

La migració nocturna d'aus per l'Alta Garrotxa: una aproximació acústica

ORIOL BAENA CRESPO i ROBERT MANZANO RUBIO

oriolbaena@gmail.com i robertmanzanorubio@gmail.com

Rebut: 31.8.2021

Acceptat: 16.9.2021

RESUM

El present estudi pretén caracteritzar acústicament la migració postnupcial nocturna d'aus a través de l'Alta Garrotxa i avaluar l'eficàcia del dispositiu emprat com a solució *low-cost* per l'estudi de la migració nocturna. Entre el 7 d'agost i el 15 de novembre del 2020, cinc gravadores Audiomoth v1.1.0 en disc parabòlic han enregistrat durant totes les nits, del crepuscle a l'alba. Per avaluar la seva efectivitat, paral·lelament s'ha realitzat una comparativa d'aquest dispositiu amb altres aparells comercials més costosos: SM4 de Wildlife Acoustics i Olympus LS-12 amb micròfon Dodotronic Hi-Sound stereo. S'han detectat 2.493 ocells en vol de 33 espècies diferents, evidenciant l'existència d'un pas de migració sent el tord (*Turdus philomelos*) l'espècie més detectada, seguit de lluny pel tord ala-roig (*Turdus iliacus*), el pinsà comú (*Fringilla coelebs*) i el bernat pescaire (*Ardea cinerea*). S'han enregistrat altres espècies escasses: Pòlit cantaire (*Numenius phaeopus*), Corriol pit-roig (*Charadrius morinellus*), Torlit (*Burhinus oedicephalus*), Bitó (*Botaurus stellaris*), Polla blava (*Porphyrio porphyrio*) i Tèrrit Territ variant (*Calidris alpina*). El gruix d'ocells detectats s'acumula a l'octubre i novembre, en les hores prèvies a la sortida del sol i al Coll de Malrem, punt més occidental. La comparativa ha evidenciat una menor detectabilitat i qualitat de les gravacions de l'Audiomoth v.1.1.0 respecte als altres de més costosos, si bé aquestes diferències podrien ser reduïdes amb la nova versió d'Audiomoth v.1.2.0, no testat aquí, que permet la connexió de micròfons de major qualitat.

Paraules clau: migració nocturna, aus, Alta Garrotxa, ecologia de la migració, fenologia, bioacústica, Audiomoth, *nocmig*.

ABSTRACT

The present study describes the postbreeding nocturnal migration of birds across Alta Garrotxa (NE Spain) sampled using acoustic autonomous recording units (ARU). Five Audiomoth v1.1.0 recorders set in parabolic dishes recorded every night from dusk to dawn between the 7th of August and the 15th of November 2020. 2493 birds in flight of 33 species were detected during the study period, which proves the existence of a nocturnal migratory pass over the study area. The Song Thrush (*Turdus philomelos*) was by far the most-detected species, being the Redwing (*Turdus iliacus*), the Chaffinch (*Fringilla coelebs*) and the Grey Heron (*Ardea cinerea*) the other three species with the highest number of detections. Certain detected species are considered scarce or rare in Alta Garrotxa region: Whimbrel (*Numenius phaeopus*), Dotterel (*Charadrius morinellus*), Stone-curlew (*Burhinus oedicephalus*), Bittern (*Botaurus stellaris*), Purple Gallinule (*Porphyrio porphyrio*) and Dunlin (*Calidris alpina*). Most birds were detected in October and November, at the end of the night and at Coll de Malrem, the westernmost study location.

Keywords: nocturnal migration, birds, Alta Garrotxa, migration ecology, phenology, bioacoustics, Audiomoth, *nocmig*

INTRODUCCIÓ

La migració dels ocells

Nombroses teories s'han anat succeint pel que fa als mecanismes que utilitzen els ocells per orientar-se durant els seus moviments migratoris, als mecanismes interns que impulsen a aquests a iniciar el desplaçament o bé les rutes que segueixen per arribar a la seva destinació així com els efectes de les diferents condicions ambientals que troben durant el viatge (Newton 2008).

Per moltes espècies, siguin ocells petits de vol batut o ocells grans de vol sostingut, existeixen accidents geogràfics que condicionen aquestes rutes de migració per evitar sobrevolar aquestes barreres. Les muntanyes de gran magnitud com els Pirineus serien un exemple (Lack & Lack 1953), si bé encara no es coneix prou el seu paper com a barrera geogràfica i quines espècies en concret es troben més limitades per aquests (Hilgerloh *et al.* 1992). També existeix una segregació temporal de la migració al llarg del dia, havent-hi espècies que migren de dia i espècies que migren de nit, si bé és un altre aspecte que encara queda molt per descobrir.

L'estudi d'aquests dos últims aspectes a Catalunya és més ben escàs, limitant-se a tres estudis publicats coneguts pels autors del present treball, els quals corresponen a sessions de captura en llocs de pas de muntanya o zones de descans de la muntanya mitjana (Bertrand, 1990; Bota *et al.* 2011; Josa 2012).

