



UNIVERSITAS
Miguel Hernández



CIENCIAS AMBIENTALES
FACULTAD DE CIENCIAS EXPERIMENTALES

**TRABAJO FIN DE GRADO:
ESTUDIO DE LAS FUENTES DE ALIMENTACIÓN DE
LA GARCILLA BUEYERA
EN LA PROVINCIA DE ALICANTE**

GRADO EN CIENCIAS AMBIENTALES
FACULTAD DE CIENCIAS EXPERIMENTALES
UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ
CURSO ACADÉMICO 2023/2024

AUTOR: DAVID MOYA SERRANO

TUTOR: JUAN MANUEL PÉREZ GARCÍA
ÁREA DE ECOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA APLICADA

AGRADECIMIENTOS

El presente Trabajo Fin de Grado (TFG), es un trabajo experimental del área de ecología centrado en el proyecto de investigación: “Estudio de las fuentes de contaminación por gomas elásticas en humedales mediterráneos y su efecto sobre la fauna” que tiene en curso el profesor Juan Manuel Pérez García de la Universidad Miguel Hernández, fruto de la colaboración de la concejalía de Medio Ambiente del Ayuntamiento de Elche, Aigües d’Elx y la propia Universidad.

Agradezco profundamente a mi tutor Juan Manuel Pérez García por darme la oportunidad de formar parte de esta interesante línea de investigación. Su experiencia y conocimientos han sido fundamentales para mi desarrollo académico, además su invaluable guía y apoyo durante la elaboración de mi trabajo de fin de grado han sido determinantes.

Asimismo, quiero expresar mi gratitud a profesores, compañeros y colaboradores del área de ecología: María Isabel García de la Fuente, Eva Gracia Martínez, Susana Carrión Jaén, Francisco Botella Robles y Óscar Aldeguer Peral, quienes me han brindado su ayuda y apoyo incondicional en cada etapa de este proyecto.

Quisiera agradecer también a mis compañeros y amigos Mario Marcos Pérez, José Luis Carretero Hernández y Claudio Amorós Box por asistirme en las tareas de muestreo en campo, donde hemos podido compartir muchos momentos divertidos. Su compañerismo y ánimo han sido esenciales para superar los desafíos encontrados.

Finalmente, mi más sincero agradecimiento a mi pareja Natalia, cuya comprensión, paciencia y aliento constante han sido un pilar fundamental en este proceso. Su apoyo emocional ha sido clave para alcanzar este logro.

RESUMEN

La garcilla bueyera (*Bubulcus ibis*) es una garza ampliamente distribuida en España. En la provincia de Alicante se encuentran varios lugares de gran importancia para esta especie, destacando el Paraje Natural Municipal Clot de Galvany donde las garcillas bueyeras establecieron en los últimos años un dormitorio de grandes dimensiones. Se tiene constancia que la población de este humedal sudalicantino hace uso de vertederos urbanos para alimentarse y que aquí llega a comer numerosas gomas elásticas. Estas gomas terminan siendo transportadas al humedal haciendo peligrar a otras aves acuáticas con las que comparte hábitat y cuyo estado de conservación preocupa. El objetivo de este estudio es determinar qué porcentaje de la población del Clot de Galvany utiliza los vertederos frente a otras fuentes de alimentación, para ello se han realizado conteos en el dormitorio y en los dos vertederos más próximos durante los meses de enero y mayo del año 2024. De manera complementaria se ha realizado el seguimiento de ejemplares que cuentan con dispositivos telemétricos, así como el análisis de sus movimientos para evaluar la cantidad de días que se encontraron en vertederos. Los resultados muestran un alto grado de uso de los vertederos durante los meses de invierno.

Palabras Clave: Vertedero – Gomas elásticas - *Bubulcus ibis* - Clot de Galvany

ABSTRACT

*The cattle egret (*Bubulcus ibis*) is a heron widely distributed in Spain. In the province of Alicante, several important sites for this species can be found, with the Clot de Galvany Municipal Natural Area being particularly remarkable, where cattle egrets have established a large roosting site in recent years. It is known that the population of this south Alicante wetland uses urban landfills for feeding, where they consume numerous rubber bands. These bands end up being transported to the wetland, endangering other aquatic birds with which they share their habitat and whose conservation status is concerning. The aim of this study is to determine what percentage of the Clot de Galvany population uses landfills compared to other food sources. To this end, counts have been conducted at the roosting site and at the two closest landfills during the months of January and May 2024. Additionally, monitoring of individuals equipped with telemetry devices has been carried out, as well as the analysis of their movements to evaluate the number of days they spent at landfills. The results show a high degree of landfill use during the winter months.*

Keywords: Landfills – Rubber band- *Bubulcus ibis*- Clot de Galvany

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUCCIÓN | 4 |
| 2. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS | 7 |
| 2.1 ANTECEDENTES | 7 |
| 2.2 OBJETIVOS..... | 8 |
| 3. MATERIALES Y MÉTODOS | 8 |
| 3.1 ÁREA DE ESTUDIO | 8 |
| 3.1.1 DORMIDERO EN EL CLOT DE GALVANY..... | 9 |
| 3.1.2 VERTEDEROS..... | 10 |
| 3.2 OBSERVACIONES Y CONTEOS DE GARCILLAS BUEYERAS..... | 10 |
| 3.2.1 CONTEOS EN EL CLOT DE GALVANY | 11 |
| 3.2.2 CONTEOS EN LOS VERTEDEROS | 11 |
| 3.3 MARCAJE Y SEGUIMIENTO GPS | 12 |
| 3.4 ANÁLISIS DE DATOS | 13 |
| 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 14 |
| 5. CONCLUSIONES Y PROYECCIÓN FUTURA | 19 |
| 6. ANEXOS | 21 |
| 7. BIBLIOGRAFÍA | 22 |

1. INTRODUCCIÓN

La generación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) aumenta año tras año dado el crecimiento de la población mundial, la expansión acelerada de los espacios urbanos y los hábitos de consumo. La concentración de la población en grandes urbes, además, supone un gran reto para gestionar la recogida de los residuos, la creación de nuevos espacios para el tratamiento y la posterior eliminación de estos. En la actualidad, a nivel global, aproximadamente un 37% de los residuos terminan en vertederos (Kaza et al., 2018). La práctica del vertido, con independencia del grado de tecnología e infraestructura, contribuye a la aparición de diversos problemas ambientales como son la contaminación de los diferentes compartimentos ambientales (suelo, agua, aire), la emisión de gases de efecto invernadero o la aparición de plagas, las cuales pueden llegar a suponer una amenaza para la salud humana (Kaza et al., 2018).

