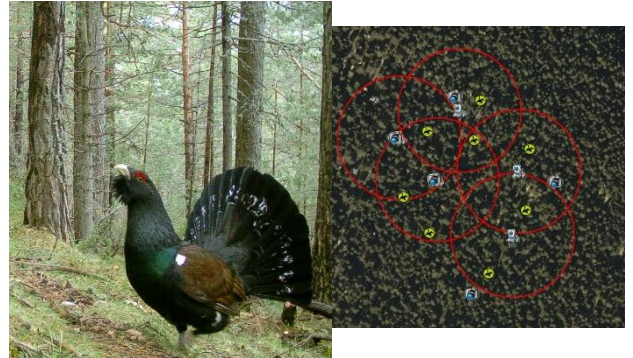


# Protocolo de seguimiento del urogallo común (*Tetrao urogallus*) con métodos acústicos y de fototrampeo

Autores: David Guixé y Xavier Florensa  
Centro de Ciencia y Tecnología Forestal de Cataluña  
2020



## 1. Introducción

Una técnica muy utilizada en el seguimiento y estudio de la fauna silvestre es el Fototrampeo. La captura con cámara es un método no invasivo que registra datos de forma continua durante un período de tiempo prolongado (Winarnni et al., 2004; Swann et al., 2004; Dougherty & Bowman, 2012; Gregersen & Gregersen, 2014; Demers & Robinson-Nilsen, 2012). El uso de cámaras reduce bastante las molestias humanas durante el muestreo de cantaderos y proporciona una valiosa estimación del número de machos y hembras de urogallo que están en un lek (Merta et al., 2013). A su vez, esta metodología incrementa el conocimiento de los patrones de comportamiento y de su fenología. El escaneo previo en busca de excrementos en los sitios donde cantan del área de estudio es esencial para ubicar los mejores lugares donde instalar las cámaras.

Por otro lado, los animales producen sonidos. Aves, anfibios, invertebrados o mamíferos cantan, gritan, etc. Es posible utilizar estas señales para detectar animales en lugares remotos, para identificar qué especies están presentes o para trabajar en sus estimaciones de etología o población. Cada especie de ave produce sonidos bastante específicos y se pueden grabar fácilmente utilizando sistemas de grabación automatizados o controlados manualmente.

La grabación de vocalizaciones se ha utilizado para controlar varias especies de aves, como el avetoro (Gilbert *et al.*, 2002), el guión de codornices (Peake & McGregor, 2001), el chotacabras europeo (Zwart *et al.*, 2014), la alondra ricotí y el abejaruco (Pérez-Granados *et al.*, 2019) o el urogallo (Abrahams & Denny, 2018; Abrahams, 2019). La grabación sonora desatendida es especialmente aplicable en situaciones donde las poblaciones son remotas, sensibles a las perturbaciones o la especie es críptica, ya que se pueden instalar grabadoras en el campo durante largos períodos de tiempo con molestias mínimas sobre la especie objetivo.

Se están elaborando protocolos estandarizados para el uso de la bioacústica en varias regiones, como Inglaterra (ver Abrahams, 2018). En el marco de Interreg HABIOS, que tiene como objetivo mejorar el conocimiento de especies forestales y/o bioindicadoras amenazadas, y en base a la acción en particular del uso de nuevas tecnologías para el estudio de la fauna en los Pirineos, se han realizado seguimientos y estimaciones de varias especies con falta de información actual. Estas nuevas metodologías de estudio pueden ser complementarias a otros métodos más tradicionales e incluso decisivas para conocer el estado de la población y/o la distribución de algunas especies. En este fin, se han seleccionado especies que se ya se habían monitoreado anteriormente con estaciones de escucha y mucho esfuerzo sobre el terreno. Hay que destacar en esta labor la colaboración del Grupo de estudio de la Naturaleza del Solsonés (GNS) que en el marco del proyecto Biosol realiza un seguimiento participativo de la biodiversidad desde hace años (Guixé *et al.* 2019).

El estudio de la bioacústica es un buen sistema de monitoreo durante el período de celo especialmente. Se pueden hacer grabaciones de largos períodos de tiempo, capacidad para reproducir los sonidos y replicar análisis, disponibilidad de archivos de audio post-estudio, capacidad de estandarizar el análisis, reducción del sesgo del observador, disminución de molestias en la vida silvestre, posibilidad de compartir esos archivos con otros investigadores, eliminación de laboriosas estaciones de escucha durante la noche, etc... Son algunas de las ventajas de utilizar grabadoras automáticas para el estudio de fauna.

