



EUROPEAN COMMISSION

CINEA

LIFE20 NAT/ES/000133

LIFE CONNECT RICOTÍ

**Structural and assisted connectivity improvement of
Dupont's lark (*Chersophilus duponti*) Iberian
metapopulation**

**Aplicaciones de la termografía para el estudio de poblaciones de passeriformes esteparios:
localización de nidos y capturas nocturnas**





Información del proyecto

Número del Grant agreement: LIFE20 NAT/ES/000133

Título del proyecto: Structural and assisted connectivity improvement of Dupont's lark (*Chersophilus duponti*) Iberian metapopulation

Acrónimo: LIFE CONNECT RICOTÍ

Beneficiario Coordinador: Universidad Autónoma de Madrid. Grupo de Ecología Terrestre (España)

Beneficiarios Asociados: Departament D'acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural, Generalitat de Catalunya (GenCat), Consejería de Desarrollo Sostenible. Dirección General del Medio Natural y Biodiversidad (CDS-DGMNB), Junta de Castilla y León (JCyL), Consorci Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya (CTFC), Forestal Catalana S.A. (FORCASA), Fundación Patrimonio Natural de Castilla y León (FPN), Innomaker Innovación y Desarrollo S.L. (INNOMAKER)

Fecha de inicio del proyecto: 15/09/2021

Fecha de final de proyecto: 31/12/2026

Beneficiario responsable del documento: UAM

Autor/es: Pedro Sáez

Acciones a las que contribuye este documento: C3

Número total de páginas: 19

DECLARACIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD

Este documento contiene información que es propiedad del Consorcio del proyecto LIFE CONNECT RICOTÍ.

Ni este documento ni la información contenida en el presente documento serán utilizados, duplicados o comunicados por cualquier medio a terceros, en su totalidad o en partes, excepto con el consentimiento previo por escrito del Beneficiario Coordinador del proyecto LIFE CONNECT RICOTÍ.



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	6
2. MATERIAL Y MÉTODOS	7
2.1. MATERIALES	7
2.2. PROCEDIMIENTOS DE BÚSQUEDA NOCTURNA	7
2.3. PROCEDIMIENTOS DE CAPTURA	9
2.4. MARCAJE DE HEMBRAS	10
3. RESULTADOS	10
3.1. LOCALIZACIÓN NOCTURNA DE NIDOS	10
3.2. CAPTURA NOCTURNA DE INDIVIDUOS	13
4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN	14
4.1. USO DE LA TERMOGRAFÍA PARA LA LOCALIZACIÓN DE NIDOS DE ALONDRA RICOTÍ	15
4.2. CAPTURAS NOCTURNAS DE ALONDRA RICOTÍ MEDIANTE EL USO DE CÁMARA TÉRMICA	17
4.3. CONCLUSIONES	17
5. REFERENCIAS	17



Resumen

En este documento se presentan los resultados obtenidos durante la primavera de 2023 en la localización de nidos y capturas nocturnas mediante el uso de cámaras térmicas. Se presenta la metodología empleada, así como el esfuerzo de muestreo realizado. En total se realizaron 46 recorridos nocturnos en 25 noches diferentes, con un total de 195,8 horas empleadas. El periodo de búsqueda de los nidos abarcó del 18 de abril al 5 de julio. El tiempo empleado en los recorridos varió entre 0,75 y 5,42 h ($\bar{x}=3,38$; $SD=1,2$) mientras que la longitud de cada uno de ellos osciló entre 0,53 y 5,24 km ($\bar{x}=3,09$; $SD=0,88$). Se detectaron 40 nidos pertenecientes a 4 especies diferentes, alondra ricotí (*Chersophilus duponti*; $n=2$), alondra común (*Aluda arvensis*; $n=19$), terrera común (*Calandrella brachydactyla*; $n=18$) y alcaudón común (*Lanius senator*; $n=1$). Se detectaron nidos de alguna de estas especies en todas las áreas prospectadas excepto en el área 'Hinojosa oeste'. Considerando cada recorrido de forma independiente, el número de nidos por unidad de esfuerzo (NPUE) para todo el conjunto de especies osciló entre 0,0 y 0,81 nidos/h ($\bar{x}=0,24$; $SD=0,25$). Es decir, en promedio se requieren 4 horas para localizar un nido de alguna de las cuatro especies detectadas. Considerando cada especie de forma independiente la alondra común mostró valores de NPUE entre 0,0 y 0,67 nidos/h ($\bar{x}=0,11$; $SD=0,17$); la terrera común alcanzó valores similares variando entre 0,0 y 0,49 nidos/h ($\bar{x}=0,10$; $SD=0,15$). La alondra ricotí fue la especie que mostró los valores promedios más bajos, $\bar{x}=0,03$ nidos/h ($SD=0,12$) con un rango entre 0,0 y 0,67. Es decir, en promedio se requieren >30 horas para localizar un nido de alondra ricotí. Se capturaron las dos hembras de alondra ricotí presentes en los nidos detectados. Además, durante los recorridos nocturnos se capturó un total de 18 individuos de alondra ricotí; 8 adultos macho y 10 juveniles. Nos se capturó ninguna hembra adulta de alondra ricotí fuera del nido. Junio fue el mes más productivo en capturas con el 61,11% del total. Los valores de capturas por unidad de esfuerzo (CPUE) para los datos de capturas nocturnas mostraron valores entre 0,0-0,33 con un promedio de 0,09 capturas/h ($SD=0,11$). En base a los resultados obtenidos sugerimos optimizar los esfuerzos de búsqueda centrándolos en determinados momentos del periodo reproductor. De igual manera proponemos explorar otras posibles técnicas para la localización de hembras adultas.