La composición de los residuos urbanos es muy heterogénea y depende en gran parte del nivel de la riqueza del país. A escala global los elementos reciclables como el papel y cartón, plástico, vidrio y metal suponen en conjunto un 38% de la composición total, mientras que los residuos orgánicos por si solos representan un 44% del total (Kaza et al., 2018).

Los vertederos de residuos urbanos se presentan para la fauna como zonas de alimentación fácilmente predecibles, dada la gran disponibilidad de recursos tróficos y el carácter permanente de estos (Camiña & Montelío Barrio, 2005) . En los últimos años se han publicado diversas investigaciones de avifauna, concretamente de especies pertenecientes a las familias Ciconiidae, Laridae y Ardeidae. Estas acuden a los vertederos para alimentarse, pudiendo provocar posteriormente la translocación de elementos sintéticos ingeridos a otros hábitats naturales, como por ejemplo los humedales (Cano, 2023) Se han llevado a cabo diversas investigaciones para estimar la cantidad de elementos sintéticos regurgitados. La metodología utilizada se basa en el estudio de las poblaciones de aves que acuden a vertederos, haciendo uso de datos proporcionados por ejemplares marcados con GPS, en combinación con la recogida de egagrópilas y/o heces. De este modo se puede llegar a estimar diferentes afecciones ambientales, como por ejemplo la cantidad de plásticos y otros desechos regurgitados en humedales (Martín-Velez et al., 2024). Esto puede generar un problema indirecto ya que estos elementos interactúan directamente con la fauna

que habita en estos espacios, situación especialmente crítica cuando se trata de especies catalogadas en Peligro de Extinción dentro del Catálogo Español de Especies Amenazadas (Moreno et al., 2009).

La garcilla bueyera (*Bubulcus ibis*) es una garza que establece dormideros y nidos en masas de agua como lagos, ríos, embalses y/o albuferas, no obstante, según Garrido et al. (2012), “se trata de la garza menos dependiente del medio acuático para su alimentación”, pues se encuentra muy ligada a medios antrópicos como son vertederos, campos agrícolas y zonas de ganadería para la búsqueda de alimento (Gómez & De Lope, 1993; Mohammendi, 2020). Dependiendo de donde se alimente la garcilla bueyera puede generar afecciones ambientales tanto positivas como negativas, que se describen a continuación. De manera positiva, la garcilla bueyera utiliza con frecuencia zonas de pastos y cultivos ya que su dieta se basa mayoritariamente de insectos del orden Ortóptera y Coleóptera (Vega et al., 2022). En ocasiones se han llegado a observar a ejemplares detrás de maquinaria agrícola o sobre el ganado los cuales facilitan la obtención de presas (Bartolomé et al., 1994), presentando por tanto un gran potencial para minimizar los efectos de las plagas de moscas o langostas en los cultivos, dado el elevado número de presas que un ejemplar adulto puede consumir al día (Mohammedi, 2020). Además de la ingesta de insectos, se han descrito como parte de su alimentación pequeños mamíferos, reptiles, anfibios, vegetación e inclusive restos no biológicos (Vega et al., 2022). La plasticidad dietética de la especie responde a la habilidad para adaptarse a diferentes hábitats y a la variación temporal de sus presas, dada las estaciones y ciclo vital de estas entre otros factores (Mohammedi, 2020).

Por otro lado, al utilizar vertederos como zona de alimentación se tiene constancia de que esta ave consume gomas elásticas, entre otros elementos sintéticos, pudiendo actuar como transporte de estos residuos desde centros de tratamiento de residuos urbanos hasta las diferentes masas de agua donde habita. El alto consumo de estas gomas tiene como posible explicación de este hecho el parecido que guardan con las lombrices de tierra (Gómez et al., 1994)

En España la garcilla bueyera se encuentra distribuida casi en la totalidad del territorio nacional y presenta una continua expansión geográfica natural (Garrido et al., 2012). Según los censos de garzas invernantes de 2011, la Comunidad Valenciana se situaba como la tercera comunidad con mayor presencia de la especie en España

con 13.650 ejemplares, lo que suponía un 7,4% sobre el total (Garrido et al., 2012). No obstante, la población ha fluctuado en los últimos años mostrando un descenso acusado, donde se pasó de los más de 13.600 ejemplares censados a tan solo 762 (Servei de Vida Silvestre, 2019). En el último informe técnico de la Generalitat Valenciana publicado en el año 2022 se ha podido detectar una recuperación de población, donde se censaron 5.522 ejemplares (Servei de Vida Silvestre i Xarxa Natura 2000, 2022). Según el citado informe, este aumento se debió a la detección de un gran dormitorio en el Paraje Natural Municipal el Clot de Galvany (Elche). A parte de los censos de poblaciones invernantes, se tiene también constancia de poblaciones reproductoras. Si nos centramos únicamente en aquellas situadas en el sur de la provincia de Alicante, destacan las poblaciones establecidas en las Salinas de Santa Pola (Alicante) y en el parque Natural del Hondo (Crevillente) (Garrido et al., 2012), siendo el Hondo en la actualidad el segundo lugar de España más importante para las garcillas bueyeras durante el periodo de cría, debido a que en el último censo de garzas reproductoras hasta la fecha se constató la presencia de 1180 parejas (Garrido & Molina, 2023).



Figura 1: Garcillas bueyeras en vuelo. Foto realizada por Mario Marcos el día 12 de marzo de 2024 en el vertedero Baix-Vinalopó Els Cremats (Elche)

2. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

2.1 ANTECEDENTES

Los humedales son espacios de gran productividad primaria donde se dan procesos hidrológicos y biogeoquímicos complejos. Además de estos factores los humedales constituyen el hábitat de numerosas especies de animales que se encuentran amenazadas, según el informe de la Convención Ramsar sobre los humedales (2018). En el sur de la provincia de Alicante, podemos encontrar humedales como: el Hondo, las salinas de Santa Pola y las lagunas de la Mata y Torrevieja, reconocidos internacionalmente por la Convención Ramsar por contar con una gran biodiversidad. En esta zona de la provincia también podemos encontrar otros espacios de gran interés ambiental como es el humedal del Clot de Galvany, que se trata de un espacio natural protegido dentro del término municipal de Elche y próximo al de Santa Pola. Este enclave pese a que no figura en la lista de humedales Ramsar queda integrado en la Red Natura 2000 y es a su vez designado por la Directiva Aves como Zona Especial Protección para las Aves (De la Hera & Aranda, 2016). Al mismo tiempo queda integrado en el Catálogo Valenciano de Zonas Húmedas y cuenta con la figura de protección de Paraje Natural Municipal, definida por la Ley 11/1994, de la Generalidad Valenciana, de Espacios Naturales Protegidos de la Comunidad Valenciana.