Estudios y experiencias como el seguimiento de la actividad de urogallo en cantaderos (Abrahams, 2019; Guixé *et al.*, 2020) o las contribuciones de la grabación autónoma para la detección del canto del mochuelo boreal de la *Office National des Forêts* (ONF) muestran la eficacia de estos equipos de grabación acústica en el estudio de especies de difícil seguimiento y detección.

Desde el Centro de Ciencia y Tecnología Forestal de Cataluña (CTFC), se está creando un grupo de trabajo especializado en el campo de la bioacústica para censar especies raras y esquivas y para analizar paisajes sonoros. Se ha trabajado ambientes diversos como en las zonas agrícolas estudiando la alondra ricotí (*Chersophilus duponti*) o el abejaruco (*Merops apiaster*) y en ambientes forestales realizando estudios acústicos de urogallo (*Tetrao urogallo*), becada (*Scolopax rusticola*) y mochuelo boreal (*Aegolius funereus*), o en zonas de alta montaña con la perdiz pardilla (*Perdix perdix*) y perdiz roja (*Alectoris rufa*).

## 2. Objetivos

1. Conocer el número de machos y la frecuencia de hembras en cantaderos.
2. Obtener datos de la fenología y la actividad diaria de los urogallos en época de canto.
3. Obtener datos de frecuencia de otras especies competidoras o depredadoras en el área de canto de los urogallos.
4. Objetivos secundarios:
  - a. Comparar diferentes metodologías de censos en cantaderos: con hide, a pie, trampeo fotográfico, bioacústica y genética.
  - b. Obtener datos de la presencia de otras especies de interés de conservación como la becada, el mochuelo boreal, pito negro, agateador norteño, etc.
  - c. Probar un índice de biodiversidad total (diurno+nocturno en bosques)

## 3. Test de eficiencia

Se ha querido probar la eficiencia de la metodología para evaluar el método. Con el fin de determinar las distancias óptimas y las distancias límite en las que diferentes tipos de grabadoras son capaces de detectar los reclamos del urogallo, se ha llevado a cabo un estudio con reclamos.

### 3.1 Tipos de grabadoras

Para el estudio acústico del mochuelo boreal con grabadoras automáticas, se han utilizado 3 tipos diferentes de grabadoras.

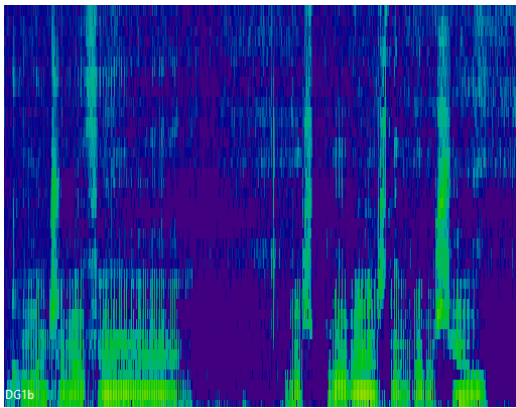
- SM3 – *Wildlife Acoustics*
- *AudioMoth - Open Acoustic Device*
- *Recotí* – grabadoras prototipo CTFC

Los dispositivos SM3 desarrollados por *WildlifeAcoustics* son grabadoras de sonido capaces de ser programadas para grabar animales en espectro completo a 16 bits *Full Spectrum* en horas y rangos de frecuencia específicos. *AudioMoth* es un registrador acústico de espectro completo de bajo costo basado en la gama de procesadores *Gecko* de *Silicon Labs*. Al igual que su denominación de polilla, *AudioMoth* se puede escuchar en frecuencias audibles, hasta frecuencias ultrasónicas. Es capaz de grabar audio sin comprimir en la tarjeta microSD a ritmos de 8.000 a 384.000 muestras por segundo. El modelo *Recotí* es un prototipo desarrollado en el CTFC que está equipado con una batería de larga duración que entra en funcionamiento a través de un programador automático para grabar sonidos del espectro audible generando archivos en formato mp3.

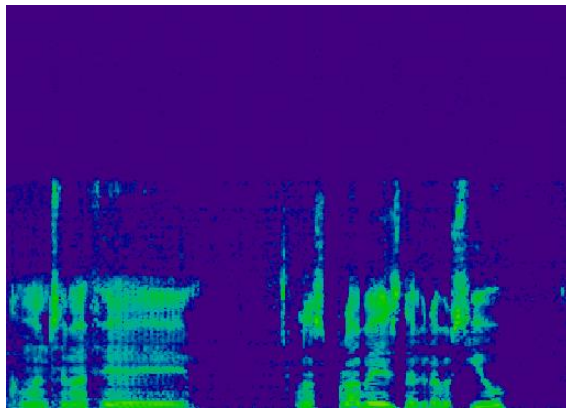
### 3.2 Comparativa y alcance sonoro

Se ha comparado las dos grabadoras más sencillas y se observa que la calidad de grabación es más natural y de mejor calidad en las *AudioMoth*. Tienen más información en el sonograma que se traduce con más información sonora (Figura 3.1). Esto en parte es debido a que siempre es mejor trabajar con grabaciones de formato WAV que de MP3. Al convertirlas pierden a su vez calidad.