Summary

In this document, the results obtained during the spring of 2023 regarding nest localization and nighttime captures using thermal cameras are presented. The methodology employed, as well as the sampling effort, are described. In total, 46 nighttime surveys were conducted on 25 different nights (195.8 h in total). The nest search period spanned from April 18th to July 5th. The time spent on these surveys varied from 0,75 to 5,42 h ($\bar{x}=3,38$; $SD=1,2$), while the length of each survey ranged from 0,53 to 5,24 km ($\bar{x}=3,09$; $SD=0,88$). A total of 40 nests from 4 different species were detected: Dupont's lark (*Chersophilus duponti*; $n=2$), skylark (*Alauda arvensis*; $n=19$), short-toed lark (*Calandrella brachydactyla*; $n=18$), and woodchat shrike (*Lanius senator*; $n=1$). Nests of one of these species were found in all surveyed areas except in the 'Hinojosa west' area. Considering each survey independently, the number of nests per unit effort for all



species ranged from 0,0 to 0,81 nidos/h ($\bar{x}=0,24$; $SD=0,25$). That is, on average it takes 4 hours to locate a nest of any of the four species detected. When considering each species separately, the skylark showed CPUE values between 0,0 to 0,67 ($\bar{x}=0,11$; $SD=0,17$), and the short-toed lark achieved similar values ranging from 0,0 to 0,49 ($\bar{x}=0,10$; $SD=0,15$). Dupont's lark had the lowest average values, with a mean of $\bar{x}=0,03$ ($SD=0,12$) and a range between 0.0 and 0.67. That is, on average it takes >30 hours to locate a Dupont's lark nest. The two females of Dupont's lark in the detected nests were captured. During the nighttime surveys, a total of 18 Dupont's larks were captured; 8 adult males and 10 juveniles. No adult female Dupont's larks were captured outside of the nest. June was the most productive month for captures, accounting for 61.11% of the total. CPUE values for nighttime captures ranged from 0.0 to 0.33 with an average of 0.09 captures per hour ($SD=0,11$). Based on the results obtained, we suggest optimizing search efforts by focusing on specific moments during the breeding period. Similarly, we propose exploring other possible techniques for locating adult females.



1. INTRODUCCIÓN

La población española, y por tanto europea, de alondra ricotí (*Chersophilus duponti*) ha sufrido un declive del 29,9% entre los periodos 2004/2009 y 2017/2022 (Reverter et al. 2023). En la actualidad está formada por unos 2289 machos, que ocupan unos 624 km² distribuidos en 22 poblaciones y 95 subpoblaciones. Este elevado grado de aislamiento constituye un factor crítico para la conservación de la especie (Íñigo et al. 2008). Concretamente la comunidad autónoma de Castilla-La Mancha, donde se llevan a cabo las translocaciones del presente proyecto, ha experimentado un descenso del 13,64% desde los años 2004-2007, siendo 152 los machos de alondra ricotí detectados actualmente en dicha región (Reverter et al. 2023).

Dentro de los objetivos que se marcan en el presente proyecto se encuentra la translocación de individuos (acción C3, LIFE20 NAT/ES/000133). La translocación de individuos entre zonas fuente y destino se considera una medida de prioridad alta y de aplicación tanto a escala nacional como autonómica a medio plazo, según las acciones a ejecutar contempladas en el Borrador de la Estrategia Nacional de Conservación de la alondra ricotí (Traba et al. 2019). El objetivo de las translocaciones es: i) reforzar poblaciones en declive poblacional y que con un aporte de individuos pueden salir de la dinámica de extinción; ii) rescatar poblaciones recientemente extinguidas; iii) contribuir a la conectividad a escala regional.

Para ello es necesario realizar capturas de individuos en las poblaciones origen previamente seleccionadas, en el número y razón de sexos adecuado para que las translocaciones tengan éxito (ver Sáez-Gómez et al. *in press*). La factibilidad demográfica del programa de translocación se ha verificado mediante un análisis de viabilidad de población (AVP) como sugiere Traba et al. (2019), y que se presenta en el Programa de translocación de alondra ricotí (Sáez-Gómez et al. *in press*). Los resultados de dicho análisis sugieren que translocar aproximadamente 8-10 individuos al año (6M/4H óptimamente; 6M/2H alternativamente) durante 3 años alarga significativamente la viabilidad de estas poblaciones, mientras que la extracción de estos individuos no tiene efectos sobre las poblaciones donantes (Sáez-Gómez et al. *in press*). En este sentido, la supervivencia y reproducción de las hembras son los parámetros demográficos con mayor efecto sobre la viabilidad de la población y el éxito de las translocaciones.

Para la captura de individuos, el método más ampliamente utilizado ha sido el uso de ceos malla (30 x 22 cm) cebados y acompañados de un reclamo sonoro (Pérez-Granados et al. 2022). Estas trampas, inocuas para las aves, son ubicadas en los territorios o áreas de interés previamente identificadas y vigiladas permanentemente por personal cualificado. Sin embargo, este método presenta un fuerte sesgo en la proporción de sexos capturados siendo mayoritario el número de machos. A este hecho se le suma el marcado sesgo en la proporción de sexos que presentan las poblaciones de esta especie, muy desbalanceado hacia los machos. Algunos estudios previos han reportado valores en este sentido de 0.79 (Vögeli et al 2007) y 0.61 (Suárez et al 2009) en la proporción de sexos en distintas poblaciones ibéricas.



Dada la dificultad por tanto para capturar hembras usando el método tradicional descrito, durante la primavera de 2023 se ha realizado una experiencia piloto para la localización de nidos y para la captura de hembras fuera del nido empleando cámaras térmicas durante recorridos nocturnos. La búsqueda de nidos se realizó en diferentes núcleos poblacionales de alondra ricotí del norte de la provincia de Guadalajara y que son objeto de estudio del presente proyecto (ver resultados). El empleo de termografía en estudios de ecología ha experimentado un fuerte auge durante los últimos años facilitando la localización y captura de especies crípticas o elusivas (p.ej. *Alauda arvensis*, *Scolopax rusticola*, *Lymnocyptes minimus*) o el seguimiento no invasivo de nidos (Hughes et al. 2021, Wesley Paine et al. 2022).

La localización de hembras en nido o la captura de estas durante los recorridos nocturnos tiene por objeto su marcaje con radioemisores y radioseguimiento para su posterior localización y translocación fuera del periodo reproductor (ver Sáez-Gómez et al. *in press*). Cabe destacar que esta es la primera experiencia de un programa de translocaciones de la alondra ricotí, hecho que le imprime un marcado carácter innovador a la vez que supone un desafío logístico y técnico.

Los objetivos del uso de la termografía en el presente proyecto fueron: 1) evaluar la efectividad del uso de cámaras térmicas para la detección de nidos de alondra ricotí y, 2) testar el uso de cámaras térmicas como método de captura nocturna.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Materiales

Para la realización de los recorridos nocturnos se emplearon cámaras térmicas de última generación (*Pulsar Accodale 2 LRF XP50 Pro Binocular*). Para las capturas nocturnas se utilizó además una red circular de 60 cm de diámetro, mango de 2,5 m y una linterna de 5000 lumens (*Night Master NM1 XL*; Night Spark. Ltd) (Redfern & Clark 2001; Hughes et al. 2021). Para las capturas diurnas se emplearon cepos mallas o nasas (ver aptdo 2.3).

