

# PATRONES DE MOVIMIENTO, USO DEL HÁBITAT E INFLUENCIA DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA EN EL ALCARAVÁN COMÚN



TRABAJO FIN DE GRADO

Ciencias Ambientales 2021/2025

Facultad: Ciencias Experimentales

Departamento: Departamento de Biología Aplicada, Área de  
Ecología

Autor: Claudio Amorós Box

Tutores: Juan Manuel Pérez García & Lola Fernández Gómez

Nº COIR: TFG.GCA.JMPG.CAB.250604

# Índice

|                                                                          |           |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Resumen.....</b>                                                      | <b>3</b>  |
| <b>Abstract.....</b>                                                     | <b>4</b>  |
| <b>Introducción .....</b>                                                | <b>5</b>  |
| <b>Antecedentes y objetivos.....</b>                                     | <b>6</b>  |
| <b>Material y métodos.....</b>                                           | <b>7</b>  |
| Especie de estudio .....                                                 | 7         |
| Área de estudio .....                                                    | 8         |
| Capturas y marcajes .....                                                | 9         |
| Preparación datos y análisis patrón diario .....                         | 10        |
| Análisis de uso del hábitat .....                                        | 11        |
| Efecto de las zonas iluminadas .....                                     | 11        |
| <b>Resultados.....</b>                                                   | <b>13</b> |
| Ritmos de actividad y patrones de movimiento .....                       | 13        |
| Uso del hábitat .....                                                    | 14        |
| Relación entre contaminación lumínica y uso del hábitat .....            | 15        |
| Relación entre contaminación lumínica y los patrones de movimiento ..... | 16        |
| <b>Discusión.....</b>                                                    | <b>18</b> |
| <b>Conclusiones.....</b>                                                 | <b>20</b> |
| <b>Agradecimientos .....</b>                                             | <b>21</b> |
| <b>Referencias.....</b>                                                  | <b>22</b> |

# Resumen

La contaminación lumínica es un efecto directo del cambio de uso del suelo natural por el de uso residencial o urbano a nivel global. Este tipo de contaminación, causada por la luz artificial, puede generar tanto efectos negativos como positivos en los organismos. Entre los efectos negativos, se encuentra la reducción de la supervivencia, la desorientación durante las migraciones o las alteraciones en los patrones de comportamiento. Los estudios relacionados con luz artificial se centran en aves marinas y aves urbanas, pero aún hay pocos estudios en especies que habitan en entornos agrícolas como el alcaraván común (*Burhinus oedicnemus*). Entre los años 2021 y 2025, el grupo de investigación del Área de Ecología de la Universidad Miguel Hernández en colaboración con el grupo de anillamiento Ardea, marcaron y equiparon con dispositivos GPS un total de 11 individuos de alcaraván común en la provincia de Alicante. El objetivo de este trabajo es estudiar los patrones de movimiento, los ritmos de actividad, el uso del hábitat, y la relación entre el uso del espacio y la contaminación lumínica del alcaraván común en Alicante. Se identificaron picos de actividad durante los periodos del amanecer y atardecer, así como un aumento de la actividad durante los meses de otoño e invierno. Los resultados muestran que los alcaravanes utilizan más frecuentemente zonas heterogéneas caracterizadas por la presencia de zonas de matorral y cultivo de herbáceas, destinadas al forrajeo. Los alcaravanes muestran preferencia por zonas con poca o nula luz artificial durante el período de reproductor, mientras que en la época no reproductora no mostraron evitación de las zonas iluminadas. Además, en la temporada de reproducción acumulan mayores distancias recorridas en zonas con poca luz artificial, mientras que, en el período no reproductor, las distancias acumuladas son mayores en zonas con mayor luz artificial. Estos resultados sugieren que el alcaraván común presenta una flexibilidad y adaptación a ambientes antropizados y a la presencia de luz artificial, sin embargo, en este trabajo se subraya la necesidad de conservar áreas naturales y sin luz artificial para garantizar el éxito reproductivo de la especie y su conservación.

**Palabras clave:** contaminación lumínica; movimiento; pérdida de hábitats, ritmo de actividad.

# Abstract

Light pollution is a direct consequence of the global transition from natural to residential or urban land use. This type of pollution, caused by artificial light, can have both negative and positive effects on organisms. The potential negative effects of this issue include the risk to species survival, disorientation during migrations or alterations in behavioural patterns. Until now, research on artificial light has focused on seabirds and urban birds. However, there are still few studies on species that inhabit in agro-environments such as the Eurasian stone-curlew (*Burhinus oedicnemus*). Between 2021 and 2024, the research group of the Ecology Department of the Miguel Hernández University in collaboration with the ringing group Ardea, marked and equipped with GPS devices a total of 11 individuals of the Stone-curlew in the province of Alicante. The aim of this study is: describe movement patterns, activity rhythms, habitat use and the relationship between the use of space and light pollution. The results showed peaks of activity during dawn and dusk periods, as well as an increase in activity during autumn and winter months. The Eurasian Stone-curlew used heterogeneous areas, characterised by the presence of scrublands used as roosting areas and open areas for foraging. The results show that stone-curlews preferred areas with little or no artificial light during the breeding season, while in the non-breeding season they use more illuminated areas. Moreover, in the breeding season they accumulate greater distances in areas with little artificial light, whereas, in the non-breeding period, the accumulated distances are greater in areas with more artificial light. These results suggest that the Eurasian stone-curlew is flexible and adapts to anthropised environments and the presence of artificial light. However, this study highlights the need to conserve natural areas without artificial light to ensure the reproductive success of the species and its conservation.

**Keywords:** Activity rate, habitat loss, light pollution, movement.

# Introducción

La pérdida de hábitats naturales es uno de los principales impulsores de la pérdida de biodiversidad (Tilman et al., 2001). Entre los cambios de hábitats más agresivos se encuentra el cambio de uso de suelos naturales por usos de carácter urbano o residencial (Nuisssl and Siedentop., 2021). Uno de los efectos más visibles de la urbanización es la alteración de los niveles de luz natural por la noche, la llamada contaminación lumínica (denominado generalmente como ALAN, *Artificial Light At Night*). Estudios demuestran que el nivel de contaminación lumínica en la tierra crece a un ritmo de un 2% anual (Kyba et al., 2017). El rápido aumento del uso de luz artificial por la noche está produciendo una rápida y agresiva transformación de los paisajes nocturnos (Falchi et al., 2016), llegando a suponer una amenaza importante para la conservación de la biodiversidad (Longcore and Rich., 2004; Gaston et al., 2017). La contaminación lumínica tiene efectos demostrables sobre los organismos (Stone et al., 2015; Rodríguez et al., 2017; Ayalon et al., 2019). Estos efectos se producen tanto a escala individual como poblacional, afectando, por ejemplo, en la búsqueda de alimento, reproducción, migración, comunicación e interacción depredador-presa (Longcore and Rich., 2004; Davies and Smyth., 2018), siendo particularmente negativos en aquellos organismos nocturnos (Rinch and Longcore., 2006).