Todos estos espacios destacan por la presencia de las aves acuáticas y son vitales para la conservación de algunas especies amenazadas como son la cerceta pardilla (*Marmaronetta angustirostris*) y la malvasía cabeciblanca (*Oxyura leucocephala*) (Botella & Sánchez, 2005).

Entre los años 2005 y 2007, el área de ecología de la Universidad Miguel Hernández detectó en ciertos humedales del sur de la provincia de Alicante la presencia de gomas elásticas. En ese momento se empieza a postular la implicación de las garcillas bueyeras. Posteriormente, durante el curso académico 2022/2023, el área de ecología tutoriza el Trabajo de Fin de Máster (TFM) titulado: “El impacto de las gomas elásticas en aves acuáticas: Evaluación de las fuentes y de la casuística del proceso de transferencia” (María Rodríguez. Máster Gestión de Fauna Silvestre. Universidad de Murcia. 2023). Este TFM concluye con la afirmación que los meses donde se observan más ejemplares de garcilla bueyera en el dormitorio, más gomas elásticas se detectan. Por otro lado, el trabajo muestra la relación existente entre las

gomas encontradas en el dormidero del Clot de Galvany y el aumento de observaciones de malvasía cabeciblanca con gomas enredadas en el pico. A pesar de tener constancia que las garcillas bueyeras consumen gomas elásticas en los vertederos y que estas acaban siendo regurgitadas en los dormideros, este trabajo dejó abierta la hipótesis de determinar qué proporción de la población de garcillas bueyeras del Clot de Galvany acuden a los vertederos para alimentarse y cuantos en su defecto van a los campos de cultivo. Por ello se inició una segunda parte de este estudio que es este TFG.

2.2 OBJETIVOS

El objetivo principal es evaluar el uso de los verederos como fuente de alimentación principal por parte de la población de garcillas bueyeras del Paraje Municipal Natural del Clot de Galvany.

Para ello se han determinado los siguientes objetivos específicos:

1. Determinar cuál es el número de garcillas que se alimentan en cada uno de los dos vertederos principales de Alicante y Elche.
2. Determinar el porcentaje de aves que se alimentan en vertederos frente al total de aves que usan el dormidero del Clot de Galvany.
3. Identificar dormideros secundarios y otras áreas de alimentación antrópica mediante el uso de dispositivos de telemetría.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDIO

El trabajo de campo ha sido realizado en el sur de la provincia de Alicante, entre las localidades de Elche y Alicante. Atendiendo a la clasificación climática de Köppen-Geiger, a la provincia de Alicante se le atribuye un clima de tipo *BSh*, que resulta ser propio de una zona árida, con una temporada lluviosa moderada y una temperatura media anual menor o igual a 18° C (Chazarra-Bernabé et al.,2022). En resumen, en la zona encontramos un clima típico mediterráneo, con inviernos suaves, veranos calurosos y precipitaciones moderadas, con una precipitación anual media de 277 mm, registrándose en su mayoría durante el otoño e invierno (AEMET: Valores climatológicos normales. Alicante-Elche Aeropuerto. Periodo: 1981-2010).

A pesar de las bajas precipitaciones registradas, el agua juega un papel fundamental en esta zona. El sur de Alicante cuenta con numerosas hectáreas

dedicadas a la agricultura de regadío lo que implica la presencia de balsas de riego. También encontramos otros espacios antrópicos como estanques de campos de golf, lagunas de depuradoras, embalses y parques urbanos; pese a ser espacios artificiales se presentan para las aves como lugares para el descanso, la alimentación o la nidificación (Botella & Sánchez, 2005)

En función de la actividad de las garcillas bueyeras podemos diferenciar dos zonas definidas como: Dormidero, en el Paraje Natural del Clot de Galvany y zonas de alimentación predecible, los vertederos Baix Vinalopó-Els Cremats y Fontcalent (Figura 2).



Figura 2. Área de estudio: Localizaciones del sur de la provincia de Alicante donde se han realizado censos entre los meses de enero y mayo de 2024.

3.1.1 DORMIDERO EN EL CLOT DE GALVANY

El paraje cuenta con más de 350 hectáreas, donde se pueden diferenciar múltiples ecosistemas como por ejemplo humedales, saladares, montes y frente litoral con sistema dunar (De la Hera & Aranda, 2016). Además, el paraje tiene diversas charcas, donde la lámina de agua es mantenida en la actualidad artificialmente por la empresa gestora Aigües i Sanejament D'Elx, con agua procedente de la Estación Depuradora de Aguas Residuales de Arenales del Sol (De la Hera & Aranda, 2016).

En la charca central del Clot de Galvany, frente a un bunker de la guerra civil, se encuentran una serie de ejemplares de taray (*Tamarix sp*) en una disposición

ciertamente lineal. Estos árboles de pequeño porte y prácticamente sumergidos son los lugares habituales donde las garcillas bueyeras pasan la noche. Llegan a compartir este espacio con otras aves como cormoranes grandes (*Phalacrocorax carbo*) y grajillas (*Corvus monedula*), siendo esta última la especie más recurrente a encontrarse junto a las garcillas bueyeras en los humedales de la provincia de Alicante (Pérez et al.,2023).

En esta charca durante el día se pueden observar multitud de especies de aves acuáticas que hacen uso de este hábitat para la obtención de alimento, algunas como las ya citadas anteriormente cerceta pardilla y malvasía cabeciblanca son un ejemplo de ello, pero también se pueden contemplar otros ejemplares como son la focha moruna (*Fulica cristata*) y el porrón pardo (*Aythya nyroca*), que a su vez se encuentran en peligro de extinción. Por esta razón, el Clot de Galvany es considerado un espacio clave para el establecimiento de medidas de conservación para estas especies con la implantación de programas de refuerzo poblacional.

3.1.2 VERTEDEROS

Los dos vertederos más próximos al dormitorio son la planta de tratamiento de residuos urbanos Baix Vinalopó- Els Cremats (Elche) y la planta de tratamiento de residuos urbanos de Fontcalent (Alicante) donde se han realizado observaciones y conteos directamente. Estos vertederos se encuentran a unos 13 y 14 kilómetros en línea recta respectivamente desde el dormitorio ubicado en el Clot de Galvany.