La georreferenciación de los recorridos (“tracks”), los nidos localizados y los individuos capturados se realizó mediante GPS manual (Garmin GPSMAP 64S) o tablet (Lenovo Tab M10 Plus). Para el anillamiento y toma de datos de los individuos capturados se utilizaron alicates de anillamiento, reglas metálicas, calibre y balanza digital. Para la toma de muestras biológicas (sangre, ectoparásitos) se utilizó el material sanitario que se detalla en Sáez-Gómez et al. (*in press*).

2.2. Procedimientos de búsqueda nocturna

Los recorridos nocturnos se realizaron en aquellas zonas donde previamente fue detectada la especie durante la realización de los censos (Entregable 10V2). Una vez seleccionada la zona a visitar, y con ayuda del GIS, se determinó el punto de inicio del recorrido para no repetirlo con recorridos previos. Con la ayuda del GPS de mano se marcaron los puntos intermedios y final del recorrido. Para evitar desvíos importantes respecto al trazado preestablecido, antes de iniciar el recorrido y durante el mismo se

fueron identificando (usando la cámara térmica) características orográficas que permitieran mantener la ruta hacia los puntos marcados. Durante la realización del recorrido se consultó periódicamente la ubicación en la que se encontraba el observador en relación con los puntos que conformaban el recorrido para corregir, si fuera necesario, las posibles desviaciones. En el momento del inicio del recorrido se inició su grabación ('track') en el GPS. Una vez finalizado se detuvo la grabación y se guardó en el dispositivo para su posterior descarga.

Los parámetros de contraste y brillo de la cámara térmica fueron corregidos y optimizados para las condiciones climatológicas de cada día. Una vez localizada un ave el observador procedía de la siguiente manera. En primer lugar se calcula, usando el telémetro que incorpora la cámara, la distancia a la que se encontraba el ave en cuestión. A continuación, cuando el observador se sitúa a unos 20-30 metros se enciende la linterna de mano y se acomoda la red de mano debidamente (sobre el hombro) para la posible posterior captura. El observador continúa con el acercamiento al ave de forma pausada y con el menor ruido posible.

Hasta el momento en el que el observador identifica el lugar exacto donde se encuentra el individuo, este llevará la cámara térmica, la linterna y la red de mano sujetas de forma conjunta (Figura 1). Cuando es identificada la ubicación exacta del ave con la luz visible (linterna), la cámara térmica puede permanecer colgada del cuello facilitando la captura con la red de mano. En este momento, el observador continúa la aproximación al ave sin dejar de alumbrarla con la linterna. Cuando la distancia existente entre el observador y el ave es de unos 3-4 metros puede tratarse de realizarse la identificación de la especie y si el individuo se encuentra incubando.

En caso de tratarse de una alondra ricotí fuera del nido se procedió a intentar su captura (ver apartado 2.3.). Cuando se trataba de individuos incubando (de cualquier especie) se registró la coordenada del nido, así como del número de huevos/pollos cuando fue posible.

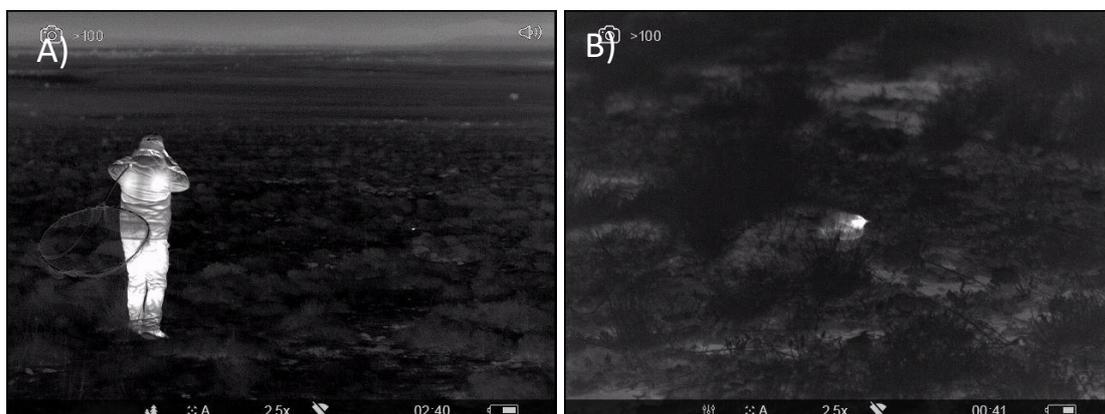


Figura 1. Localización mediante cámara térmica de aves posadas en el suelo durante la realización de los recorridos. Cálculo de la distancia a la que se encuentra el ave mediante el telémetro y ubicación de la misma en el entorno antes de encender la linterna. Se puede apreciar el punto luminoso que corresponde al ave posada en el suelo (A). Vista cercana de una alondra ricotí durmiendo (B).

2.3. Procedimientos de captura

Para la captura durante el día de hembras en nido (previamente localizados) o los machos de las mismas, se emplearon dos sistemas: 1) instalando varios cepos malla (2-3) sin reclamo en las inmediaciones del nido (Figura 2) o 2) instalando una nasa alrededor del nido durante el día, cuando la hembra se encuentra fuera de este (Figura 3). Al regresar la hembra al nido, esta accede al nido por la entrada de la nasa (en forma de embudo) no pudiendo encontrar a salida cuando intente huir.



Figura 2. Alondra ricotí macho capturado en las inmediaciones del nido mediante el uso de cepto malla cebado con larvas de tenebrio (*Tenebrio molitor*) y sin uso de reclamo sonoro.



Figura 3. Nasa empleada para la captura diurna de hembras en nido. La nasa es instalada alrededor del nido de modo que la hembra accede al nido por la única entrada existente (en forma de embudo). Cuando el personal técnico se aproxima, el ave sale del nido sin encontrar la salida, momento que es aprovechado para poder extraer al individuo abriendo una trampilla existente en la cara superior.