Numerosos trabajos han estudiado los efectos de la contaminación lumínica en el movimiento de aves, particularmente con consecuencias negativas (desorientación, mortalidad) en aves marinas y aves que habitan en zonas urbanas (Rodríguez et al., 2017, 2022). En cambio, otros autores han señalado que el aumento de la luz artificial en la noche puede aportar ventajas en aves depredadoras nocturnas, ya que aumentan su capacidad visual (Jetz et al., 2003). Sin embargo, este aumento en la visibilidad nocturna también podría suponer un cambio en el comportamiento de las presas, que pasarían más tiempo a cubierto o refugiadas, para compensar el aumento en el riesgo de depredación (Scobie et al., 2016).

Las aves esteparias es uno de los grupos de aves más amenazados a escala global, y en particular en la península ibérica. Este amplio grupo de aves está sufriendo un fuerte declive general debido principalmente a los cambios de uso de suelo de la agricultura y la rápida urbanización del entorno rural (SEO BirdLife., 2022). Entre ellas, la única especie que tiene hábitos nocturnos y crepusculares es el Alcaraván común (*Burhinus*

*oedicnemus*). Según el Libro Rojo de Aves de la Península Ibérica, esta especie se encuentra catalogada como “Casi Amenazada” (Seo Birdlife., 2022), experimentando un fuerte declive en la mitad y norte peninsular (-15%), mientras que parece estar asentándose en el sur y litoral mediterráneo (De Juana et al., 2022). El litoral mediterráneo es una de las zonas más antropizadas de la península ibérica y con un creciente aumento de la población humana en entornos rurales produciendo efectos sobre especies ligadas a estos entornos. Los impactos de la urbanización abarcan desde la destrucción de hábitats debido al abandono de las tierras hasta la degradación de los hábitats (efecto isla, efecto borde, introducción de especies invasoras, etc.), alterando la conectividad con otros hábitats y entre poblaciones (Mark et al., 2015). Otra de las consecuencias de la urbanización es el aumento de la contaminación lumínica. Los animales nocturnos utilizan la luz de la luna y las estrellas para buscar alimento, y, además, los ciclos de luz y oscuridad regulan el ciclo circadiano de actividad (Gastón et al., 2012). Las alteraciones que puedan sufrir en estos parámetros fundamentales en la biología de una especie pueden suponer amenazas directas en la conservación y supervivencia de ésta.

## Antecedentes y objetivos

Desde el año 2021, el Área de Ecología de la Universidad Miguel Hernández comenzó a realizar el seguimiento de esta especie en el entorno del Aeropuerto del Elche-Alicante y el Clot de Galvany debido a la alta tasa de colisión de esta especie con aviones.

Para intentar conocer cuáles son sus movimientos y las interacciones de esta especie con las infraestructuras humanas (carreteras, tendidos eléctricos, vallados agrícolas y aviones), el Área de Ecología junto al grupo de anillamiento Ardea de SEO Birdlife (Sociedad Española de Ornitología), iniciaron una línea de investigación mediante marcaje de ejemplares con sistemas de telemetría.

De este modo, los objetivos específicos de este estudio fueron: 1) determinar cuáles eran sus ritmos de actividad y los patrones de movimiento, 2) conocer qué hábitats son usados con mayor frecuencia por la especie y 3) determinar si la contaminación lumínica altera la selección de hábitats y afectar a los patrones de movimiento de la especie. Respondiendo a estas preguntas, podremos conocer por qué áreas se mueven, y qué hábitats son considerados como óptimos, permitiendo tomar medidas de

conservación efectivas en el futuro. Además, al investigar la relación entre estas aves y el tránsito aéreo, nuestros resultados podrían traducirse en mejoras en la convivencia de esta especie con esta actividad humana durante los picos de actividad de esta especie

## Material y métodos

### Especie de estudio

El alcaraván común (Linnaeus., 1758) es un ave limícola perteneciente a las aves esteparias (Foto 1). Es una especie que tiene una gran adaptación en la selección de hábitats, prefiriendo aquellos en los que haya suelo con drenaje, poca altura y densidad de vegetación, preferiblemente matorral y piedras en el suelo para camuflarse y evitar a los depredadores (Green et al., 2000).



*Foto 1: Alcaraván común adulto. Fuente: SeoBirdlife*

El área de reproducción de esta especie abarca desde el Sur del Paleártico (Desde Reino Unido a Mauritania) hasta el centro de Asia (Hume and Kirwan., 2013) (Figura 1). En la región mediterránea, salvo en zonas de montaña, el alcaraván común se reparte ampliamente por toda la región. Las áreas de distribución más amplias de la península ibérica corresponden a ambas mesetas (Extremadura y valles del Ebro y Guadalquivir), mientras que en el litoral mediterráneo hay una cierta continuidad en el sureste y tan solo

núcleos dispersos en el resto de la península (De Juana. et al., 2022). Las poblaciones de esta especie han disminuido enormemente en Europa, llegando a extinguirse en Alemania y Holanda. Ahora, un 95% de la población se reparte entre Rusia, Francia, España y Portugal (BirdLife International., 2022). A partir de las pocas estimas disponibles para la península ibérica, se calcula que la población total está en torno a 30.000-40.000 pp. (De Juana et al., 2022)



Figura 1: Distribución del Alcaraván común. Fuente: Birdlife

## Área de estudio

El estudio se llevó a cabo entre el Sur de la Provincia de Alicante y el norte de la Región de Murcia, desde el término municipal de Torrellano (38°17'39"N, 0°35'11"O) hasta Beniel (38°02'47"N, 1°00'05"O). Esta área se caracteriza por una heterogeneidad de hábitats, con predominio de cultivos de secano en la zona norte (alrededores del Aeropuerto de Elche y El Paraje Natural El Clot de Galvany), especialmente almendros y olivares y una transición hacia cultivos de herbáceas en la zona sur (Vega Baja del Segura). Entre medias, se extiende una matriz de cultivos mixtos, incluyendo cítricos, secano y granados, intercalados con urbanizaciones y pequeñas comunidades rurales. De acuerdo con la clasificación climática de Köppen, el área de estudio se sitúa en la Región Mediterránea, dentro de la Provincia Murciano-Almeriense, caracterizada por

precipitaciones anuales inferiores a 350 mm y una media de temperaturas que ronda entre los 12 y 19°C. La zona de captura de individuos se compone de 5 puntos principalmente como se muestra en la Figura 2.