Atendiendo a la última memoria anual de generación y gestión de residuos de competencia municipal publicada hasta la fecha (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico), en el 2021 estas plantas fueron las plantas de tratamiento de residuos urbanos de la provincia de Alicante que más residuos mezclados vertieron en sus instalaciones, con alrededor de 96.836 toneladas el Vertedero Baix-Vinalopó y 100.070 toneladas el vertedero de Fontcalent.

3.2 OBSERVACIONES Y CONTEOS DE GARCILLAS BUEYERAS

Se realizaron conteos sistemáticos y de forma estandarizada en las tres zonas de estudio (dormitorio y dos vertederos) al menos uno al mes, desde enero hasta mayo del año 2024. En total se han efectuado 16 salidas de campo correspondiéndose aproximadamente con 16 horas para la ejecución de los conteos (ver tablas adjuntas en el apartado Anexos). Para los cálculos de la duración de los conteos se han

excluido los tiempos de preparación y espera a la llegada o salida de las aves a los enclaves. Por otro lado, en los meses en los que existen dos registros en el mismo lugar se utilizó la cantidad máxima para la representación de los resultados.

El procedimiento es realizado por dos observadores con el propósito de determinar grupos procedentes de diversas direcciones. Las observaciones de las garcillas bueyeras se realizan en vuelo con prismáticos de al menos ocho aumentos (8X42) y/o un telescopio de largo alcance (de 20 a 60 aumentos).

La hora de inicio del conteo se determina con el primer avistamiento. La cantidad de ejemplares avistados se van anotando en una ficha para su posterior contabilización. Pasado un tiempo prudencial desde el último avistamiento y en función de las condiciones lumínicas se da por finalizado el censo.

3.2.1 CONTEOS EN EL CLOT DE GALVANY

El lugar destinado para la ejecución de los conteos en el dormidero fue el observatorio de aves habilitado en el propio Clot de Galvany, que cuenta con vistas a la línea de tarays donde las garcillas pasan la noche. Desde este punto se observa también la loma del Cabezo llegando a intuir el horizonte en uno de sus flancos, esta última referencia es especialmente útil para detectar y contabilizar bandos de garcillas bueyeras desde la distancia.

Los conteos se realizaron justo antes del atardecer, momento en el que las aves se desplazan desde las zonas de alimentación hasta su dormidero habitual (Cramp et al., 1977, como se citó en Román Muñoz, 1994). Aun siendo un ave con un comportamiento gregario se han podido ver ejemplares acudiendo de forma individual, pero lo más habitual es observar bandos de decenas incluso de centenas de individuos, a veces en compañía de otras aves como son las grajillas.

3.2.2 CONTEOS EN LOS VERTEDEROS

Para determinar las localizaciones para los conteos en los vertederos Baix Vinalopó- Els Cremats y Fontcalent, se realizaron pruebas de observación durante los meses de diciembre de 2023 y enero de 2024 para identificar el lugar óptimo de observación y tratar de no tener sesgo en el conteo. A priori los enclaves tenían que guardar al menos algunas de las siguientes premisas: estar en una posición alta y poder tener una panorámica del paisaje libre de obstáculos y/o poder observar el área de vertido donde las aves suelen estar.

Dado que no se tenía una buena visibilidad de las actuales zonas de vertido y de otras zonas de las instalaciones frecuentadas por las garcillas, se determinó que los horarios para la realización de los censos tendrían que ser antes de la salida del sol y/o a última de la tarde antes de la puesta de sol, esperando por tanto la entrada o salida de grupos de garcillas en vuelo.

3.3 MARCAJE Y SEGUIMIENTO GPS

El Área de Ecología dispone de los datos de movimiento de 8 garcillas bueyeras marcados con emisores GPS modelo Ornitack-10 (Ornitela.com/ornitrack), los cuales van provistos de una batería recargable y de un panel solar (Tabla 1). Estos equipos dependiendo de la cobertura móvil, del estado de batería y de programaciones especificadas por el usuario, son capaces de mandar de un número determinado de posiciones al día utilizando redes móviles GSM. Los datos se suben a la plataforma Movebank.org, donde se puede consultar el registro de posiciones de cada individuo desde su colocación, permitiendo, entre otras opciones, observar las últimas posiciones enviadas o el recorrido diario.

Tabla 1. Resumen de los ejemplares marcados con emisor Ornitack-10

| Alias | nºEmisor | Localidad captura | Fecha Marcaje | Fecha Fin | Tiempo de muestreo (días) | Causa Cese |
|--------|----------|-------------------|---------------|-----------|---------------------------|-------------|
| Clot22 | 225168 | Clot de Galvany | 19/10/22 | 30/10/22 | 11 | Predación |
| Josema | 232335 | Clot de Galvany | 25/4/23 | 17/05/24 | 389 | NA |
| Adri | 232334 | Clot de Galvany | 25/4/23 | 17/05/24 | 389 | NA |
| Nati | 232337 | Clot de Galvany | 16/5/23 | 08/09/23 | 115 | Predación |
| Oscar | 232336 | Clot de Galvany | 16/5/23 | 18/11/23 | 185 | Desconocida |
| Jorge | 232753 | Clot de Galvany | 3/12/23 | 17/05/24 | 168 | NA |
| David | 242416 | Molino Orihuela | 15/4/24 | 17/05/24 | 33 | NA |
| Carre | 242417 | Molino Orihuela | 15/4/24 | 17/05/24 | 17 | NA |

Cabe mencionar que los ejemplares se identifican con nombres y/o dígitos o a través del número de serie del emisor. Durante el marcaje además se registran la localidad y la fecha donde fueron marcados y, si procede, la fecha fin del registro de datos y las causas del cese del seguimiento.

La base de datos de movimientos de garcillas bueyeras cuenta hasta la fecha de realización del presente TFG con 104.579 posiciones entre todos los individuos marcados, cubriendo el periodo de tiempo desde el día 20 de octubre del año 2022

hasta el 17 de mayo del año 2024. Estos datos se utilizaron para determinar el uso de los vertederos: Baix Vinalopó- Els Cremats, Fontcalent y Piedra Negra, como zonas de alimentación para cada individuo marcado. Para ello, haciendo uso del teorema de Pitágoras, se calculó la distancia euclidiana entre cada posición del registro y la ubicación de cada uno de los vertederos. Para determinar la ubicación de los vertederos se utilizó el visor cartográfico de la Generalitat Valenciana (<https://visor.gva.es/visor/>), haciendo uso de la capa Ortofotos RGB/Año 2023 se situó un punto medio entre los vasos de vertido. Cada dato de posición en coordenadas UTM obtenido en el registro se enfrentó con la posición de cada uno de los tres vertederos, obteniendo una distancia. Si la distancia era menor de 600 metros se determinó que el ejemplar se encontraba en el vertedero, indicando además de cuál de los tres se trataba.