Las capturas realizadas durante los recorridos nocturnos se llevaron a cabo mediante la técnica de foqueo (Ward et al. 1989). Cuando el observador está situado a unos 2 metros

aproximadamente del ave, este procederá a la captura depositando la red circular de forma decidida, pero sin realizar excesiva fuerza para evitar posibles lesiones si el ave vuela en el último instante. La luz de la linterna nunca deberá dejar de alumbrar al ave y se evitará que las piernas o la red de mano intercepten el haz de luz, hecho que provocaría su huida.

2.4. Marcaje de hembras

Las hembras capturadas fueron marcadas con radioemisores programables CTx (Lotek Ltd.) para su seguimiento en la población donante y posible translocación antes de la reproducción del siguiente año (Figura 4, Sáez-Gómez et al. *in press*).

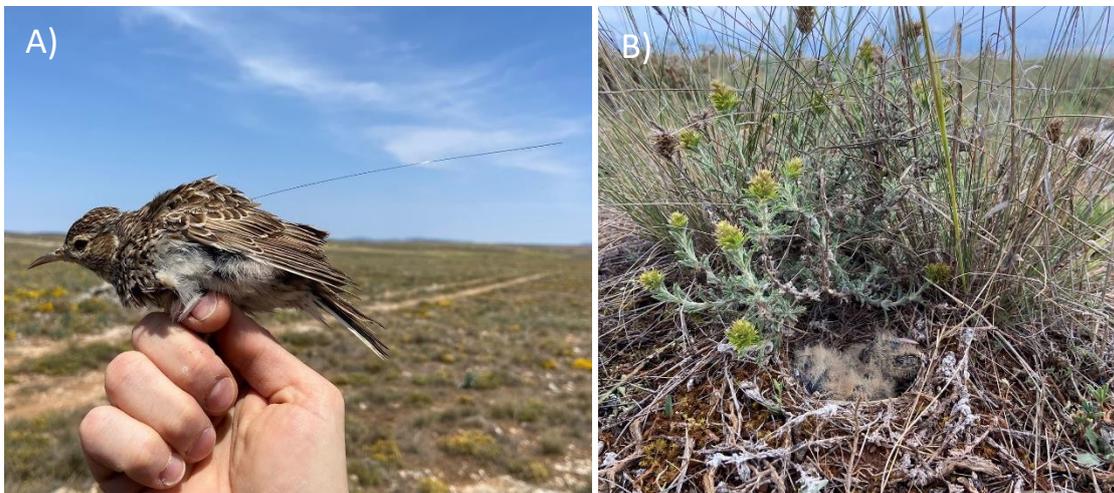


Figura 4. Hembra de alondra ricotí equipada con un radioemisor CTx (Lotek Ltd.) (A); nido de alondra ricotí fotografiado durante las tareas de seguimiento (B).

3. RESULTADOS

3.1. Localización nocturna de nidos

Durante la primavera de 2023 se realizaron 46 recorridos nocturnos en 25 noches diferentes que supusieron 145,3 km recorridos en 195,8 horas. El periodo de búsqueda de nidos abarcó del 18 de abril al 5 de julio siendo junio el mes en el que más recorridos se realizaron (n=24). El tiempo empleado en los recorridos varió entre 0,75 y 5,42 h (\bar{X} =3,38; SD=1,2) mientras que la longitud de cada uno de ellos osciló entre 0,53 y 5,24 km (\bar{X} =3,09; SD=0,88).

Los recorridos fueron realizados en 10 parcelas en las que se realizan diferentes transectos para el censo de alondra ricotí (Entregable 10V2). El número de visitas o recorridos para cada área varió dependiendo del número de machos censados, oscilando estas entre 1 y 23 (Tabla 1). La distancia y superficie acumulada prospectada en los 46 recorridos alcanzó los 145,29 km y 452,21 ha respectivamente (Tabla 1). Para estimar la superficie prospectada se utilizó un valor 'buffer' de 15 m. Este valor fue

utilizado como la distancia media a la que las aves pueden ser detectadas por el observador durante los censos ya que la detectabilidad de las aves varía en función de la altura y la cobertura de la vegetación existente (obser. pers.).

El esfuerzo de muestreo, capturas (nidos) por unidad de esfuerzo (CPUE), fue calculado como el número de nidos encontrados entre el tiempo empleado (h). Se calculó el CPUE para cada uno de los recorridos de forma individual, así como cada una de las semanas del periodo de estudio. Estos cálculos se realizaron de forma independiente para cada especie (excepto el alcaudón común; $n=1$) y para el conjunto de todas ellas.

Tabla 1. Relación del número de recorridos realizados para cada una de las áreas visitadas. Se incluye la distancia acumulada recorrida así como la superficie prospectada y el número de machos censados en cada una de las áreas en las que se realizaron búsquedas nocturnas.

Área	Nº recorridos	Distancia acumulada (km)	Superficie acumulada (ha)	Censo machos ricotí (2023)
Hinojosa Este	2	10,08	36,28	10
Hinojosa Oeste	3	8,29	29,21	14
Loma Oeste	4	9,52	22,56	7
Anguita	2	4,14	14,52	NA
Tartanedo	5	15,05	42,29	8
Torrubia	2	6,75	21,29	6
Tortuera centro	2	10,48	31,72	4
Tortuera centro 3	1	3,09	10,08	6
Tortuera centro 4	21	65,57	189,71	21
Tortuera Este	4	15,32	54,44	7
Total	46	145,29	452,1	83

Se detectaron un total de 40 nidos pertenecientes a 4 especies diferentes, alondra ricotí (*Chersophilus duponti*; $n=2$), alondra común (*Aluda arvensis*; $n=19$), terrera común (*Calandrella brachydactyla*; $n=18$) y alcaudón común (*Lanius senator*; $n=1$). Se detectaron nidos de alguna de estas especies en todas las áreas prospectadas excepto en el área 'Hinojosa oeste' (Tabla 2, Figura 5).