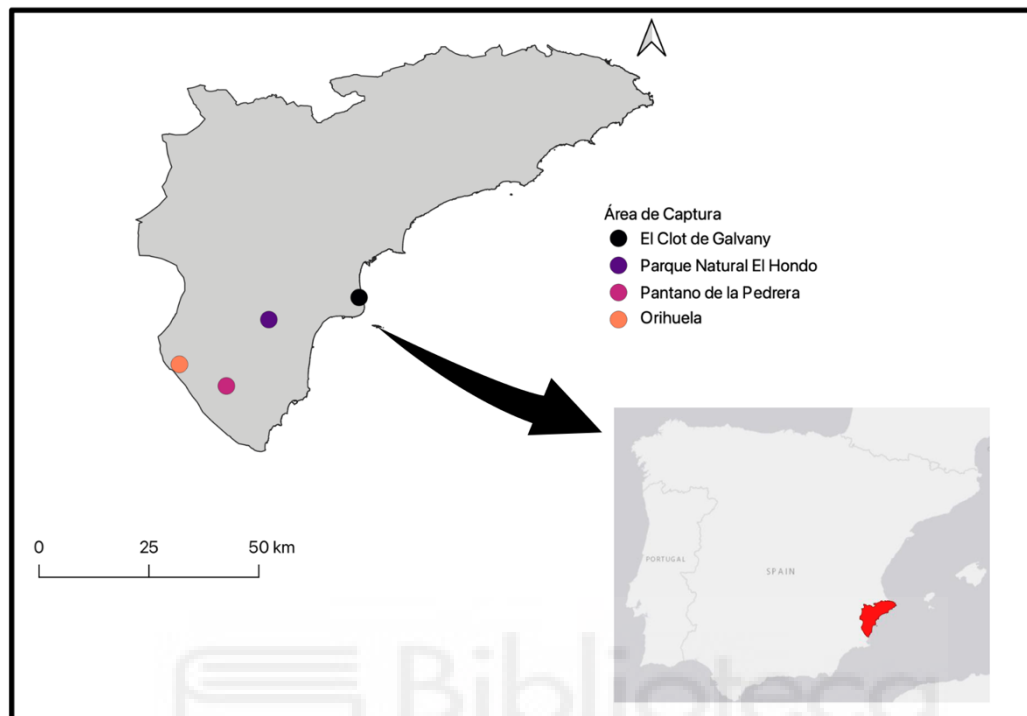


Figura 2: Área de estudio y captura de individuos

## Capturas y marcajes

Entre 2021 y 2024 se monitorearon un total de 11 aves. Las aves fueron capturadas y marcadas por el grupo de anillamiento Ardea mediante método estandarizado de anillamiento, éstos se componían de dos métodos de captura diferentes: redes de niebla y salabre (bajo la autorización de la administración y con los permisos pertinentes). Todas las aves capturadas fueron medidas (tarso, ala, pico y pico-cráneo), anilladas con una anilla metálica expedida por SEO/BirdLife, y equipados con emisores GPS-GSM alimentados por una placa de energía solar modelo OrniTrack-10 fabricados por la empresa Ornitela (Lituania, <https://www.ornitela.com/>) (Foto 2). Los dispositivos GPS se colocaron en la espalda de los ejemplares, se fijaron con un arnés de cinta de teflón (de 4 milímetros de ancho), el GPS y arnés pesaban en su conjunto unos 15-16g, lo que en conjunto corresponde menos del 3% de la masa corporal de los individuos, para tratar de no causar efectos perjudiciales para el individuo y la salud del animal (Sergio et al., 2015).

El GPS se programó para registrar posiciones en intervalos horario flexible entre 5 y 30 minutos, dependiendo de la carga de la batería. Esa información era subida a la base de datos una vez al día, obteniendo un total de 370.000 posiciones en nuestro periodo de estudio (desde 2021 hasta enero de 2025).



*Foto 2: Individuo de Alcaraván común marcado con GPS.*

## Preparación datos y análisis patrón diario

Los datos de las posiciones GPS de los alcaravanes fueron descargados desde la plataforma MoveBank (<https://www.movebank.org/cms/movebank-main>). En primer lugar, se realizó un remuestreo de los puntos de posición a un punto cada 15 minutos para evitar la superposición excesiva de registros. El remuestreo ajusta las localizaciones registradas a intervalos de tiempo regulares, permitiendo estandarizar y comparar los datos entre individuos.

Para realizar los análisis de los ritmos de actividad y patrones de movimiento primero se clasificó el comportamiento de los ejemplares. Para ello, se utilizaron las velocidades instantáneas que proporcionan los emisores GPS. Cada velocidad fue convertida de m/s a km/h y las actividades se clasificaron en tres categorías: vuelo ( $> 5$  km/h), reposo (0 km/h) y desplazamiento terrestre (0-5 km/h). Las distancias acumuladas por horas se calcularon como la distancia entre un punto y el siguiente (*fix*) en metros y por hora, pudiendo determinar cuantos metros se mueven cada hora del día.

Para diferenciar cuando se realizaba cada actividad diaria, se calculó el nivel de luz solar en función de los horarios según cada estación y se categorizaron los periodos del día utilizando los paquetes “*lunar*” (Lazaridis, E., 2022) y “*suncalc*” (Thieurmél & Elmarhraoui., 2019) utilizando el software libre R (versión 2023.12.1 Build 402). Se

establecieron cuatro clasificaciones: *day* (periodo con luz solar), *night* (periodo sin luz solar), *twilight\_rise* (amanecer) y *twilight\_set* (anochecer), utilizando el crepúsculo náutico para el amanecer y anochecer. Estos valores se ajustaron de acuerdo con los periodos de salida y puesta del sol estacionales, considerando además el cambio horario de verano, para el cual se aplicó un ajuste de +1 hora. Este ajuste es necesario para sincronizar los datos con el horario oficial, que en nuestro caso corresponde al huso horario UTC+1.

## Análisis de uso del hábitat

Para determinar el uso y la selección de hábitats, se utilizó la capa de ocupación del suelo de la Comunidad Valencia (SIOSE., 2022. <https://dadesobertes.gva.es/dataset/cartografia-de-ocupacion-del-suelo-de-la-comunitat-valenciana-coscvi-ano-de-edicion-2022>) utilizando la herramienta QGIS (QGIS Development Team, 2023, versión QGIS 3.28.10 Firenze). Para este análisis se agruparon las categorías de uso similar en cuanto a % de cobertura vegetal, a partir de la clasificación de usos del suelo HILUCS (Hierarchical INSPIRE Land Use Classification System) de INSPIRE (<https://www.siose.es/usos-de-suelo>) siendo estas: matorral, aeropuerto, cultivos mixtos, cultivo de herbáceas, cultivo de secano, cultivo de cítricos y otras categorías. Se excluyeron los puntos correspondientes a vuelo y se utilizaron aquellos en los que el individuo estaba parado o andando (entre 0 y 5 km/h) y las posiciones correspondientes a la noche (momento de forrajeo). Así, se realizó la identificación y categorización del uso de hábitat utilizando todas las categorías disponibles en la versión del 2024.