3.4 ANÁLISIS DE DATOS

Con el fin de determinar la relación entre la población de garcillas bueyeras del dormitorio y los ejemplares que hacen uso de vertederos se realizó el test de correlación de Pearson entre los censos realizados en cada enclave. Estableciendo los conteos realizados en el dormitorio del Clot de Galvany como variable fija se enfrentó de manera individual a los conteos realizados en los vertederos de Baix-Vinalpó y Fontcalent y a la variable Total Vertederos, que resulta de sumar los datos obtenidos en los conteos de ambos vertederos.

Por otro lado, se analizó los datos de los individuos marcados. Con los datos filtrados se realizó un test de proporciones para determinar el uso de los vertederos para cada ejemplar y, a su vez, el nivel de uso de cada vertedero para comprobar las preferencias de uso.

En último lugar, para determinar si existe una relación entre la proporción de aves en los vertederos y en el dormitorio contado por censo y los ejemplares marcados con GPS, se realizó nuevamente un test de correlación de Pearson.

Todos los análisis estadísticos se llevaron a cabo mediante el uso del software Microsoft Excel y R (Microsoft Corporation, 2018; R Core Team, 2021).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 OBSERVACIONES Y CONTEOS

Se realizaron un total de 16 conteos repartidos de la siguiente manera: 6 en el dormitorio del Clot de Galvany, 6 en el vertedero de Baix-Vinalopó y 4 en el vertedero de Fontcalent. Los resultados obtenidos se adjuntan en formato de tabla en el apartado anexos, en las tablas se puede observar la fecha, hora de inicio, la duración en minutos de cada conteo y el número de ejemplares de garcillas buayeras contadas para cada localización.

El número total de horas destinado a los conteos en el Clot de Galvany es aproximadamente de 6 horas, lo que supone en promedio 54 minutos para cada ejercicio. A excepción del mes de febrero se puede observar como la duración aumenta gradualmente, debiéndose al incremento de la luz solar.

El número total de horas empleadas en los conteos realizados en el vertedero de Baix-Vinalopó es aproximadamente de 6 horas. Se puede apreciar como en las observaciones realizadas por la mañana se destinó más tiempo que las efectuadas por la tarde.

En cuanto a las horas destinadas para los conteos de garcillas buayeras en el vertedero de Fontcalent fueron 4 horas aproximadamente. En el vertedero de Fontcalent los conteos se realizaron entre febrero y mayo de 2024, ya que fueron necesarias pruebas previas para determinar enclaves idóneos para la observación.

Los resultados obtenidos en los diferentes conteos se representan en la figura de la página siguiente (Figura 3):

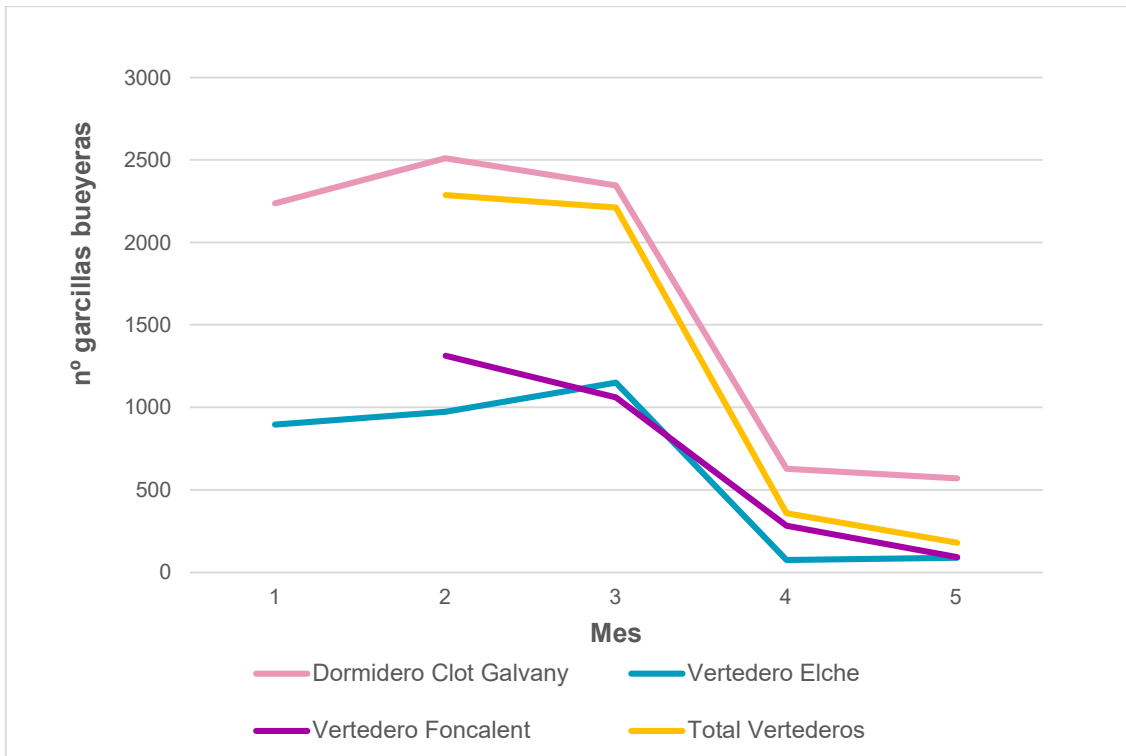


Figura 3. Número de garcilla buayeras contadas entre los meses de enero y mayo de 2024. “Total Vertederos” representa la suma de las cantidades máximas de garcillas buayeras observadas en los vertederos Baix-Vinalopó y Fontcalent.

La población de garcillas buayeras del Clot de Galvany recurre al uso de los vertederos de forma habitual entre los meses de enero y mayo del año 2024, siendo los meses de febrero y marzo de 2024 donde más ejemplares se registraron. En concreto se contabilizaron 1.314 en el mes febrero en el vertedero de Fontcalent y 1.150 en el mes de marzo en el vertedero de Baix-Vinalopó. Por otro lado, la cantidad máxima de garcillas buayeras contadas en el dormitorio del Clot fue en febrero con un total de 2.511.