Tabla 2. Relación de los nidos detectados por especies para cada una de las áreas prospectadas

Área	Alcaudón común	Alondra común	Alondra ricotí	Terrera común	Total
Anguita	0	1	0	1	2
Hinojosa Este	1	1	0	2	4
Hinojosa Oeste	0	0	0	0	
Loma Oeste	0	2	0	0	2
Tartanedo	0	3	0	0	3
Torrubia	0	1	0	0	2
Tortuera centro	0	0	0	1	1
Tortuera centro 3	0	2	0	0	1

Área	Alcaudón común	Alondra común	Alondra ricotí	Terrera común	Total
Tortuera centro 4	0	8	2	13	24
Tortuera Este	0	1	0	1	2
Total	1	19	2	18	40

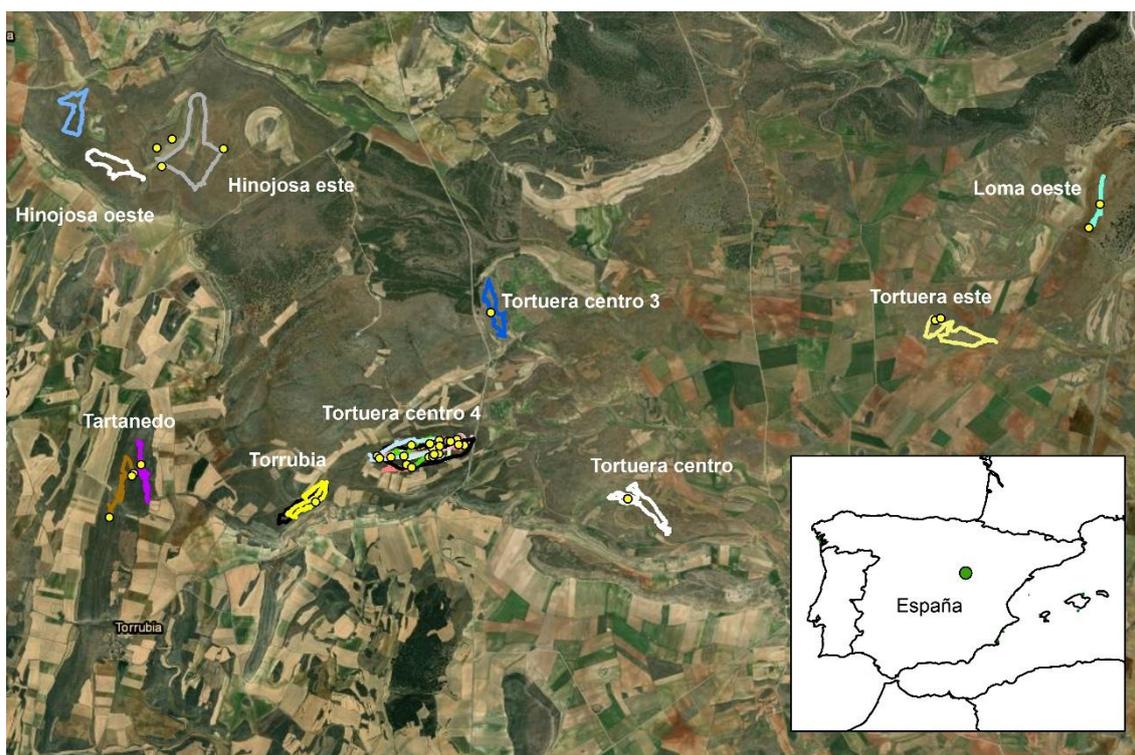


Figura 5. Localización de los diferentes recorridos realizados para cada una de las áreas prospectadas en la población de Molina de Aragón. Los puntos en color amarillo indican la ubicación de los nidos detectados.

Considerando cada recorrido de forma independiente, el número de nidos por unidad de esfuerzo para todo el conjunto de especies osciló entre 0,0 y 0,81 nidos/h ($\bar{x}=0,24$; $SD=0,25$). Es decir, en promedio se requieren 4 horas para localizar un nido de alguna de las cuatro especies detectadas. Considerando cada especie de forma independiente la alondra común mostró valores de CPUE entre 0,0-0,67 nidos/h ($\bar{x}=0,11$; $SD=0,17$); la terrera común alcanzó valores similares variando entre 0,0 y 0,49 nidos/h ($\bar{x}=0,1$; $SD=0,15$). La alondra ricotí fue la especie que mostró los valores promedios más bajos, $\bar{x}=0,03$ ($SD=0,12$) con un rango entre 0,0 y 0,67 nidos/h. Es decir, en promedio se requieren >30 horas para localizar un nido de alondra ricotí. Se capturaron las dos hembras de alondra ricotí presentes en los nidos detectados.

El análisis por semanas para todo el conjunto de especies mostró un mayor número de nidos (mayores valores de CPUE) durante el mes de junio y julio encontrándose el valor

máximo en la primera semana de julio (CPUE=0,41; Figura 6). Por el contrario, abril fue el mes donde se detectó un menor número de nidos en relación al esfuerzo empleado (rango: 0,0 -0,2). Por especies, para la alondra común la semana del 26 de junio al 2 de julio fue cuando se detectó un mayor número de nidos en relación a las horas de búsquedas realizadas (CPUE= 0,23); la semana del 12-18 de junio fue el periodo donde se alcanzaron valores máximos de CPUE para la terrera común (0,29). Por último, la alondra ricotí mostró los valores mayores durante la tercera semana de mayo (CPUE=0,13) (Figura 6).

