y depredadores.
- Cámara de cría de grandes dimensiones.
- Instalar una plataforma de ejercitación junto al orificio de entrada y/o una pieza antidepredación, para evitar caídas de pollos.
- Sustrato: arena o tierra

UBICACIÓN

- Construcciones humanas y postes.
- Altura mínima 4 m.
- Colocar en orientación norte o a la sombra, sobre todo si el material no es aislante.
- Favorecer la cría colonial.
- Evitar la coexistencia con grajilla y paloma.

MATERIAL

- Imprescindible usar materiales aislantes, evitando las vasijas de cerámica y el hormigón-madera.
- Si se usa tablón fenólico, añadir sombra artificial o colocar en orientación norte.
- Si se usa corcho con mortero de cal poner rejilla anti-depredadores.

ESPECIES SECUNDARIAS



AUTILLO



CARRACA EUROPEA



MOCHUELO

OTRO TIPO DE NIDALES UTILIZADOS

- Casa de vida (primillares).
- Cajas nido bajo el tejado.

FENOLOGÍA

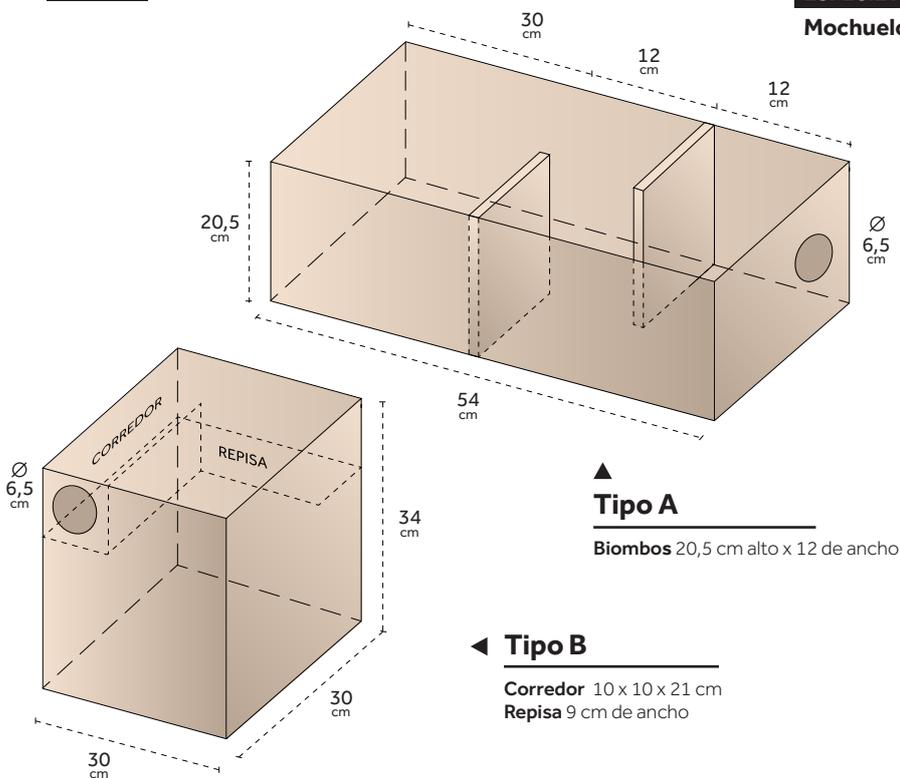


■ Periodo en que deben estar instaladas previamente

■ Periodo de revisión ocupación

CAJA NIDO PARA MOCHUELO COMÚN

DISEÑO



ESPECIE PRINCIPAL

Mochuelo común



▲ Tipo A

Biombo 20,5 cm alto x 12 de ancho

◀ Tipo B

Corredor 10 x 10 x 21 cm
Repisa 9 cm de ancho

IMPORTANTE

- Diseño para evitar caídas de pollos: cámaras de cría aisladas, "biombos" o cajas nido profundas y entrada tipo corredor.
- Poner placa metálica alrededor del orificio de entrada para evitar competidores y depredadores.
- Sustrato: arena o tierra.
- Importante ofrecer cajas con cavidades extra para el descanso.