## Efecto de las zonas iluminadas

Con el fin de analizar la selección de hábitats iluminados, se excluyeron los puntos correspondientes a vuelo y los del día, para focalizar el análisis en los momentos de forrajeo. Primero se determinó la contaminación lumínica artificial de cada zona del territorio analizado utilizado en Google Earth Engine (Google Earth Engine., 2023

<https://earthengine.google.com/>) la capa *VIIRS Nighttime Day/Night Annual Band Composites* ([NOAA/VIIRS/DNB/ANNUAL\\_V21](https://earthengine.google.com/data/catalog/viirs/dnb/annual/v21)). La resolución temporal era anual y la resolución espacial de 500 metros por píxel. Esto permite asignar un valor de luminosidad a cada punto registrado durante el periodo de estudio. Este valor, que oscilaba entre 0 y 60 medida en Lux ( $\text{nW/cm}^2 \cdot \text{Sr}$ ) ( $1 \text{ lux} = 1 \text{ nW/cm}^2 \cdot \text{Sr}$ ). Estos valores representaban desde la ausencia de iluminación (nivel 0, correspondiendo a 0 lúmenes) hasta el nivel máximo de exposición a luz artificial (nivel 60, correspondiendo a 60 lúmenes). Para determinar si había diferencias entre el hábitat seleccionado y el disponible se sacó un punto aleatorio de hábitat disponible (aquel no seleccionado por el individuo, random) por cada punto de ubicación de cada individuo. La proporción de los puntos random fue 1:1, es decir, un punto *random* por cada punto real. Los puntos aleatorios fueron generados sin restricciones de distancia mínima entre ellos, permitiendo una distribución totalmente aleatoria. Se obtuvieron un total de 300.000 puntos *random* de hábitat disponible. Posteriormente, todos los datos (random y seleccionados) fueron clasificados por periodo reproductor y por individuo y se realizó un gráfico de densidades comparando ambas categorías (seleccionado frente a disponible).

Para analizar los patrones de movimiento en áreas con diferente nivel de contaminación lumínica se seleccionó el 10% de la distribución de los valores de contaminación lumínica correspondientes a la cabeza y la cola de la distribución del total de los valores de cada ave marcada, es decir, los valores más altos y bajos de luz artificial. Esto se utilizó para determinar si estaban acumulando mayores distancias en zonas muy iluminadas o muy poco iluminadas, casi sin luz artificial. Estos valores se asignaron como *High Light Pollution* para los valores más altos y *Low Light Pollution* para los valores más bajos. A continuación, se sacaron las distancias diarias acumuladas (las mismas que el anterior análisis de patrones de movimiento) dentro de esos valores de luz, para ello se calculó la distancia entre una posición y otra, medida en metros. Para tener una mejor interpretación de los datos, se transformaron las distancias al logaritmo natural.

# Resultados

## Ritmos de actividad y patrones de movimiento

Los análisis muestran que en otoño y verano los alcaravanes acumularon mayores distancias diarias durante los desplazamientos hacia las zonas de descanso al amanecer (entre las 6:00h y las 7:00h aproximadamente) y hacia zonas de alimentación al atardecer (entre las 18:00h y las 21:00h) acumulando de media unos 400 m (Figura 3). Por el contrario, en primavera e invierno, los ritmos de actividad diaria y las distancias acumuladas fueron mucho menores, pasando de 400 m de media en verano y otoño a apenas 200 m diarios. Los picos de actividad durante estas estaciones fueron los mismos al atardecer y al amanecer, pero las distancias se redujeron de 400 m acumulados de media a 100m en estas estaciones.

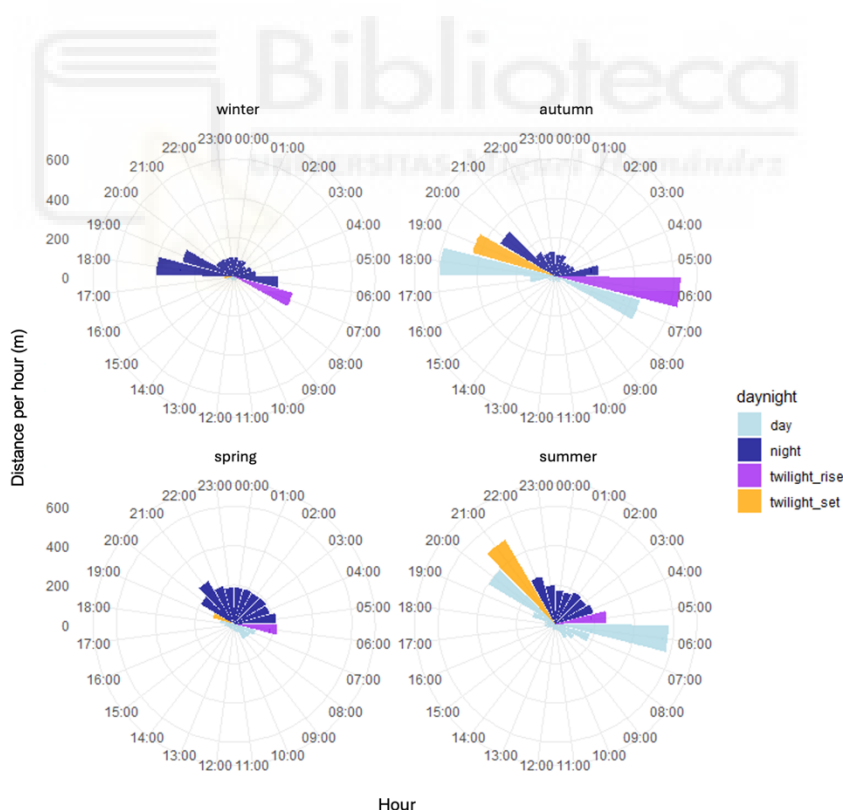


Figura 3: Ritmos de actividad del alcaraván en el Sur de Alicante. Se muestra la media de la distancia acumulada por hora (m) señalando con diferentes colores los diferentes periodos de luz. Los ejes y leyenda se interpretan de la siguiente manera: distance per hour (distancia por hora en metros), hour (horas del día), day (día), night (noche), twilight\_rise (amanecer), twilight\_set (atardecer)

## Uso del hábitat

Los alcaravanes mostraron heterogeneidad en el uso del hábitat (figura 4). La categoría que utilizaron con mayor frecuencia fueron las zonas de matorral bajo, representando el 35 % de las ubicaciones registradas. La segunda categoría que más utilizaron fueron los cultivos de herbáceas de temporada, tales como lechuga, acelga, brócoli y patata, representando un 20 % del total. Asimismo, destaca el uso del aeropuerto representando el 18 % de las ubicaciones respecto del total. Resulta relevante el uso de la categoría denominada "*other categories*", que incluye zonas de infraestructuras humanas en su mayoría y abarca el 15 % de las ubicaciones registradas.