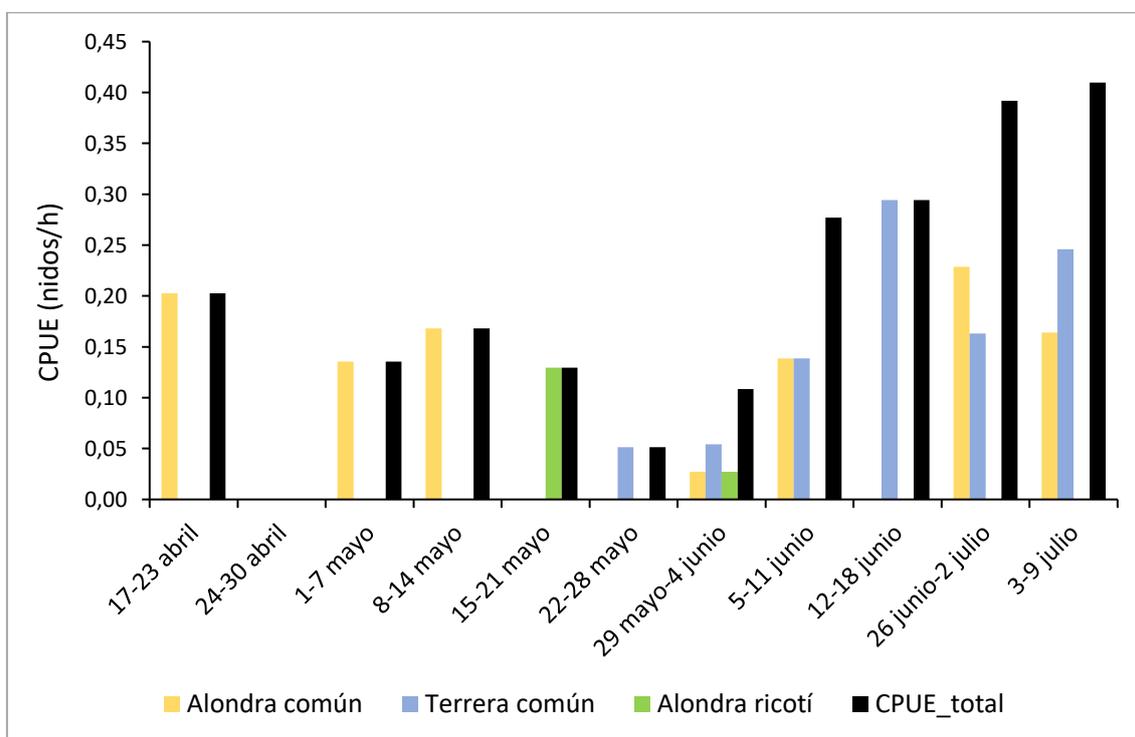


Figura 6. Histograma representando los valores de número de nidos detectados en relación con el tiempo empleado en su búsqueda (CPUE; nidos/h). Se muestran los valores por especie y los valores totales cada una de las semanas del periodo de estudio. Nota: la semana del 19-25 de junio no se realizaron recorridos.

3.2. Captura nocturna de individuos

Durante los recorridos nocturnos se capturó un total de 18 individuos de alondra ricotí repartidos de la siguiente manera por edades y sexo: 8 adultos macho; 7 juveniles con el plumaje totalmente crecido (3 machos; 1 hembra; 3 desconocidos); 3 pollos con el plumaje creciendo (2 hembras; 1 desconocido). Para el datado y sexado se siguió el criterio empleado por Vögeli et al. 2007. El 77,8% de las capturas (n=14) se realizaron en la parcela 'Tortuera centro 4'. El resto de las capturas se realizó en las áreas de 'Hinojosa Este' y 'Torrubia'. No se capturó ninguna hembra adulta de alondra ricotí que no se encontrara incubando. Junio fue el mes más productivo en capturas con el 61,11% del



total. Los valores de CPUE para los datos de capturas nocturnas mostraron valores entre 0,0-0,33 con un promedio de 0,09 capturas/h (SD=0,11).

Debido a que la especie objeto de estudio es la alondra ricotí no se emplearon esfuerzos en capturar las otras especies detectadas durante los recorridos.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

La termografía se está convirtiendo en una herramienta eficaz y cada vez más empleada en los estudios de ecología. Sus aplicaciones son múltiples y van desde el estudio de la termorregulación, a la etología o el bienestar animal (Godyn et al. 2013, Lathlean & Seuront 2014, Seuront & Ng 2016). Está permitiendo obtener grandes cantidades de datos de especies crípticas y elusivas de las que hasta hace poco de desconocían muchos aspectos básicos de su historia natural (p.ej. Whitworth et al. 2016). Específicamente en el ámbito de la ecología de aves, estas herramientas están suponiendo una revolución en el censo de poblaciones, así como en la captura y marcajes de individuos (Rendfern & Clark 2001; Hughes et al. 2021). La irrupción de las cámaras térmicas en el mercado civil está extendiendo su uso entre los ecólogos, sin embargo, su uso no está exento de limitaciones técnicas.

Una cámara termográfica (o cámara térmica) mide la temperatura y ofrece una imagen térmica de los objetos, sin necesidad de contacto, a partir de las emisiones de radiación infrarroja de estos. Los objetos emiten una cantidad de radiación infrarroja en función de su temperatura. Generalmente, a mayor temperatura del objeto, mayor es su radiación. Estas cámaras proporcionan imágenes que permiten observar cómo irradia calor un objeto registrando la temperatura de cada pixel de la imagen y asignándole un tono de color. La detección de la temperatura se realiza mediante la captación de diferentes niveles de luz infrarroja, invisible a la vista humana, que es irradiada por los objetos. En este sentido, cuanto más caliente es un objeto, más radiación infrarroja emitirá. Estos dispositivos convierten esta radiación en una imagen visible para el ser humano. Por lo tanto, la efectividad en la detección de animales dependerá de la diferencia de temperatura entre el ambiente (p.ej. suelo) y los animales que allí se encuentran. En aquellos lugares con temperaturas más bajas será más fácil detectar los objetos (animales) mientras que en zonas cálidas la detectabilidad se verá reducida notablemente.

Además, como ya se ha indicado, la altura de la vegetación y su cobertura constituyen otro importante condicionante en la detección de animales. La vegetación interrumpe la llegada de la radiación infrarroja de modo que si existe alguna vegetación entre el objeto y la cámara esta no lo detectará. Esto conlleva la necesidad de una continua visualización de la zona en diferentes ángulos y direcciones para completar una prospección detallada.



4.1. Uso de la termografía para la localización de nidos de alondra ricotí

A los condicionantes ya mencionados se les unen otros dos para el caso concreto de la alondra ricotí. Por un lado, la especie presenta un marcado carácter elusivo, es extremadamente esquiva y reacia a volar incluso cuando hay humanos cerca (Vögeli et al. 2008) y tiende a permanecer oculta o huir andando sin ser vista cuando detecta alguna amenaza. Por este motivo la mayoría de los contactos con la especie son auditivos y los avistamientos son difíciles de realizar. Respecto a los nidos, estos son construidos generalmente con orientación noreste, en el suelo junto a un matorral (Pérez-Granados et al. 2017; Barrero et al. 2023). Por lo tanto, las búsquedas de nidos deben realizarse, dentro de lo posible, siguiendo una orientación suroeste.

Además, las observaciones realizadas durante el seguimiento de las hembras radiomarcadas parecen indicar un carácter especialmente esquivo de estas respecto a los machos. Este comportamiento puede estar condicionado por el momento del periodo reproductor así como por la época del año, ya que durante algunas visitas exploratorias realizadas en invierno se observó un comportamiento de la especie mucho más esquivo en general. Para poder respaldar estas hipótesis es necesario recopilar más información que permita un análisis adecuado.