UBICACIÓN

- Construcciones, postes, árboles, maderos, taludes.
- Altura inferior a 4 m.
- En zonas con abundante alimento favorecer agrupaciones de cajas nido.
- Lejos de carreteras para evitar atropellos.

MATERIAL

- Recomendable usar material aislante, evitando el hormigón-madera.
- Si se usa corcho con mortero de cal poner rejilla anti-depredadores.

ESPECIES SECUNDARIAS



CERNÍCALO VULGAR AUTILLO COMÚN CARRACA EUROPEA CERNÍCALO PRIMILLA

OTRO TIPO DE NIDALES UTILIZADOS

- Casa de vida (primillares).
- Cajas nido bajo el tejado.
- Cajas nido de cernícalo vulgar, cernícalo primilla y carraca europea.

FENOLOGÍA

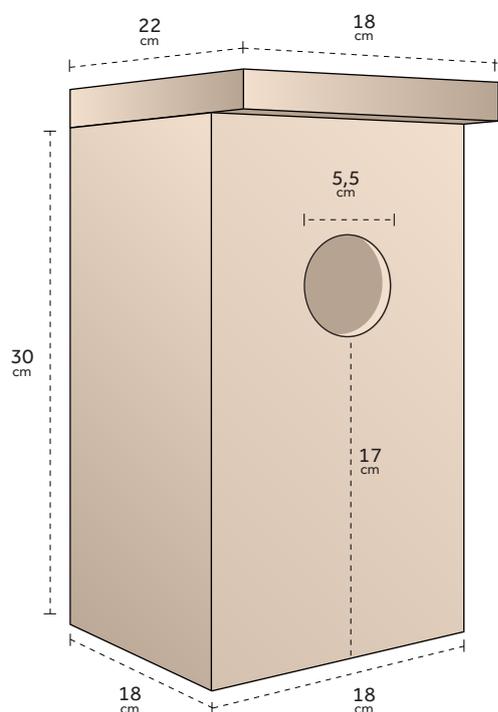


■ Periodo en que deben estar instaladas previamente

■ Periodo de revisión ocupación

CAJA NIDO PARA AUTILLO EUROPEO

DISEÑO



ESPECIE PRINCIPAL

Autillo europeo



IMPORTANTE

- Caja nido profunda para evitar caídas de pollos.
- Poner placa metálica alrededor del orificio de entrada para evitar competidores y depredadores.
- Orificio de entrada no más grande de 5,5 cm.
- Sustrato: arena o tierra.

UBICACIÓN

- Postes, construcciones humanas y árboles.
- Altura inferior a 4 m.
- En zonas con abundante alimento favorecer agrupaciones de cajas nido.
- Lejos de carreteras para evitar atropellos.

MATERIAL

- Recomendable construir el nidal con un material aislante, evitando el hormigón-madera.
- Si se usa corcho con mortero de cal poner rejilla antipredadores.

ESPECIES SECUNDARIAS



ABUBILLA

OTRO TIPO DE NIDALES UTILIZADOS

- Casas de vida (primillares).
- Cajas nido de cernícalo primilla y carraca europea.