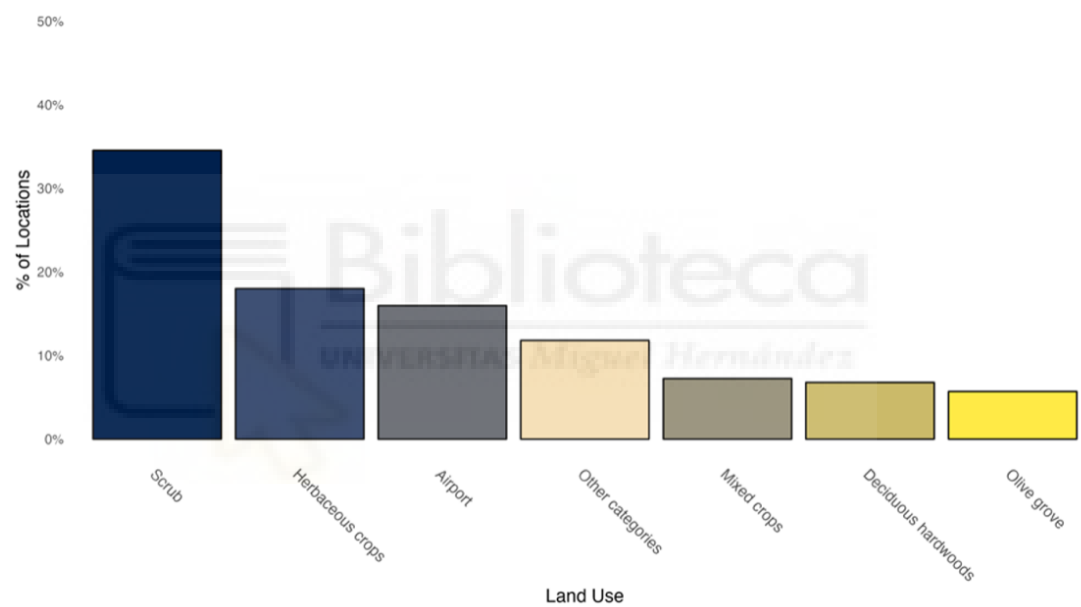


Figura 4: Histograma de uso del hábitat. Las etiquetas del uso del suelo se traducen así: Scrub (Matorral), Herbaceous crops (Cultivo de herbáceas), Airport (Aeropuerto), Other categories (otras categorías tales como pastizales mixtos, carreteras,...), Mixed crops (Cultivos mixtos), Deciduous hardwoods (frondosas caducifolias) y Olive grove (olivares)

## Relación entre contaminación lumínica y uso del hábitat

Los resultados obtenidos muestran que existe variabilidad interindividual (individuos que presentan valores de 0 hasta individuos que presentan valores máximos de  $60 \text{ nW/cm}^2 \cdot \text{sr}$ ) en la selección de zonas iluminadas, así como una variabilidad estacional (individuos que utilizan zonas con mayores niveles en todas las estaciones menos en primavera, por ejemplo, Lola) (figura 5). Se identificaron individuos que hacen uso frecuente de áreas iluminadas, con los valores máximos de contaminación  $60 \text{ nW/cm}^2 \cdot \text{sr}$ , por ejemplo, el ejemplar ID = *Isa*, residente en el Aeropuerto de Elche-Alicante. Mientras que otros presentan periodos sin registros en las gráficas debido a la falta de datos por diferentes causas: errores en la base de datos de niveles de contaminación lumínica, pérdida de cobertura del GPS o ausencia de datos en ese periodo. De manera general, se observa que todos los individuos utilizan zonas iluminadas para alimentarse a lo largo del año, a excepción de la primavera.

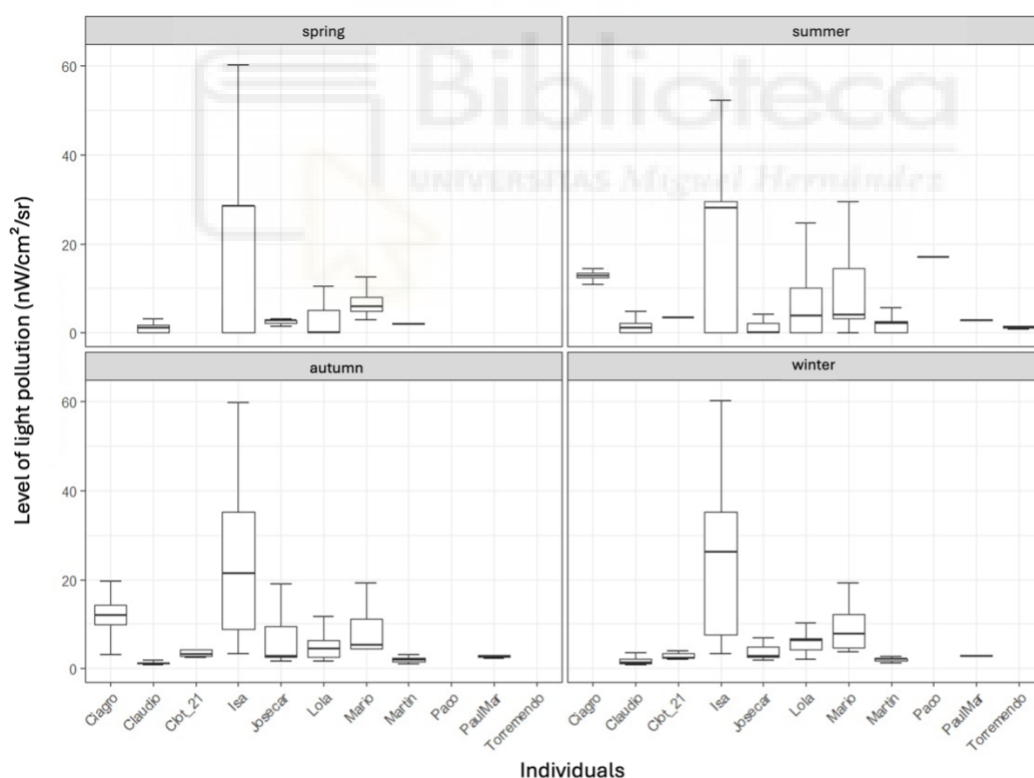


Figura 5: Uso de hábitats iluminados por estación del año. El eje Y representa los niveles de contaminación lumínica ( $\text{nW/cm}^2 \cdot \text{sr}$ ) y el eje X los individuos marcados con GPS ( $n=11$ )

Durante el período reproductor, el 20% de las posiciones se localizan en áreas con bajos niveles de contaminación lumínica ( $0 \text{ nW/cm}^2 * \text{Sr}$ ). Sin embargo, se observa que algunos individuos hacen uso de zonas con una mayor intensidad lumínica por ejemplo un 5% se encontraron en zonas con un valor promedio de  $40 \text{ nW/cm}^2 * \text{Sr}$ . Por otro lado, durante el periodo de no reproducción (*Non-breeding*), el 13% de las posiciones se encuentran en áreas con mayor iluminación en comparación con la época de reproducción, estos valores abarcan desde 20 hasta 60 lúmenes.