512 (FFT size)

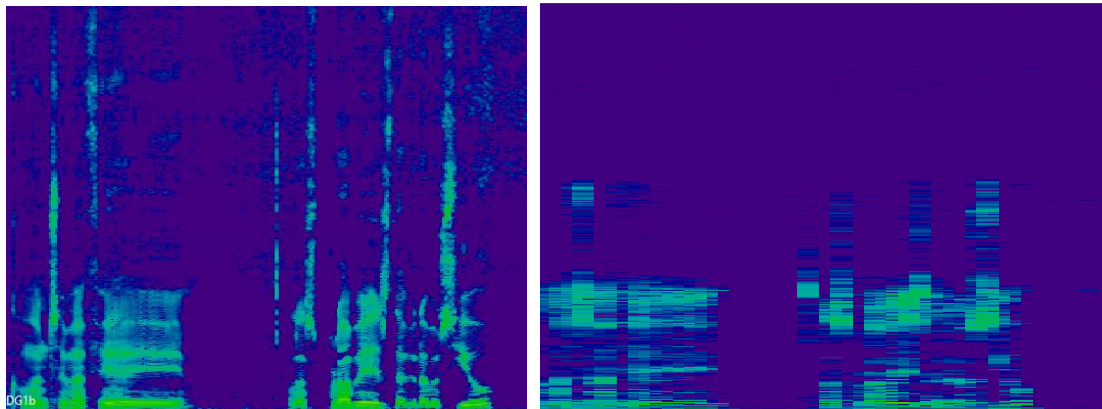


AudioMoth



RECoti

4096 (FFT size)



AudioMoth

RECoti

Figura 3.1. Sonograma del canto de urogallo a partir de las grabaciones de dos tipologías de grabadoras diferentes. Se expresa dos tamaños de calidad de la imagen diferentes.

Se ha estimado la capacidad de grabar y poder discernir por medio de programas de reconocimiento de sonido el canto del urogallo a partir de un reclamo controlado.

Se observa como a partir de 50-60 m la calidad de la grabación disminuye y más aun la efectividad del reconocedor (Figura 3.2). Además en condiciones naturales donde el urogallo no canta siempre hacia el micrófono, las distancias se acortan. Para la mayoría de oídos humanos el canto se escucha sin ruidos a unos 75m, pero si hay aves cantando o un poco de viento la distancia puede disminuir a unos 50m.

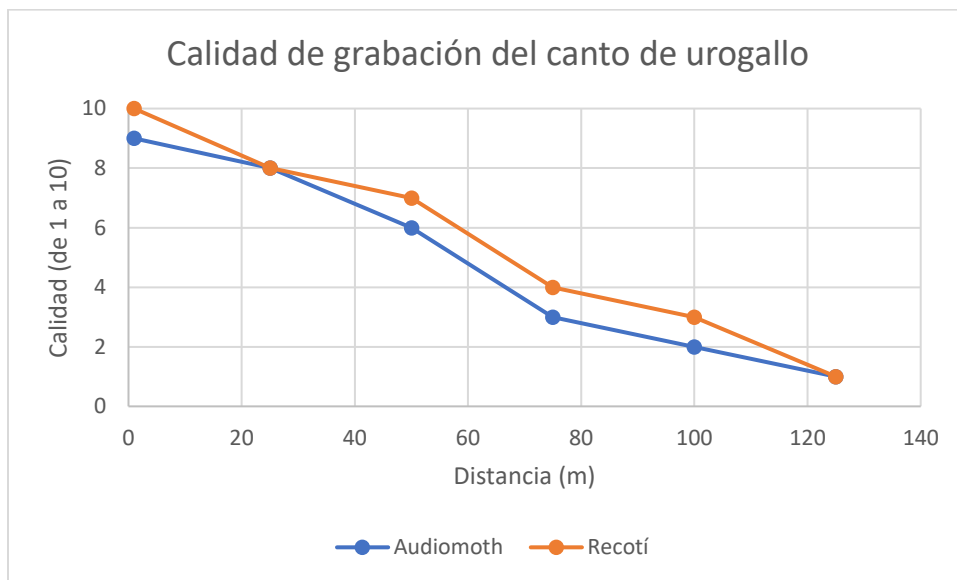


Figura 3.2. Distancias que se oye un reclamo de urogallo y la proporción de calidad del sonido analizado.