El nocmig: del so a les dades

La manca de llum resulta un repte pel seguiment de la migració nocturna, per les quals diferents tècniques s'han anat desenvolupant i que podrien resumir-se en les següents: *moon-watching*, radars meteorològics, càmeres infraroges, seguiment remot, anellament i gravacions sonores (*nocmig*). En contraposició a les altres tècniques, aquesta última, la col·locació d'una gravadora enfocant al cel durant la nit per tal de gravar els sons (reclams) emesos pels ocells migradors durant el seu vol i el seu posterior anàlisi a l'ordinador (*nocmig*), permet la identificació de les espècies amb un temps i cost econòmic invertit molt baix, ja que l'esforç invertit correspon a la col·locació i retirada de una gravadora de mà (50-200€) i uns 30-40 min d'anàlisi posterior dels sons enregistrats cada nit. Com a mètode de seguiment, s'ha utilitzat més àmpliament als Estats Units (per exemple, Rocky Point Observatory 2004, Sanders & Mennill 2014, Smith *et al.* 2014) que no pas a Europa (Dierschke 1989, Welcker & Vilela 2018). A Catalunya i en part també a alguns països europeus, la situació de pandèmia per la COVID-19 durant el 2019 va forçar a tota la població a confinar-se, catalitzant la popularització del nocmig ja que permetia als observadors d'ocells continuar practicant la seva afició sense necessitat de sortir a l'exterior. Addicionalment, suposava un nou repte d'identificació que la gran majoria encara no havien experimentat. Fins aleshores, a coneixement dels autors, el *nocmig* a Catalunya només s'havia practicat en un estudi de la migració del tord comú (*Turdus philomelos*) al Delta de l'Ebre durant els anys 2000.

Els dispositius de gravació sonora per estudis ecològics es divideixen en dos grans tipus segons si permeten la programació d'horaris de gravació (gravadores autònomes, en anglès ARU: *Autonomous Recording Unit*) o no (gravadores de mà), implicant una necessitat d'activar i desactivar la gravació cada dia. Entre els primers, AudioMoth (Hill *et al.* 2019) és un nou sistema poc costós que permet l'enregistrament de sons dins de l'espectre total de freqüències i que ja s'ha utilitzat per detectar artròpodes (Hill *et al.* 2018) o mamífers (Pietroluongo 2018). És una gravadora petita, programable i amb una autonomia de diversos dies, classificant-se com a dispositiu d'enregistrament acústic autònom (en anglès, ARU: *Automatic Recording Unit*). No obstant això, el coneixement sobre la seva

eficàcia per l'enregistrament de reclams d'aus en vol és escàs i limitat a proves puntuals d'aficionats a l'ornitologia. L'extremadament baix cost d'aquest dispositiu i les possibilitats de programació en comparació amb altres gravadores oferiria, en cas de ser eficaç, una eina molt valuosa per aquests estudis, facilitant la instal·lació i execució de programes de seguiment de la migració nocturna dels ocells en molts indrets de Catalunya.

OBJECTIUS

Tot i no presentar potencials grans barreres geogràfiques com altres comarques pirinenques més occidentals, la situació de l'Alta Garrotxa als Pirineus orientals i l'existència d'algunes entitats topogràfiques de certa elevació (Comanegra, Serra Llarga de Monars) ofereix àrees potencialment adequades per la realització d'un estudi de migració nocturna activa d'aus.

L'objectiu d'estudi és caracteritzar la migració nocturna d'aus a l'Alta Garrotxa, determinant la seva existència, identificant les espècies implicades i detectant indicis de possibles punts geogràfics i èpoques de concentració.

METODOLOGIA

Àrea d'estudi

L'àrea d'estudi correspon al complex topogràfic del cim Comanegra-Serra Llarga de Monars i Cingles de Gitarra, ubicat al nord de la comarca de la Garrotxa i zona limítrofa de la comarca del Ripollès, al nord-est de Catalunya (FIGURA 1). La zona s'estén des del coll de Malrem a l'extrem Oest (Ripollès) fins als Cingles de Gitarra a l'extrem Est. El segment del Ripollès s'ha inclòs a l'àrea d'estudi pel fet que és la continuació immediata del complex topogràfic mencionat; d'aquesta manera s'obté una millor visió de la migració al complex.

Aquesta zona ha sigut la seleccionada per diferents motius. Primer, correspon a la zona més alta de la comarca i per tant és, a priori, on més probabilitat existeix per detectar els ocells que volen a major altitud. Segon, la seva posició és ortogonal a la direcció de migració dels ocells esperada i per tant pot estar actuant com a barrera geogràfica pels ocells que volen a menor altitud. Tercer, ofereix diferents tipus de relleu (colls, cims i valls) per intentar explorar si aquests condicionen la ubicació dels passos de migració al complex. I últim, és una zona silenciosa pel fet que de no tenir nuclis de població propers.