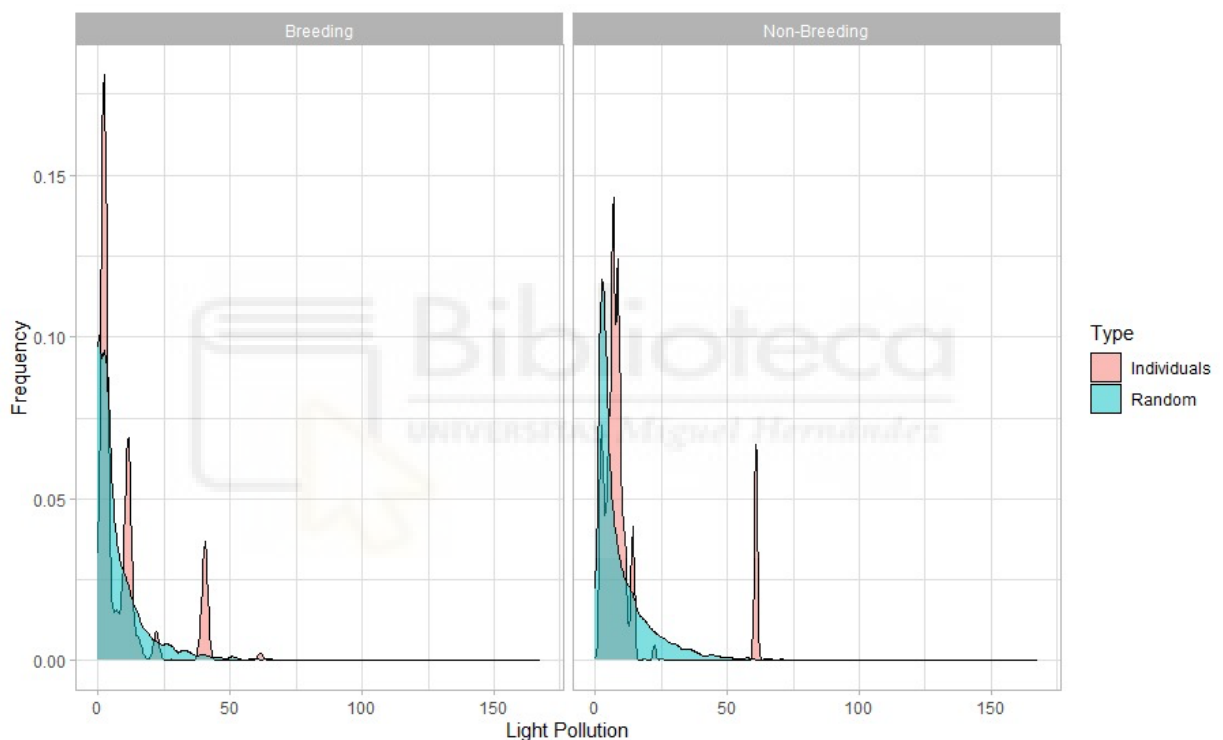


Figura 6: Gráfico de densidades de datos de contaminación lumínica entre individuos marcados con GPS y puntos aleatorios por estado reproductor. Las Y representa la frecuencia de aparición de los datos (en este caso, niveles de contaminación lumínica) y el eje X representa los niveles de contaminación lumínica ( $\text{nW/cm}^2 * \text{sr}$ )

## Relación entre contaminación lumínica y los patrones de movimiento

Durante el período reproductor, los alcaravanes acumulan una mayor distancia diaria recorrida en áreas con baja (*Low Light Pollution*) o nula contaminación lumínica (643 metros de media), mientras que en zonas con alta contaminación lumínica (*High*

*Light Pollution*) la distancia acumulada es menor (391 metros media; Fig. 7). Por otro lado, en el período no reproductor, no se encuentran apenas diferencias entre las distancias acumuladas, siendo la distancia acumulada en zonas de baja contaminación lumínica de 668 metros y en zonas de alta contaminación lumínica de 655m (Fig. 7).

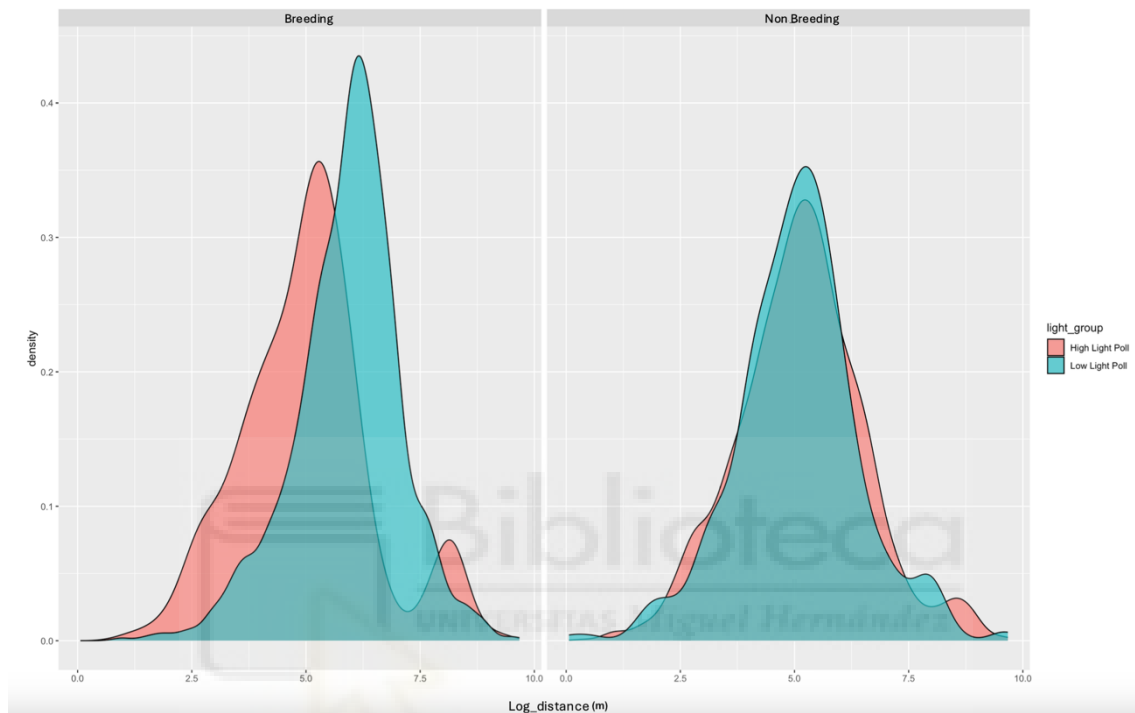


Figura 7: Histograma de la distancia diaria recorrida por los alcaravanes marcados con GPS en Alicante durante las horas nocturnas en hábitats de baja y alta contaminación lumínica por estado reproductor. Para la representación la distancia se ha transformado en logaritmo (medida en metros). Los ejes se interpretan de la siguiente manera: el eje Y (density) muestra la densidad de frecuencia y el eje X (Log\_distance) el logaritmo de la distancia recorrida en metros.