### 3.3 Método

Se estima que con un mínimo de dos semanas es tiempo suficiente para detectar los machos cantando, menos días en la bioacústica y más días para obtener fotos buenas de los machos cantando.

Cabe tener en cuenta:

1. Grabadoras mínimas necesarias: 2-3 grabadoras para cantaderos pequeños (1-2 machos), 3-5 grabadoras para cantaderos medianos (3-5 machos) y 5-8 grabadoras para cantaderos grandes (5-10 machos).
2. Cámaras mínimas necesarias: 2-3 cámaras para cantaderos pequeños (1-2 machos), 4-6 cámaras para cantaderos medianos (3-5 machos) y 7-10 cámaras para cantaderos grandes (5-10 machos).
3. Las cámaras deben funcionar con sensor las 24h (para detectar depredadores, otros mamíferos, etc.) y los modelos elegidos tienen que funcionar con TIME LAPSE que pueda disparar una foto cada minuto.
4. Programación propuesta:
  - a. Grabadoras: de 5:00 a 8:00-9:00 am.
  - b. Cámaras: de 6:00 a 10:00 am y de 20:00 a 22:00 pm (por la tarde lo mejor sería de 20:30 a 21:30 h).
5. Evite grabar ruidos ambientales (ríos, coches, personas, maquinaria, puntos altos o crestas donde el viento sopla con frecuencia, etc.). Es necesario buscar grabaciones lo más limpias posible, ya que la frecuencia de canto es bastante baja y a menudo comparte rango de frecuencia con estos ruidos.
6. Si se hace un muestreo simultáneo con varias grabadoras en la misma zona es importante sincronizar los dispositivos, por si es grabado un mochuelo en dos grabadoras diferentes saber si es un mismo individuo o varios. Se puede sincronizar en primer lugar en el momento de programar los dispositivos, pero también se puede hacer un sonido fácilmente reconocible y lo suficientemente fuerte para que la graben las diferentes grabadoras (o hacer el sonido antes de instalar los dispositivos en caso de que ya estén grabando).
7. Sería interesante poder recoger una muestra de excrementos de todas plazas de canto para análisis genético (protocolo a parte del CTFC).
8. 3 investigadores/as es suficiente para instalar todo.
9. La identificación de los machos se realiza en base a las manchas de las plumas de la cola además de alguna otra mancha o elemento característico y distintorio del animal.





### 3.4 Protocolo de campo

1. Finales de abril: localizar los contaderos y las perchas de canto a partir de los cúmulos de excrementos. Cabe invertir un día a muestrear toda el área de canto y zonas perimetrales. Definir sobre cartografía digital la localización de todos los cúmulos de excrementos y de las grabadoras y cámaras en relación donde cantan los machos en la percha y en el suelo.
2. Primer período de gravación: del 1 al 17 mayo. Segundo período: del 18 de mayo al 5 de junio.
3. Los micrófonos de las grabadoras tienen que enfocar entre dos puntos de canto. Las grabadoras más externas tienen que dirigir el micro hacia el exterior para asegurar de que no cante ningún macho joven temporalmente. Si las distancias entre grabadoras son menores a 40m, cabe dirigir los micrófonos en direcciones opuestas o casi para evitar el doble conteo.
4. Instalar 4 cámaras de fototrampeo (Reconyx) enfrente de las plazas de canto (ver donde hay excrementos repartidos por el suelo para dirigir bien el enfoque). A ser posible dirigir las siempre siguiendo cota de nivel al obtener mejores ángulos y más perspectiva. En pendiente asegurarse de que el enfoque es el deseado, ni demasiado picado hacia el suelo o hacia el cielo. Altura recomendada: 30-40 cm des del suelo.
5. Fijar bien las grabadoras y cámaras en el tronco de los árboles. Se recomienda utilizar cable de seguridad para evitar ser sustraídas. Apuntar siempre con la ficha de control la referencia de fábrica de cada cámara o grabadora. Fijar los AM con bridas de plástico. Mejor instalar las grabadoras altas ya que el sonido tiende a subir, pero es difícil acarrear con una escalera en este tipo de ambientes nevados y se propone una altura media de unos 2-2,5 metros del suelo, mirando vertiente abajo e intentando evitar obstáculos físicos que puedan interferir el sonido.