En lo que respecta a los meses de abril y mayo se observó un descenso muy acusado del número de garcillas que hacían uso del dormitorio y también de aquellos que acudían a los vertederos. Este periodo se corresponde parcialmente con la época de cría de la garcilla bueyera. De hecho, es a finales del mes de marzo cuando se empieza a observar en uno de los ejemplares marcados un cambio en el patrón de movimientos. Este ejemplar se desplazó a las balsas del Hondo (Crevillente) en lugar del Clot de Galvany, como venía haciendo regularmente, aparentemente en respuesta a una preparación previa al periodo de cría. A mitad del mes de abril, volveríamos a contemplar este patrón en dos ejemplares más. Estos abandonarían el Clot de Galvany para desplazarse al Parque Natural de la Albufera (Valencia), tercera

localidad de cría más importante de garcillas buayeras según el último censo de garzas reproductoras (Garrido & Molina, 2023).

El último conteo realizado en el Clot de Galvany durante el mes de mayo, termina con 571 individuos identificados, lo que refleja una reducción del 75% de la población con respecto al conteo realizado en el mes de marzo. En cuanto a los conteos efectuados en los vertederos en el mes de mayo, se contabilizan 88 y 93 ejemplares en el vertedero de Baix-Vinalopó y Fontcalent respectivamente.

Atendiendo al análisis de los datos se puede observar que los resultados de la prueba de correlación de Pearson muestran valores muy altos de correlación (Tabla 2), indicando una relación fuerte entre las variables, estos a su vez son estadísticamente significativos, lo que sugiere que esta correlación no es producto del azar.

Tabla 2. Resultados Test de Correlación de Pearson entre las variables garcillas buayeras contadas en dormitorio y las garcillas buayeras contadas en vertederos.

| | Dormitorio Clot Galvany |
|----------------------|----------------------------|
| Vertedero Elche | r = 0,98; p = 0,003 |
| Vertedero Fontcalent | r = 0,99; p = 0,01 |
| Total Vertederos | r = 1; p = 0,001 |

También se censaron durante el mes de enero de 2024 otros dormitorios establecidos en la zona como el pantano de Levante dentro del Parque Natural el Hondo, donde se contabilizaron 364 ejemplares, las salinas de Santa Pola con 14 ejemplares y el embalse de Elche, donde no se contabilizaron ejemplares. No detectando otros dormitorios de garcilla buayera con las mismas proporciones en los alrededores, se extrae la conclusión que los individuos contados en los vertederos proceden casi en exclusiva del dormitorio del Clot de Galvany.

4.2 RESULTADO SEGUIMIENTO GPS

Gracias a poder contar con ejemplares marcados se observó cómo los individuos que acuden diariamente a los vertederos Baix-Vinalopó y Fontcalent, cubren la distancia entre estos y el dormitorio de manera casi rectilínea atravesando en múltiples ocasiones el aeropuerto de Elche-Alicante Miguel Hernández. También se observó la existencia de una tercera planta de tratamiento de residuos urbanos, que fue frecuentada al menos por uno de los ejemplares marcados durante un tiempo

de manera regular. Este vertedero se encuentra en el término municipal de Xixona y se conoce bajo el nombre de Piedra Negra.

A pesar de contar con 8 garcillas bueyeras marcadas con emisores GPS, se prescindió de los datos obtenidos de los ejemplares: “Clot-22”, “David” y “Carre”, debido a que estos contaban con pocos días registrados. De los 5 ejemplares restantes todos salvo la garcilla bueyera “Jorge” hicieron en alguna ocasión uso de los vertederos para alimentarse. Estos 5 ejemplares representan el 80% de la muestra de estudio (Tabla 3).

Tabla 3. Uso de los vertederos por parte de los 8 ejemplares marcados con GPS en el Clot de Galvany, durante la serie de datos (20 /10/ 2022 hasta 17/05/ 2024). Las cantidades en porcentaje indicadas en la tabla se corresponden con la cantidad en días que cada ejemplar ha empleado en los diferentes vertederos sobre el total de días de seguimiento.

| Nombre | Días Seguimiento | Baix-Vinalopó | | Fontcalent | | Piedra Negra | |
|--------------|------------------|---------------|--------------|------------|--------------|--------------|-------------|
| | | Días | % | Días | % | Días | % |
| Adri | 389 | 112 | 28,8% | 84 | 21,6% | - | 0,0% |
| Jorge | 168 | - | 0,0% | - | 0,0% | - | 0,0% |
| Josema | 389 | 20 | 5,10% | 6 | 1,5% | 61 | 15,7% |
| Nati | 115 | - | 0,0% | 1 | 0,9% | - | 0,0% |
| Oscar | 185 | 12 | 6,5% | 48 | 25,9% | - | 0,0% |
| David | 33 | - | 0,0% | - | 0,0% | - | 0,0% |
| Carre | 17 | - | 0,0% | - | 0,0% | - | 0,0% |
| Clot_22 | 11 | - | 0,0% | 1 | 2,4% | - | 0,0% |
| Total | 1246 | 144 | 11,6% | 139 | 11,2% | 61 | 4,9% |

Se observan ciertas diferencias en el comportamiento individual en cuanto a la frecuencia de uso de los vertederos y la ubicación de estos. Uno de los ejemplares “Nati” tan solo hizo uso de un 0,9% de los vertederos. Mientras que los ejemplares “Josema” y “Oscar” emplearon los vertederos un 22,3% y 32,4% respectivamente. En último lugar el individuo “Adri” es la garcilla bueyera que más acude a los vertederos a alimentarse con un 50,4%.

De los tres vertederos estudiados, Baix-Vinalopó y Fontcalent son los vertederos más utilizados y Piedra Negra el menos frecuentado. Los datos de uso en

porcentajes de cada vertedero resultan de operar el total de días que los 5 ejemplares han hecho uso de cada vertedero entre el total de días de seguimiento.

El vertedero de Piedra Negra es el menos frecuentado porque resulta ser el vertedero más distante al Clot de Galvany (27 km), siendo tan solo visitado por la garcilla bueyera “Josema”. Haciendo uso de los registros de posiciones, se detectó que el individuo abandonó el Clot de Galvany y se estableció eventualmente en una de las balsas de riego que la empresa Bonyssa Agroalimentaria tiene en la localidad de Mutxamel, mientras usaba este vertedero.

Empleando el conjunto de datos para los cinco individuos desde el día 20 de octubre del año 2022 hasta el 17 de mayo del año 2024, se ha podido extraer las proporciones de uso de los tres vertederos de forma global para cada mes a lo largo de un año.