## Discusión

Los resultados obtenidos permiten entender la ecología espacial y el uso del hábitat del Alcaraván común en una zona con una influencia elevada de presencia humana y la luz artificial. El análisis de los ritmos de actividad muestra que esta especie tiene un patrón crepuscular, con picos al amanecer y al atardecer. Estos picos movimientos están relacionados con los desplazamientos hacia zona de alimentación y descanso. Durante otoño e invierno, los alcaravanes incrementan su actividad y recorren mayores distancias, esto podría estar relacionado con una disponibilidad de alimento menor o un aumento de la competencia con otros individuos (migrantes). En primavera, en cambio, se observa una reducción generalizada en la actividad, lo cual puede deberse al inicio del ciclo reproductivo. Al igual que lo observado por Dedeban et al., 2025, una vez finalizada la época de reproducción (otoño), hay un incremento en los movimientos y en las distancias acumuladas en los alcaravanes, esto es debido a la dispersión de los individuos (tanto jóvenes como adultos) hacia las zonas y cuarteles de invernada.

El matorral y los cultivos de herbáceas fueron los hábitats más utilizados en los momentos de forrajeo por la especie. Estos hábitats se caracterizan por tener una alta presencia de alimentos favorables (artrópodos, coleópteros..etc) y por presentar buena visibilidad. Además, cabe destacar el uso de zonas como el aeropuerto, una zona caracterizada por la ausencia de depredadores y las zonas de matorral y terrenos sin vegetación en los alrededores de la pista, estos hábitats son muy parecidos a los que Tyler & Bowden., 2000, describieron en su población de estudio en el Sur de Inglaterra en los años 2000. Los alcaravanes no recorren más de 3 km entre los distintos tipos de hábitats durante los momentos de desplazamiento hacia zonas de alimentación y descanso, esto fue descrito por Green et al., 2000 y nosotros hemos podido contrastarlo con nuestros análisis. Estos lugares se encuentran muy próximos entre sí, lo que sugiere una estrategia de optimización en el uso del espacio que podría estar relacionada con la eficiencia energética y la protección frente a depredadores. A menor distancias recorridas diarias entre zonas de forrajeo y de descanso, la exposición ante depredadores disminuye y el riesgo de supervivencia aumentar.

Uno de los resultados más relevantes del estudio es la relación entre la selección de hábitats y el nivel de contaminación lumínica. De manera general, los alcaravanes utilizan y acumulan más distancia en zonas iluminadas durante casi todo el año, especialmente para forrajear. Sin embargo, este patrón cambia en primavera (época de reproducción), en el que la mayoría de los individuos no utilizan las áreas iluminadas y seleccionan hábitats con niveles de luz artificial nulos o bajos. Esta diferencia podría deberse a la necesidad de evitar riesgos de seguridad durante la reproducción, ya que las zonas iluminadas suelen coincidir con infraestructuras humanas donde el riesgo de perturbación o la exposición a depredadores (naturales o exóticos) es mayor. De hecho, uno de los alcaravanes que se utilizó en este estudio murió predado por un gato doméstico. De lo contrario a lo que esperábamos, durante el periodo no reproductor, los resultados muestran una mayor afinidad por zonas más iluminadas. Este comportamiento sugiere que los alcaravanes podrían estar beneficiándose de la iluminación artificial para mejorar la eficiencia en la búsqueda de alimento, como ocurre en otras especies nocturnas depredadoras. La luz puede aumentar la visibilidad y facilitar la localización de presas, o incluso atraerlas (Jetz et al., 2003). Así, los alcaravanes podrían estar modificando su comportamiento para aprovechar un recurso nuevo (la luz artificial) ampliando así su nicho ecológico.

La variabilidad individual observada en la selección de hábitats iluminados también es un resultado destacable. Algunos individuos, como los que ocupan el entorno del aeropuerto de Elche-Alicante, parecen tener una mayor tolerancia mayor o adaptabilidad por estas zonas, donde la disponibilidad de presas puede ser mayor y la presión de depredación, menor (el aeropuerto está vallado en su totalidad). En estas zonas, la concentración de alcaravanes en las estaciones de otoño e invierno es muy alta, debido a la presencia de individuos migrantes. Pero esto supone un riesgo para la supervivencia, debido a que la tasa de colisión con aviones es muy alta, siendo la especie con mayor número de incidencias en este aeropuerto (Pérez-García com. pers.). Otros, sin embargo, parecen evitar las zonas muy iluminadas. Estas diferencias en el comportamiento podrían reflejar diferencias individuales en edad, experiencia, estado físico o estrategias de supervivencia, y es una vía interesante para futuros estudios.

Los resultados muestran que el Alcaraván común es capaz de adaptarse a los cambios en su entorno, incluida la presencia de luz artificial durante la noche. Aun así,

también es importante conservar áreas oscuras y lo más naturales posibles, especialmente en la época de cría, cuando es el periodo más crítico y complicado para las especies. Proteger estos espacios es clave para garantizar su reproducción y la conservación de la especie. Estas necesidades deberían de tenerse en cuenta en la planificación del territorio en regiones con fuerte presión urbanística, como el sureste de la península ibérica.

## Conclusiones

Los alcaravanes tienen unos ritmos de actividad con hábitos principalmente crepusculares y nocturnos (la única ave esteparia de hábitos nocturnos), además de moverse mayores distancias tanto al amanecer como al atardecer (debido principalmente a los desplazamientos hacia zonas de alimentación y descanso). La actividad y la distancia acumulada aumenta en las estaciones de invierno y otoño, esto podría estar relacionado con una disponibilidad de alimento menor o un aumento de la competencia con otros individuos (migrantes) y la dispersión de las zonas de reproducción hacia los cuarteles de invernada.

Las áreas de más usadas por los alcaravanes son zonas de matorral bajo, cultivo de secano y de herbáceas, principalmente. La pérdida y degradación de este tipo de hábitats es una de las principales amenazas que presenta la especie y preservarlos es fundamental para poder garantizar la supervivencia y estabilidad de las poblaciones.

Los alcaravanes presentan variación tanto individual como estacional en la selección y el comportamiento en hábitats iluminados. En la época de reproducción, prefieren zonas con niveles bajos o nulos de luz artificial y acumulan mayores distancias en esas zonas poco iluminadas. Mientras que, en la época de no reproducción, los individuos utilizan zonas con mayores niveles de luz artificial para alimentarse y acumulan mayores distancias en esas zonas.

# Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer a la Sociedad Española de Ornitología (SEO BirdLife) por financiar este trabajo a través de una de las tres becas para jóvenes investigadores concedidas en el año 2024, bajo el título *“Efectos negativos de la contaminación lumínica en un ave esteparia de hábitos nocturnos”*. Es un orgullo y un honor recibir un reconocimiento así al comienzo de mi carrera investigadora, así como haber podido presentar este trabajo en distintos congresos nacionales e internacionales.

Nada de esto habría sido posible sin el equipo humano que hay detrás. Estoy eternamente agradecido por las oportunidades que me ha brindado mi tutor, JuanMa, gracias de corazón. A Lola, por tu infinita paciencia y todas esas tardes dedicadas a analizar datos conmigo para los pósteres. A Paco, el “padre” del grupo, por enseñarme tanto y ayudarme a ser más organizado. Al resto del departamento (Isa, Irene, Óscar Josema, Adri y Tati), gracias por estar siempre ahí y por echarme una mano en el campo cuando lo necesitaba.