6. En cada revisión cambiar pilas y targetas y asegurar que las programaciones son las correctas.

### 3.5 Análisis acústico

El canto del urogallo es de tipo de grave, poco sonoro y está formado por diferentes fragmentos y tipos de vocalizaciones. Tiene una frecuencia mínima media de 1.000Hz y máxima media de 8.000Hz. La longitud media de la serie completa de canto es de alrededor de 6s, y el espacio medio entre “sílabas” dentro una misma serie de canto puede ser muy corto de 1s.

Para el análisis de los sonidos, hay varios programas. En nuestro caso se ha utilizado el *software* Kaleidoscope de *Wildlife Acoustics*. Se han creado dos reconocedores diferentes para comparar diferencias (Abrahams, 2019). Los parámetros utilizados tanto para crear los reconocedores como para analizar los sonidos son:

[Rec\_1]

Fq (Hz): 200-10.000  
Lenght (s): 0.1-0.3  
Inter-syllable gap (s): 0.8

Max. distance from cluster center to include outputs in cluster.csv: 1  
FFT Window 5.33 ms  
Max states: 12  
Max distance to cluster center for building clusters: .5  
Max clusters: 500

[Rec\_2]

Fq (Hz): 1.000-3.000  
Lenght (s): 1-6  
Inter-syllable gap (s): 1

Max. distance from cluster center to include outputs in cluster.csv: 1  
FFT Window 5.33 ms  
Max states: 12  
Max distance to cluster center for building clusters: .5  
Max clusters: 500

El Reconocedor 1 (Rec\_1) se ha creado para detectar las vocalizaciones cortas tipo “cloc” del urogallo. Se ha buscado detectar el sonido más corto y sencillo. En cambio, el reconocedor 2 (Rec\_2) se ha creado para detectar la secuencia completa de canto del urogallo.

De la experiencia se ha visto que con el Rec\_1 se obtienen más falsos positivos que con el Rec\_2. Eso se debe a la tipología de canto del urogallo, ya que una sola sílaba de tipo “cloc” es muy parecida a cualquier ruido fortuito producido por golpe o roce como ramas o lluvia.

Es interesante también excluir las frecuencias más bajas (0-1.000Hz) para reducir así el ruido ambiental.

Al crear el reconocedor se deben utilizar sólo los fragmentos de grabación más limpios. Omitir cualquier fragmento donde haya otros sonidos de fondo además de urogallo. Etiquetar manualmente en el software cuantas más vocalizaciones mejor de los mejores *clústeres*.

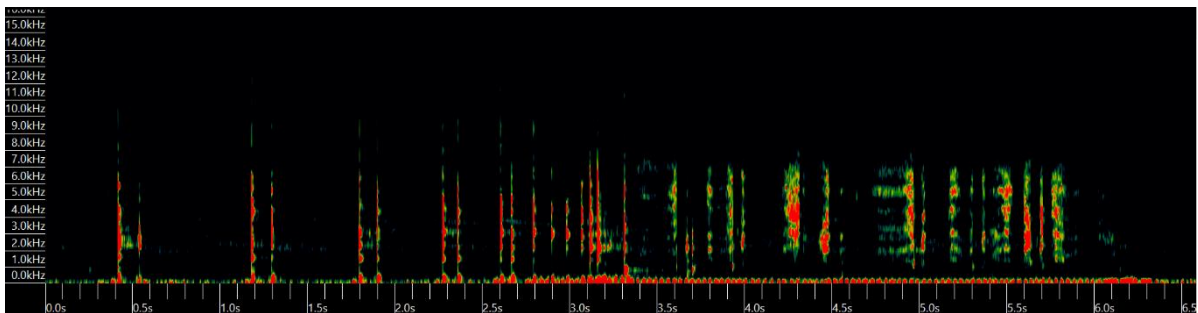


Figura 3.3. Sonograma de una secuencia completa de canto de macho de urogallo. En la primera mitad se pueden ver las vocalizaciones cortas tipo “cloc” y en la segunda mitad la tipología de canto tipo “sierra”.