FENOLOGÍA

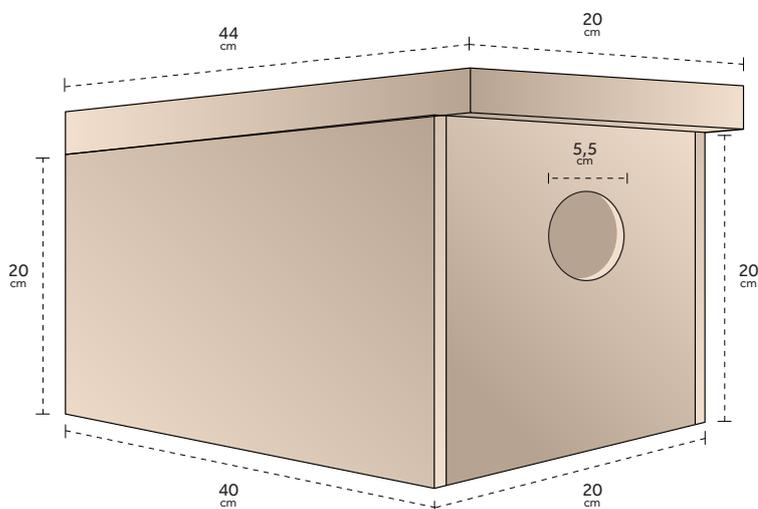


■ Periodo en que deben estar instaladas previamente

■ Periodo de revisión ocupación

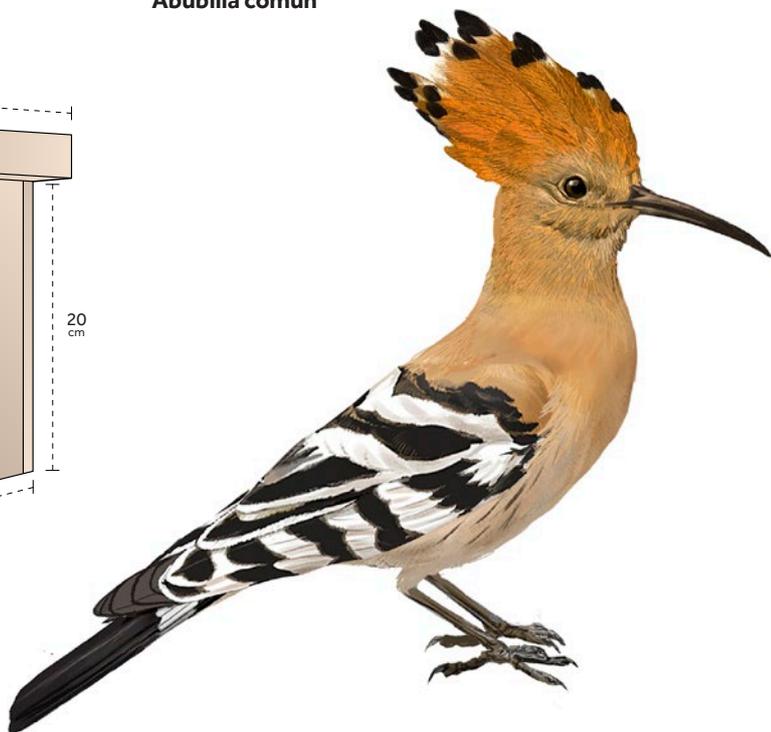
CAJA NIDO PARA ABUBILLA COMÚN

DISEÑO



ESPECIE PRINCIPAL

Abubilla común



IMPORTANTE

- Para evitar el principal competidor, el mochuelo, el orificio de entrada no debe ser mayor de 5,5 cm.
- Poner placa metálica alrededor del orificio de entrada para evitar competidores y depredadores.
- Sustrato: madera degradada y virutas de madera.

UBICACIÓN

- Postes, construcciones humanas y árboles.
- Altura inferior a 3 m.
- Se pueden situar a ras de suelo.
- Colocar la caja de forma que la entrada sea accesible en vuelo horizontal.

MATERIAL

- Recomendable construir el nidal con un material aislante, evitando el hormigón-madera.
- Si se usa corcho con mortero de cal poner rejilla anti-depredadores.

ESPECIES SECUNDARIAS



AUTILLO
EUROPEO

OTRO TIPO DE NIDALES UTILIZADOS

- Cajas nido de autillo, cernícalo primilla y carraca europea.