Estas líneas están dedicadas a los pilares fundamentales de mi paso por el grado. Sin vosotros, no solo este trabajo no habría sido posible, sino que quizá yo tampoco sería quien soy hoy día: Mario, Carre, David, Javi, Nico, Sofía, Andrea, Carlitos, Ángela, Teresa, Mario O. e Isa... os llevo en el corazón a todos y cada uno de vosotros, gracias por todo.

Una mención especial para Mario y Carre: gracias por estar siempre, por el apoyo mutuo y por todo lo que aún nos queda por vivir. Gracias, gracias y gracias.

Y por supuesto, a mi familia, por darme la oportunidad de perseguir y cumplir mis sueños.

*Eternamente agradecido a todos*

# Referencias

- Ayalon I., Barros Marangoni LF, Benichou JIC et al (2019) Red sea corals under artificial light pollution at night (ALAN) undergo oxidative stress and photosynthetic impairment. *Glob Change Biol* 25:4194–4207
- BirdLife International. (2022). *Species factsheet: Eurasian Thick-knee Burhinus oedicnemus*. <https://datazone.birdlife.org/species/factsheet/eurasian-thick-knee-burhinus-oedicnemus>
- Davies TW., Smyth T (2018) Why artificial light at night should be a focus for global change research in the 21st century. *Glob Change Biol* 24:872–882
- Dedeban, E., Lagrange, P., Villers, A., Augiron, S., Chiron, D., Boussac, L., Martineau, A., Bouten, W., & Bretagnolle, V. (2025). Migration and wintering strategies of a Eurasian Stone-curlew (*Burhinus oedicnemus*) continental population, and their conservation implications. *Avian Conservation and Ecology*, 20(1), 5.
- De Juana E., 2022 Alcaraván común *Burhinus oedicnemus* En, B. Molina, A. Nebreda, A. R. Muñoz, J. Seoane, R. Real, J. Bustamante y J. C. del Moral: III Atlas de las aves en época de reproducción en España. SEO/BirdLife. Madrid.
- Falchi F., Cinzano P, Duriscoe D et al (2016) The new world atlas of artificial night sky brightness. *Sci Adv* 2:e1600377
- Gaston KJ., Davies TW, Bennie J, Hopkins J. 2012. Reducing the ecological consequences of night-time light pollution: options and developments. *J. Appl. Ecol.* 49(6):1256–66
- Gaston KJ., Davies TW, Nedelec SL, Holt LA (2017) Impacts of artificial light at night on biological timings. *Annu Rev Ecol Evol Syst* 48:49–68
- Green, R., E., Tyler, G. A., & Bowden, C. G. R. (2000). Habitat selection, ranging behaviour and diet of the Stone Curlew (*Burhinus oedicnemus*) in Southern England. *Biological Conservation*, 94(3), 297–307. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(99\)00188-1](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(99)00188-1)
- Hume, R., & Kirwan, G.M., 2013. *Eurasian Thick-knee (Burhinus oedicnemus)*. In: J. del Hoyo, A. Elliott, J. Sargatal, D.A. Christie & E. de Juana, eds. *Handbook of the Birds of the World Alive*. Barcelona: Lynx Edicions.

- Jetz, W., Steffen, J., Linsenmair, K.E., 2003. Effects of light and prey availability on nocturnal, lunar and seasonal activity of tropical nightjars. *Oikos* 103, 627e639.
- Kyba CCM., Kuester T, Sa´nchez de Miguel A et al (2017) Artificially lit surface of earth at night increasing irradiance and extent. *Sci Adv* 3:e1701528
- Lazaridis, E., (2022). *lunar: Lunar Phase & Distance, Seasons and Other Environmental Factors* (Versión 0.2-01)
- Longcore, T., and Rich, C. (2004). Ecological light pollution. *Front. Ecol. Environ.* 2:191–198.
- Mark J., McDonnell and Amy K. Hahs, 2015. Adaptation and Adaptedness of organism to Urban Enviroments. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*. Vol 46, 2015.
- Nuissl, H., Siedentop, S. (2021). Urbanisation and Land Use Change. In: Weith, T., Barkmann, T., Gaasch, N., Rogga, S., Strauß, C., Zscheischler, J. (eds) *Sustainable Land Management in a European Context. Human-Environment Interactions*, vol 8. Springer
- QGIS Development Team. (2023). *QGIS Geographic Information System* (versión 3.28).
- Rich, C., and Longcore, T. (2006). *Ecological Consequences of Artificial Night Lighting*. Washington, DC: Island Press
- Rodríguez, A, Holmes ND, Ryan PG et al (2017) Seabird mortality induced by land-based artificial lights. *Conserv Biol* 31:986–1001
- Rodríguez, A, Rodríguez B, Acosta Y and Negro JJ (2022) Tracking Flights to Investigate Seabird Mortality Induced by Artificial Lights. *Front. Ecol. Evol.* 9:786557.
- Rodríguez, A, Holmes, N. D., Ryan, P. G., Wilson, K.-J., Faulquier, L., Murillo, Y., Raine, A., F., Penniman, J. F., Neves, V., Rodríguez, B., Negro, J. J., Chiaradia, A., Dann, P., Anderson, T., Metzger, B., Shirai, M., Deppe, L., Wheeler, J., Hodum, P., Gouveia, C., Carmo, V., Carreira, G. P., Delgado-Alburquerque, L., Guerra-Correa, C., Couzi, F.-X., Travers, M., & Le Corre, M. (2017). Seabird mortality induced by land-based artificial lights. *Conservation Biology*, 31(5), 986–1001.
- Scobie CA., Bayne EM, Wellicome TI (2016) Influence of human footprint and sensory disturbances on night-timespace use of an owl. *Endanger Species Res* 31:75–87.
- SEO/BirdLife. (2022). El declive de las aves agrarias pone en evidencia el deterioro ambiental en las tierras de cultivo. SEO/BirdLife.
- Sergio, F., Tavecchia, G., Tanferna, A., López, L., Blas, J., De Stephanis, R., Marchant, T. A., Kumar, N., & Hiraldo, F. (2015). No effect of satellite tagging on survival,

- recruitment, longevity, productivity and social dominance of a raptor, and the provisioning and condition of its offspring. *Journal of Applied Ecology*, 52, 1665–1675. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12520>
- Stone, EL., Harris S, Jones G (2015) Impacts of artificial lighting on bats: a review of challenges and solutions. *Mamm Biol* 80:213–219
- Thieurmél, B., Elmarhraoui A (2019) suncalc: Compute sun position, sunlight phases, moon position and lunar phase. R package version 0.5.0
- Tilman, D., May, R. M., Lehman, C. L., & Nowak, M. A. (2001). Habitat destruction and the extinction debt. *Nature*, 371(6492), 65-66.
- Tyler, G., & Bowden, C. G. R. (2000). Habitat selection, movement patterns and diet of stone curlews *Burhinus oedicnemus* in southern England. *Journal of Zoology*, 250(2), 161–183