El periodo del año donde más uso han realizado los ejemplares marcados de los vertederos se corresponde con el invierno (Figura 4). Por otro lado, y a excepción del repunte apreciado durante el mes de junio, la estación de verano se corresponde con el periodo del año donde menos uso hacen.

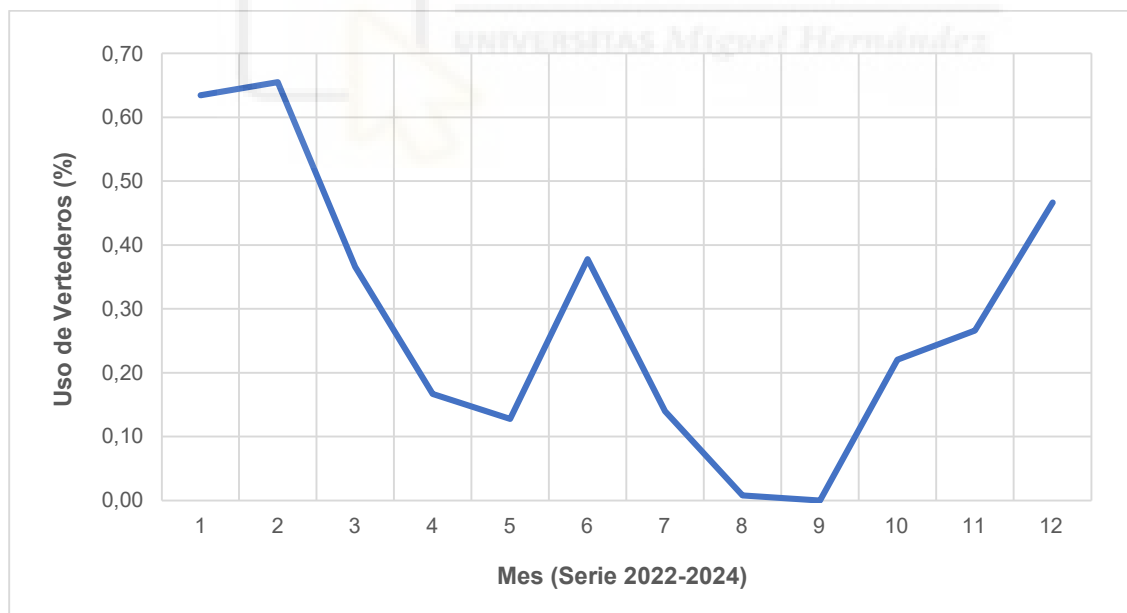


Figura 4. Proporción de uso de los vertederos por parte de las garcillas bueyeras marcadas durante la serie de datos (20 /10/ 2022 hasta 17/05/ 2024)

Para finalizar, si prestamos atención únicamente a los primeros 5 meses del año, podemos apreciar el mismo patrón detectado mediante la observación directa a través de los conteos. Para corroborar la existencia de correlación se realizó la prueba

de correlación de Pearson, donde se determinó una elevada relación entre las variables, siendo los resultados estadísticamente significativos ($r = 0,95$; $p = 0,05$).

5. CONCLUSIONES Y PROYECCIÓN FUTURA

Durante el desarrollo de este TFG se ha podido comprobar como la población de garcillas bueyeras instaladas en el dormitorio del Clot de Galvany acude frecuentemente a los vertederos para alimentarse. En febrero y marzo de 2024 se contabilizaron respectivamente, 2.288 y 2.210 garcillas bueyeras entre las dos plantas de tratamiento de residuos más próximas al dormitorio. Si suponemos que la totalidad de los individuos proceden del dormitorio del Clot de Galvany, ya que no se han detectado otros dormitorios importantes en la zona este año, en torno a un 93% de la población estaría haciendo uso de estos vertederos durante la temporada de invierno. Esta proporción sería por tanto superior a los datos obtenidos a través de los individuos provistos de emisores GPS, los cuales reflejan un 80% de uso de los vertederos. La diferencia entre ambos porcentajes se podría deber en parte, al pequeño tamaño de la muestra poblacional.

Por otro lado, gracias al uso de dispositivos de telemetría se ha comprobado que las garcillas bueyeras pueden cubrir distancias más grandes de las que se pensaba para visitar otros vertederos más alejados (vertedero de Piedra Negra). Finalmente, se puede corroborar que con la llegada de la primavera los individuos censados en el Clot de Galvany y en los vertederos descienden. Se tiene constancia de que estas aves se desplazan a las zonas de reproducción como son el Hondo, las salinas de Santa Pola o la Albufera de Valencia. Llegado este momento se detecta como las garcillas bueyeras cambian los patrones de alimentación acudiendo a los campos de cultivo donde la abundancia de insectos suple con creces sus necesidades alimentarias.

Sería interesante valorar las posibles consecuencias de la alimentación antrópica frente a la alimentación natural que se lleva en los cultivos. Quizás una forma de proceder pueda ser la realización de exámenes de las muestras recogidas en el dormitorio del Clot de Galvany y en las balsas de riego recopiladas durante los seguimientos de los ejemplares marcados, con el fin de caracterizar la composición de los elementos ingeridos en cada espacio y poder llegar a evaluar la calidad nutricional y los posibles efectos toxicológicos de estos.

Para finalizar, también podría ser de interés la repetición de este estudio una vez que las plantas de tratamiento de residuos urbanos alcancen su vida útil y sean clausuradas. De esta forma se podrían ver los efectos ocasionados en el tamaño poblacional de los dormideros y determinar el grado de dependencia de las garcillas buayeras de espacios antrópicos



6. ANEXOS

Tabla 4. Censos de garcillas bueyeras en el Dormidero del Paraje Natural Municipal el Clot de Galvany, durante los meses de enero y mayo de 2024.

| Fecha | Hora inicio | Duración (min) | Lugar | nº garcillas bueyeras |
|---------|-------------|----------------|--------------|-----------------------|
| 10/1/24 | 18:02 | 32 | Clot Galvany | 2237 |
| 4/2/24 | 18:14 | 56 | Clot Galvany | 2511 |
| 27/2/24 | 18:40 | 35 | Clot Galvany | 2377 |
| 13/3/24 | 18:54 | 37 | Clot Galvany | 2344 |
| 12/4/24 | 19:47 | 76 | Clot Galvany | 628 |
| 3/5/24 | 19:51 | 89 | Clot Galvany | 571 |

Tabla 5. Censos de garcillas bueyeras en el vertedero Baix-Vinalopó Els Cremats, durante los meses de enero y mayo de 2024.