Por otro lado, las poblaciones de esta especie presentan un marcado sesgo en la razón de sexos (*'sex ratio'*), siendo mayor la abundancia de machos adultos respecto a las hembras. Algunos estudios anteriores han aportado información al respecto informando valores de entre 0,61 y 0,79 (Vögeli et al 2007, Suárez et al 2009) en la proporción de sexos de distintas poblaciones ibéricas.

Aunque las proporciones de sexo sesgadas en adultos son comunes en las poblaciones de aves silvestres, muchas preguntas siguen hoy en día sin respuesta (ver Donald 2007). Por lo general en aves silvestres, los machos adultos son entre un 33% y un 64% más abundantes que las hembras (revisado por Donald 2007). Este sesgo no se detecta para muchas especies en la descendencia (pollos) (Donald 2007; Serrano-Davies et al. 2022). Este patrón se ajusta a lo observado en la alondra ricotí en donde, a pesar del reducido tamaño muestral de nidos presentados por Suarez et al. 2009 (n=5), la proporción de sexos encontrados en los polluelos no difirió de la proporción 1:1. Esta circunstancia parece ser frecuente en las poblaciones de especies globalmente amenazadas, con las consecuentes implicaciones en conservación que conlleva (Donald 2007; Serrano-Davies et al. 2022). El principal factor causante de este sesgo en la edad adulta parece ser una mayor mortalidad de hembras, sea debido a los costes reproductivos o a una tasa de depredación mayor asociada también a la reproducción. En este sentido una mejor comprensión de las dinámicas poblacionales de las aves en general y de la alondra ricotí en particular podría contribuir a la conservación de la especie.

Gracias a los censos realizados en las mismas zonas que fueron prospectadas por la noche se puede realizar una estima del número de machos y hembras (Tabla 3). Para ello hemos utilizado los datos del número de machos censados y aplicamos el valor

promedio considerado para la proporción de sexos (0,70), a partir de las dos estimas publicadas (0,61 y 0,79; Vögeli et al 2007, Suárez et al 2009).

Para el conjunto de las diez parcelas prospectadas durante 2023 se censó un total de 83 machos, lo que correspondería a 36 hembras y una población total de 119 individuos. Considerando estas estimaciones por áreas, el número de hembras oscilaría entre 3 y 9, encontrándose el valor más alto en la parcela que más visitas tuvo ('Tortuera centro 4'; Tabla 3).

Tabla 3. Número de machos, hembras y número total de alondras ricotí presentes en las diferentes áreas que fueron prospectadas durante los recorridos nocturnos.

Localidad	Censo	N.º machos (2023)	N.º hembras (0.70 sex ratio)	N.º total
Hinojosa	Hinojosa Este	10	4	14
Hinojosa	Hinojosa Oeste	14	6	20
Anguita	NA	NA	NA	NA
Tartanedo	Tartanedo	8	3	11
Torrubia	Torrubia	6	3	9
Torrubia	Tortuera centro 4	21	9	30
Tortuera	Tortuera centro	4	2	6
Tortuera	Tortuera centro 3	6	3	9
Tortuera-Embid	Loma Oeste	7	3	10
Tortuera-Embid	Tortuera Este	7	3	10
Total		83	36	119

Si comparamos los datos de 2023 con los obtenidos con antelación al inicio del presente proyecto (Aguirre et al. 2016) observamos un declive en la ZEPA "Lagunas y parameras del Señorío de Molina" del 42.5% (207 vs. 119) entre 2016 y 2023. Este hecho supone una dificultad añadida para la detección y marcaje de hembras candidatas a ser translocadas.

Tabla 4. Censos de machos realizados en la ZEPA "Lagunas y parameras del Señorío de Molina" durante el programa de seguimiento en el entorno de los parques eólicos (Aguirre et al. 2016). Se usó una proporción de sexos de 0,70 para la estimación del número de hembras.

	N.º machos								N.º hembras Total	
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2016	2016
ZEPA E Hinojosa	8	10	16	26	27	32	28	24	10	34
ZEPA N Torrubia	4	6	5	6	5	7	9	10	4	14
ZEPA W CM210	-	13	23	30	21	23	33	41	18	59
ZEPA E CM210	2	14	25	31	34	18	26	30	13	43



	N.º machos								N.º hembras	Total
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2016	2016
ZEPa N Embid	-	-	-	-	44	44	29	40	17	57
Total	14	43	69	93	131	124	125	145	62	207

4.2. Capturas nocturnas de alondra ricotí mediante el uso de cámara térmica

Los recorridos nocturnos no reportaron ninguna captura de individuos hembra adultos. Como ya se ha indicado, las observaciones de las hembras radiomarcadas parecen indicar un comportamiento especialmente esquivo de estas en comparación con los machos. Esto, unido al reducido tamaño poblacional de las hembras (ver apartado anterior), parece ser la causa de los resultados obtenidos. No se pudo calcular la efectividad en las capturas de alondra ricotí ya que en numerosas ocasiones las aves volaron antes de poder identificar la especie.

4.3. Conclusiones

El comportamiento esquivo de la alondra ricotí y la abundancia tan reducida de hembras supone un importante desafío a la hora de localizar y capturar hembras con fines de translocación. El método aquí presentado no es efectivo para detectar nidos con una abundancia tan baja si bien puede resultar útil para otras especies más abundantes seleccionando las fechas más adecuadas para ello. Por ejemplo, durante los últimos 15 recorridos realizados (junio-julio) se emplearon 88,5 horas para detectar 29 nidos (pertenecientes a alondra común y terrera común), lo que corresponde a 0,32 nidos/h o lo que es lo mismo, detectar un nido cada 3 horas aproximadamente.

El uso de cámaras térmicas puede resultar útil para realizar observaciones de individuos radiomarcados. Para la búsqueda de nidos de alondra ricotí se deben explorar otras técnicas como la utilización de perros. La combinación de la termografía y los perros ha resultado muy efectiva para la detección de especies crípticas y elusivas presentes en áreas con diferente grado de cobertura vegetal (ver Karp 2020).