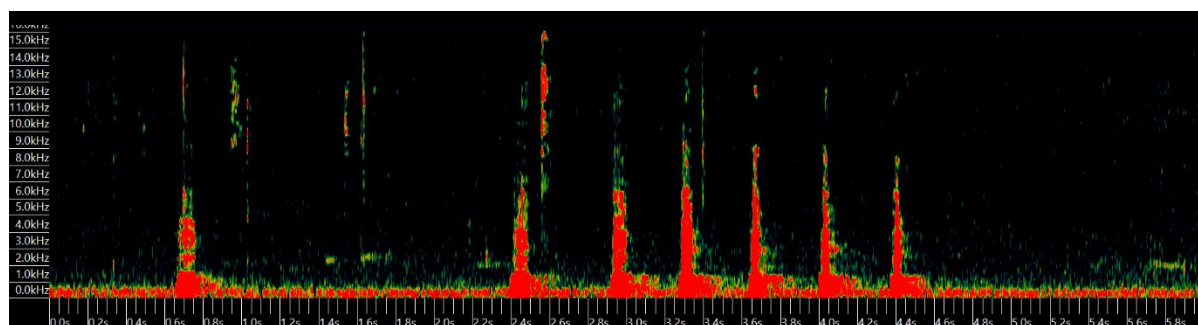


Figura 3.4. Sonograma de reclamo de una hembra de urogallo.



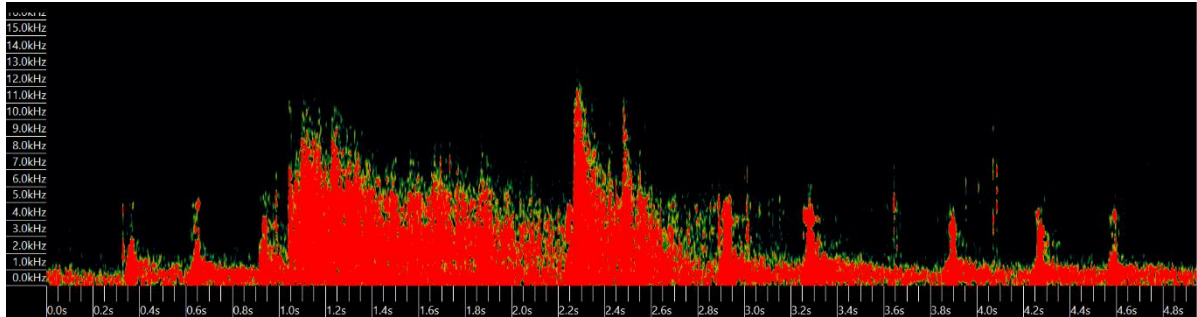
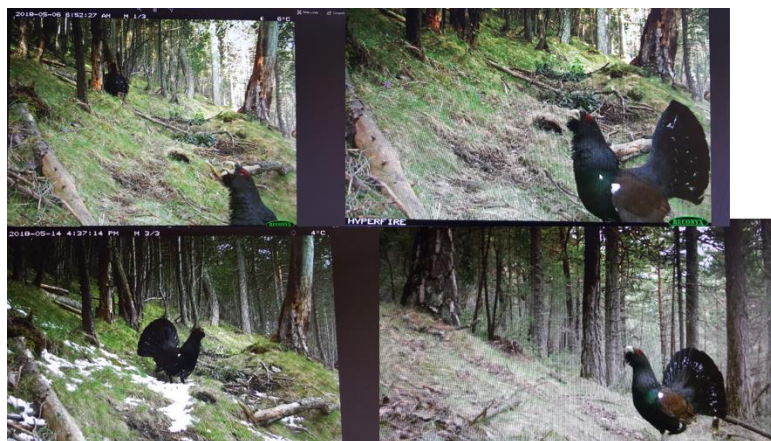


Figura 3.4. Sonograma de reclamo de hembra de urogallo con sonido de aleteo por despegue.

### 3.6 Análisis fotográfico

No se ha podido encontrar un programa automático con un reconocedor de imágenes potente para discernir entre urogallo y otros elementos del bosque. Creemos que es muy difícil ya que la variación en sombreado y soleado y el viento hace que cambie considerablemente el patrón de matizes y color de los píxeles.