| Fecha | Hora inicio | Duración (min) | Lugar | nº garcillas bueyeras |
|---------|-------------|----------------|---------------|-----------------------|
| 12/1/24 | 17:43 | 22 | Baix-Vinalopó | 895 |
| 4/2/24 | 7:54 | 120 | Baix-Vinalopó | 974 |
| 12/3/24 | 7:27 | 146 | Baix-Vinalopó | 1150 |
| 27/3/24 | 17:50 | 67 | Baix-Vinalopó | 445 |
| 16/4/24 | 7:34 | 86 | Baix-Vinalopó | 76 |
| 5/5/24 | 7:24 | 96 | Baix-Vinalopó | 88 |

Tabla 6. Censos de garcillas bueyeras en el vertedero Fontcalent, durante los meses de enero y mayo de 2024.

| Fecha | Hora inicio | Duración (min) | Lugar | nº garcillas bueyeras |
|---------|-------------|----------------|------------|-----------------------|
| 6/2/24 | 18:00 | 50 | Fontcalent | 1314 |
| 12/3/24 | 18:29 | 58 | Fontcalent | 1060 |
| 13/4/24 | 7:40 | 69 | Fontcalent | 283 |
| 19/5/24 | 6:48 | 72 | Fontcalent | 93 |

7. BIBLIOGRAFÍA

- Bartolomé, J., Igual, J., Sarasa, C., Garrido, J., y Fernandez Cruz, M. (1994). Factores que influyen en la productividad de la gaceta común (*Egretta garzetta*) y la garcilla bueyera (*Bubulcus ibis*) en Extremadura (SW de España). *Actas de las XII Jornadas Ornitológicas Españolas*, (pp. 23-32). Almerimar (El Ejido-Almería).
- Botella Robles, F., y Sánchez Zapata, J. A. (2005). Aves acuáticas y balsas de riego en Alicante: agua garantizada durante la sequía estival. *Quercus*; N°233, 16-21.
- Camiña Cardenal, Á., y Montelío Barrio, E. (2005). Evolución estacional de las aves no passeriformes asociadas al vertedero de R.S.U de Nájera. *Zubía*, 7-22.
- Cano Povedano, J. L. (2023). Biovectoring of plastic by white storks from a landfill to a complex of salt ponds and marshes. *Marine Pollution Bulletin*, 197, 115773.
- Chazarra-Bernabé, A., Lorenzo Mariño, B., Romero Fresneda, R., y Moreno García, J. V. (2022). *Evolución de los climas de Köppen en España en el periodo 1951-2020*. Madrid: Área de Climatología y Aplicaciones Operativas Agencia Estatal de Meteorología.
- De la Hera Portillo, Á., y Aranda, J. C. (2016). Aproximación hidrogeológica a los servicios ecosistémicos proporcionados por el humedal Clot de Galvany (Alicante, España). *Geo Temas*, ISSN 1576-5172, N°. 16, 331-334.
- Garrido, J. R., y Molina, B. (2023). *Las garzas en España. Población reproductora en 2020-2021 y método de censo*. Madrid: SEO/BirdLife.
- Garrido, J. R., Molina, B., y Del Moral, J. C. (2012). *Las garzas en España, población reproductora e invernante en 2010-2011 y método de censo*. Madrid: SEO/BirdLife.
- Gómez Tejedor, H. F. (1993). *Sucesion Fenológica de las aves no passeriformes en el vertedero de Badajoz*. Madrid.
- Gómez Tejedor, H., Fernández, A., y Morán, R. (1994). Ingesta de gomas elásticas en Garcillas Bueyeras (*Bubulcus ibis*). *Butlletí del Grup Catala d'Anellament*, 63-64.

- Kaza, S., Yao, L. C., Bhada-Tata, P., y Van Woerden, F. (2018). *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. World Bank.
- Martín-Vélez, V., y et al. (2024). Leakage of plastics and other debris from landfills to a highly protected lake by wintering gulls. *Waste Management*, 177, 13-23.
- Microsoft Corporation (2018), M. E. (n.d.).
- Mohammedi, A. (2020). Temporal variation of *Bubulcus ibis* L. diet in a semi-arid Mediterranean region in north Algeria. *Journal of Arid Environments*, Article 104285.
- Moreno Arroyo, B., Torres Esquivas, J. A., y Vega Pozuelo, R. (2009). Influencia de las gomillas elásticas sobre la conservación de malvasía cabeciblanca (*Oxyura leucocephala*) Manejo y control en las lagunas del sur de Córdoba. *Oxyura: Revista sobre las zonas húmedas*, 61-70.
- Muñoz, A. R. (1994). Censo invernal (1993-94) de Garcilla Bueyera (*Bubulcus ibis*) en dormidero, en la provincia de Málaga (Sur de España). *Actas de las XII Jornadas Ornitológicas Españolas*, (pp. 273-277). Almerimar.
- Muñoz, A. R. (1997). Censo invernal (1993-94) de Garcilla Bueyera (*Bubulcus ibis*) en dormidero, en la provincia de Málaga (Sur de España). *Actas de las XII Jornadas Ornitológicas Españolas*, (pp. 273-277). Almerimar.
- Pérez García, J. M., Polo Aparasi, T., y Tirado, M. (2023). Tamaño de la población de grajilla occidental en la Comunidad Valenciana: una aproximación mediante censos coordinados de concentraciones en dormideros y bandos durante el invierno. *CSIC*, 133-144.
- R Core Team (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, V. A.-p. (n.d.).
- Rodríguez, M. (2023). *El impacto de las goma elásticas en aves acuáticas: Evaluación de las fuentes y de la caústica del proceso de transferencia*.
- Secretaría de la Convención de Ramsar. (2018). *Perspectiva mundial sobre los humedales: Estado de los humedales del mundo y sus servicios a las personas*. Gland (Suiza).

Servei de Vida Silvestre i Xarxa Natura 2000, D. G. (2022). *Informe Técnico 02/2022: Censos de Aves Acuáticas Invernantes en las Zonas Húmedas de la Comunitat Valenciana.*

Servei de Vida Silvestre, D. G. (2019). *Informe Técnico 01/2019 : Censos de Aves Acuáticas Invernantes en las Zonas Húmedas de la Comunitat Valenciana.*

Vega Sánchez, V., Lomelí Chávez, C. I., Montañó Reyes, J. A., Reyes Rodríguez, N. E., Gómez de Anda, F. R., Calderón Apodaca, N. L., y Zepeda Velázquez, A. P. (2022). Elements that make up the diet of the Cattle Egret (*Bubulcus ibis*) in Hidalgo, Mexico . *Huitzil*.