5. REFERENCIAS

Aguirre, J.L., Aparicio, A., Talabante, J.L. & Larrán, J.L. (2016). *Programa de seguimiento de la población de Alondra Ricotí (Chersophilus duponti) en el entorno de los parques eólicos de Loma Gorda, San Gil, El Picazo, La Peña I y La Peña II, y en la ZEPa "Lagunas y Parameras del Señorío de Molina" (Guadalajara). Informe Final 2016*. Cátedra de Medio Ambiente, Fundación Universidad de Alcalá. Informe inédito.

Barrero, A, Cortés Caballero, B., Reverter, M., Gómez-Catasús, J., Bustillo-de la Rosa, D., Zurdo, J., Pérez-Granados, C. & Traba, J. (2023) Exploring nest features and nesting niche segregation in five steppe passerines. *Ardeola*, 70(2), 201-224.



- Donald, P. F. (2007). Adult sex ratios in wild bird populations. *Ibis*, 149(4), 671-692.
- Godyn, D., Herbut, E., & Walczak, J. (2013). Infrared thermography as a method for evaluating the welfare of animals subjected to invasive procedures-a review/Termografia jako metoda oceny dobrostanu zwierząt poddanych inwazyjnym zabiegom-artykuł przeglądowy. *Annals of Animal Science*, 13(3), 423.
- Gottwald, J., Zeidler, R., Frieß, N., Ludwig, M., Reudenbach, C. & Nauss, T. (2019). Introduction of an automatic and open-source radio-tracking system for small animals. *Methods in Ecology and Evolution*. 10.1111/2041-210X.13294.
- Hughes, M., Hopwood, P., Dolan, M., & Dolan, B. (2021). Applications of thermal imaging for bird surveys: examples from the field. *Ringing & Migration*, 36(2), 78-81.
- Ínigo, A., Garza, V., Tella, J.L., Laiolo, P., Suárez, F. y Barov, B. 2008. Action Plan for the Dupont's Lark *Chersophilus duponti* in the European Union.
- Karp, D. (2020). Detecting small and cryptic animals by combining thermography and a wildlife detection dog. *Scientific reports*, 10(1), 5220.
- Lathlean, J., & Seuront, L. (2014). Infrared thermography in marine ecology: methods, previous applications and future challenges. *Marine Ecology Progress Series*, 514, 263-277.
- Pérez-Granados, C., López-Iborra, G.M., Garza, V. & Traba, J. (2017). Breeding biology of the endangered Dupont's Lark *Chersophilus duponti* in two separate Spanish shrub-steppes. *Bird Study*, 64, 328–338.
- Pérez-Granados, C., Sáez-Gómez, P. & López-Iborra, G.M. (2022). Breeding dispersal movements of Dupont's Lark *Chersophilus duponti* in fragmented landscape. *Bird Conservation International*, 32, 53–63.
- Redfern, C.P. & Clark, J.A. (2001). *Ringers' manual*. British Trust for Ornithology.
- Reverter, M., Pérez-Granados, C., López-Iborra, G.M., García-Mellado, A., Aledo-Olivares, E., Alcántara, M., Aranda, A., Barrero, A., Bota, G., Bustillo-de la Rosa, D., et al. (2023). Range Contraction and Population Decline of the European Dupont's Lark Population. *Diversity*, 15, 928. <https://doi.org/10.3390/d15080928>
- Sáez-Gómez, P., Canessa, S., Navalpotro H., Puig Ribas M., Santos Torres A., Barrero Diego A., Bota G., Cabezón Ponsoda O., Giralt D., Reverter Cid M., Traba Díaz J. (In press) Plan de translocación 2023-2026 para la alondra ricotí *Chersophilus duponti* en el marco del proyecto LIFE Connect Ricotí LIFE20 NAT/ES/000133. Versión 1.
- Serrano-Davies, E., Traba, J., Arroyo, B., Mougeot, F.R., Cuscó, F., Mañosa, S., Bota, G., Faria, N.R., Villiers, A., Casas, F., Attie, C., Devoucoux, P., Bretagnolle, V., Morales, M.B. (2022) Biased adult sex ratios in Western Europe populations of Little Bustard (*Tetrax tetrax*) as a potential warning signal of unbalanced mortalities. *Bird Conservation International*, 33, e40: 1–8.



- Seuront, L., & Ng, T. P. (2016). Standing in the sun: infrared thermography reveals distinct thermal regulatory behaviours in two tropical high-shore littorinid snails. *Journal of Molluscan Studies*, 82(2), 336-340.
- Suárez, F., García, J.T., Carriles, E., Calero-Riestra, M., Agirre, A., Justribó, J.H. & Garza, V. (2009a). Sex-ratios of an endangered lark after controlling for a male-biased sampling. *Ardeola*, 56, 113-118.
- Tella, J.L., Vögeli, M., Serrano, D. & Carrete, M. (2005). Status of the threatened Dupont's lark in Spain: overestimation, decline, extinction of local populations. *Oryx*, 39, 15.
- Traba, J., Garza, V., García-Antón, A., Gómez-Catasús, J., Zurdo, J., Pérez-Granados, C., Morales, M.B., Oñate, J.J., Herranz, J. & Malo, J. (2019). Criterios para la gestión y conservación de la población española de alondra ricotí *Chersophilus duponti*. *Fundación Biodiversidad, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid*.
- Vögeli, M., Serrano, D., Tella, J.L., Méndez, M. & Godoy, J.A. (2007). Sex determination of Dupont's lark *Chersophilus duponti* using molecular sexing and discriminant functions. *Ardeola*, 54, 69–79.
- Vögeli, M., Laiolo, P., Serrano, D. & Tella, J.L. (2008). Who are we sampling? Apparent survival differs between methods in a secretive species. *Oikos*, 117, 1816–1823.
- Ward, D., Nuttall, R. & Snyman, A. (1989). An evaluation of some capture techniques for grassland birds. *South African Journal of Wildlife Research-24-month delayed open access*, 19(2), 77-79.
- Wesley Payne, Daniel Wade, Ian Hartley & Jen Shemmings-Payne (2022). An evaluation of thermal imaging as a tool for assessing occupancy of enclosed nests, Ringing & Migration, 37:1-2, 26-36, DOI: 10.1080/03078698.2022.2160788
- Whitworth, A., Braunholtz, L. D., Huarcaya, R. P., MacLeod, R., & Beirne, C. (2016). Out on a limb: arboreal camera traps as an emerging methodology for inventorying elusive rainforest mammals. *Tropical Conservation Science*, 9(2), 675-698.