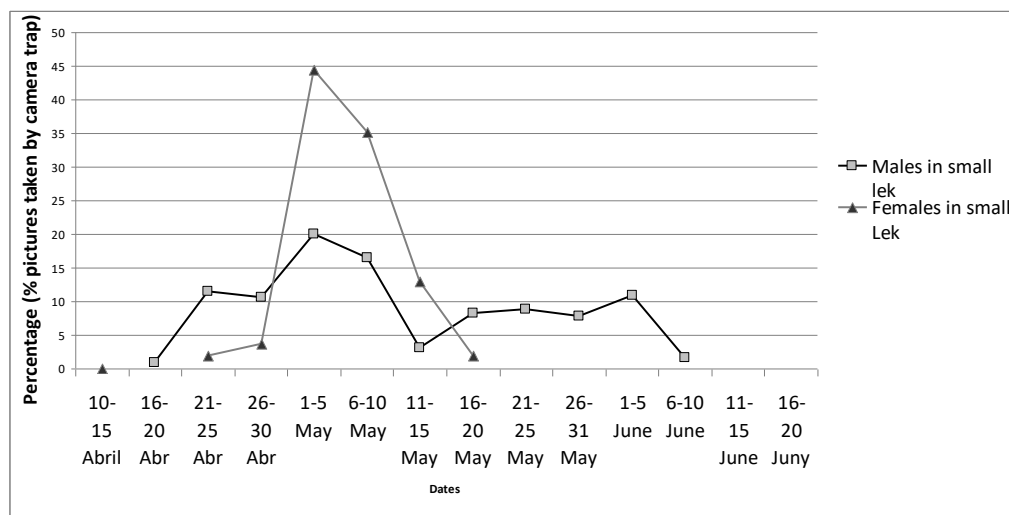
La revisión se ha realizado manualmente mirando fotografía a fotografía y son miles. Esto es tiempo (una semana de trabajo aproximadamente para 10-15 cantaderos). Pero vale la pena ya que se obtienen datos de todas las especies fotografiadas así como del tiempo horario, comportamiento, etc..

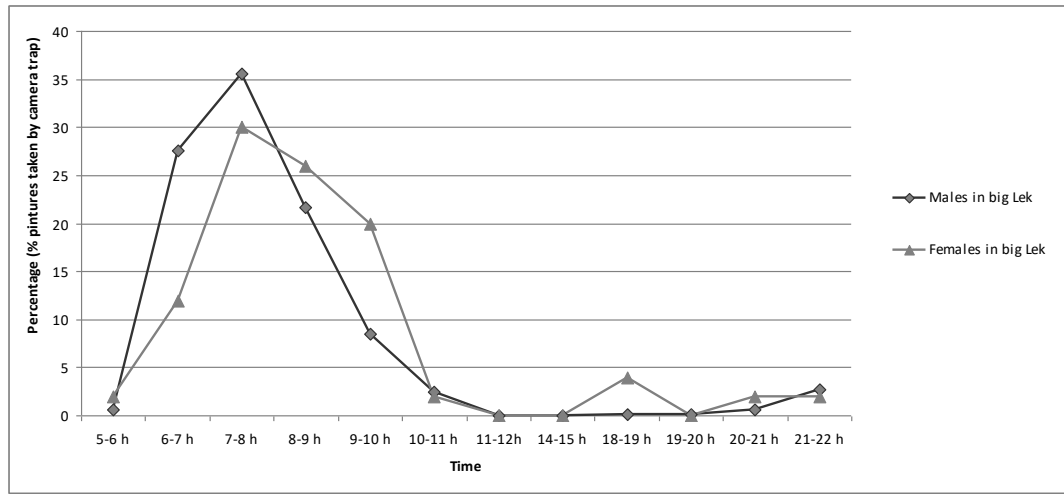


### 3.7 Algunos resultados de referencia

<u>Zona</u>	<u>Tipo cantadero</u>	<u>Machos estimados 2018</u>	<u>Machos identificados con fototrampeo</u>	<u>Machos identificados con bioacústica</u>
<u>Coll de Buc</u>	<u>Mediano</u>	<u>4</u>	<u>4-5</u>	<u>3-4</u>
<u>Obaga de l'Arp</u>	<u>Mediano</u>	<u>2 a 3</u>	<u>2</u>	<u>3</u>
<u>Tossal Rodó-Urdiet</u>	<u>Mediano</u>	<u>4 a 5</u>	<u>3-4</u>	<u>3</u>
<u>Obaga del Pla del Bosc</u>	<u>Pequeño</u>	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>1</u>
<u>Obaga dels Galls</u>	<u>Pequeño</u>	<u>1</u>	<u>0</u>	<u>0</u>
<u>Pla de Bassies. El Pinar</u>	<u>Pequeño</u>	<u>2</u>	<u>1</u>	<u>1</u>
<u>Santa Margarita</u>	<u>Pequeño</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>
<u>Total general</u>		<u>13 a 17</u>	<u>11 a 13</u>	<u>11 a 12</u>

A partir del fototrampeo se puede estimar la fenología del urogallo en los cantaderos estudiados, de machos y de hembras y el ritmo diario de canto.