FENOLOGÍA



■ Periodo en que deben estar instaladas previamente

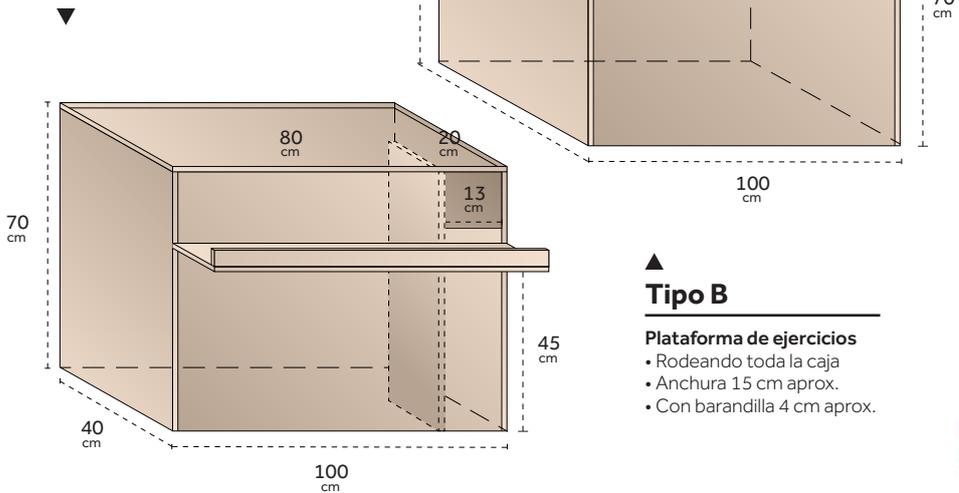
■ Periodo de revisión ocupación

CAJA NIDO PARA LECHUZA COMÚN

DISEÑO

Tipo A

- Biombo**
- 70 cm alto x 20 cm de ancho
- Plataforma de ejercicios**
- 15 cm de ancho



Tipo B

- Plataforma de ejercicios**
- Rodeando toda la caja
 - Anchura 15 cm aprox.
 - Con barandilla 4 cm aprox.

ESPECIE PRINCIPAL

Lechuza común



IMPORTANTE

- Diseño para evitar caídas de pollos: cámaras de cría aisladas, "biombos" o cajas nido profundas con plataforma de ejercicio de vuelo.
- Orificio de entrada entre 13 cm y 15 cm.
- El orificio de entrada debe ser accesible desde campo abierto y ser visible desde puntos de entrada probables (ej. posaderos).
- Es conveniente colocar dos cajas separadas unos cientos de metros.
- Sustrato: arena.

UBICACIÓN

- Interior de construcciones, postes, árboles, majanos, taludes.
- Altura mínima 4 m.
- Lejos de carreteras para evitar atropellos.

MATERIAL

- Recomendable construir el nidal con un material aislante, evitando el hormigón-madera.
- Si se coloca en edificios o a la sombra, se puede usar madera de tablón fenólico.

ESPECIES SECUNDARIAS



CERNÍCALO VULGAR



MOCHUELO

OTRO TIPO DE NIDALES UTILIZADOS

- Cajas nido de cernícalo vulgar.

FENOLOGÍA



Periodo en que deben estar instaladas previamente

Periodo de revisión ocupación

Descargo de responsabilidad

Las opiniones, ideas y conceptos expresados en esta publicación son responsabilidad de los autores y no reflejan necesariamente la posición y visión de la Cátedra Steppe Forward o de las instituciones y empresa que la respaldan.

Los autores, la Cátedra Steppe Forward, sus instituciones afiliadas, empresas patrocinadoras, colaboradores y cualquier persona relacionada con su creación o distribución no se hacen responsables, en ningún caso, de los daños, perjuicios, pérdidas económicas, interpretaciones erróneas o consecuencias legales que puedan derivarse del uso o la interpretación de la información contenida en esta obra.

Asimismo, queda prohibida la reproducción, distribución o uso comercial no autorizado de este contenido sin el permiso expreso y por escrito de los autores y de la Cátedra Steppe Forward o de las entidades titulares de los derechos de autor.

Advertencia legal: El presente descargo de responsabilidad se encuentra amparado por la normativa nacional e internacional vigente sobre derechos de autor, propiedad intelectual y responsabilidad civil, sin perjuicio de otras disposiciones legales aplicables. Cualquier incumplimiento de lo señalado podrá ser objeto de acciones legales por parte de las entidades responsables.





CÁTEDRA
STEPPE
FORWARD