### 3.8 Consideraciones finales

1. Controlar los puntos de canto a finales de abril. Pero no poner los dispositivos hasta principios de mayo, cuando se tenga más confianza en que los machos ya están en el punto de canto predominante. Si se hace muy temprano en abril, se ha observado que algunos machos varían el punto de canto (nosotros lo denominados precanto) según como se van colocando los demás machos o las preferencias de las hembras.
2. Disponer de cámaras que envíen las fotos cada día. Esto puede ayudar a determinar los días mejores con mayor actividad y presencia de hembras para hacer el censo con hide y acertar mejor en el número de machos presentes.
3. Crear un reconocedor acústico mejor para el urogallo. Es una especie difícil. Ver: Abrahams, 2019.
4. Trabajar con un amplificador de graves en el micrófono.
5. ¿Qué programa es mejor para analizar los sonidos?
6. ¿Se podría intentar identificar individuos de urogallo y calcular densidad?
7. ¿Cómo calcular un buen índice de biodiversidad forestal?
8. ¿Qué programa es mejor para analizar las fotos del fototrampeo?

### 3.9 Asesoramiento

El (Grupo de Biología de la Conservación (GBiC) del CTFC se está especializando en crear reconocedores y en hacer análisis de especies raras o difíciles de censar en campo. Tiene una batería de equipos de grabación y experiencia. Por ello ofrece sus servicios a proyectos o estudios de bioacústica.

### 3.10 Agradecimientos

A Elena Roca, Miquel Sala, Judit Marcó, Iris Cebrián, Noel Caparrós, Jordi Camprodon, Víctor Sazatornil, Fermí Sort, Jordi Dalmau, Laura Torrent, Diego Garcia, Alejandra Morán, Gerard Bota, al Grup de Natura del Solsonès (GNS-CEL), Jorge Leiva y todas aquellas personas que de forma voluntaria y desinteresada han colaborado.

### 3.11 Bibliografía

Abrahams C (2018) Bird Bioacoustic surveys - Developing a Standard Protocol. *Data and Information Management*, 78–88.

Abrahams C (2019) Comparison between lek counts and bioacoustic recording for monitoring Western Capercaillie (*Tetrao urogallus* L.). *Journal of Ornithology*, 160, 685–697.

Abrahams C, Denny MJH (2018) A first test of unattended, acoustic recorders for monitoring Capercaillie *Tetrao urogallus* lekking activity. *Bird Study*, 65, 197–207.

Demers, S.A. & Robinson-Nilsen, C.W. (2012). Monitoring western Snowy Plover nests with remote surveillance systems in San Francisco Bay, California. *Journal of Fish & Wildlife Management* 3: 123–132.

Dougherty, S.Q. & Bowman, J.L. (2012). Estimating sika deer abundance using camera surveys. *Population Ecology* 54: 357–365.

Gilbert G, Tyler GA, Smith KW (2002) Local annual survival of booming male Great Bittern *Botaurus stellaris* in Britain, in the period 1990-1999. *Ibis*, 144, 51–61.

Gregersen, H. & Gregersen, F. (2014). Wildlife cameras effectively survey Black Grouse *Lyrurus tetrix* leks. *Ornis Norvegica* (2014), 37: 1–6.

Guixé, D. Sort, F., fontelles, F., Morales M., Rocaspana, R., Brotons, L. 2019. Xarxa de seguiment de la biodiversitat del Solsonès (BIOSOL). Una eina participativa d'estudi i conservació al territori. *Oppidum: revista cultural del Solsonès*, ISSN 1577-5453, Nº. 16, 2018, págs. 102-133

Guixé D (2020) Camera trapping as an effective method for the monitoring of Capercaillie *Tetrao urogallus* populations.

Peake TM, McGregor PK (2001) Corncrake *Crex crex* census estimates: a conservation application of vocal individuality. *Animal Biodiversity and Conservation*, 81–90.

Pérez-Granados C, Bota G, Giralt D, Barrero A, Gómez-Catasús J, Bustillo-De La Rosa D, Traba J (2019) Vocal activity rate index: a useful method to infer terrestrial bird abundance with acoustic monitoring. *Ibis*, 161, 901–907.

Swann, D.E., Hass, C.C., Dalton, D.C. & Wolf, S.A. (2004). Infrared-triggered cameras for detecting wildlife: an evaluation and review. *Wildlife Society Bulletin* 32: 357–365.

Winarni, L., Carroll, J.P., & O'Brien, T.G. (2004). The application of camera traps to the study of Galliformes in southern Sumatra, Indonesia. *International Galliformes Symposium*.

Zwart MC, Baker A, McGowan PJK, Whittingham MJ (2014) The Use of Automated Bioacoustic Recorders to Replace Human Wildlife Surveys: An Example Using Nightjars (ed Willis SG). *PLoS ONE*, 9, e102770.