S'han col·locat cinc gravadores de so al llarg del complex topogràfic esmentat (FIGURA 2). Ja que aquesta metodologia requereix la revisió periòdica de les gravadores per canviar les bateries i descarregar els sons enregistrats, la presència de senders, camins i carreteres que asseguressin un bon accés ha condicionat la ubicació dels aparells. És per això que no s'ha pogut mostrejar a la zona compresa entre els Cingles de Gitarra i el Puig de les Bruixes. No obstant això, com s'ha mencionat anteriorment, s'ha procurat cobrir els diferents tipus d'elements topogràfics existents a l'àrea (valls, colls i cims; FIGURA 3). Les condicions lumíniques durant el període de mostreig han sigut similars entre els cinc punts de mostreig, sense nuclis poblacionals en un radi de més de 2 km. S'assumeix que la llum emesa per les cases particulars properes a les zones de mostreig – una casa a 500 m d'AM1 i un altre a 500 m d'AM5 – és insignificant.

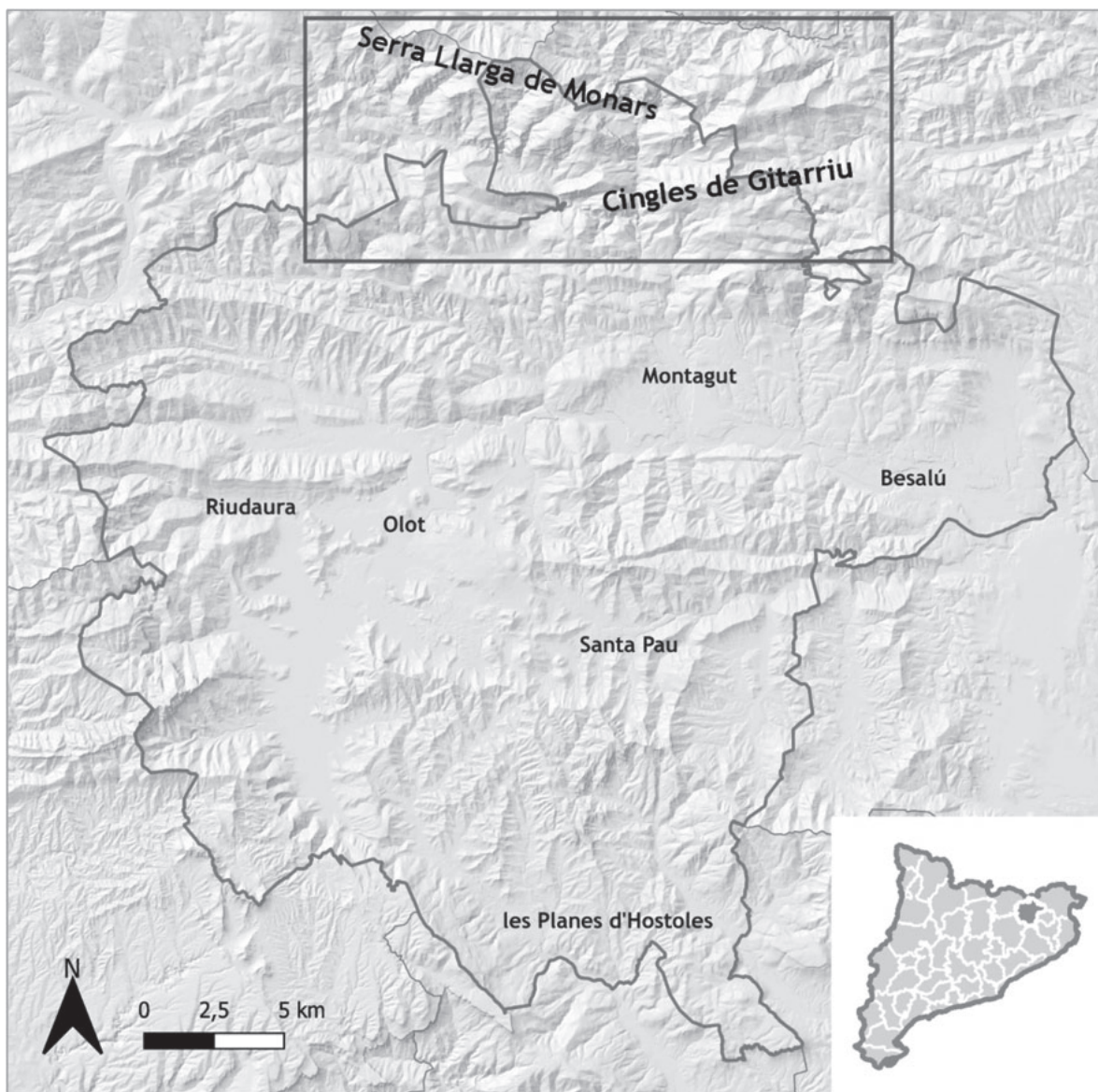


FIGURA 1. Ubicació de l'àrea d'estudi, remarcada amb rectangle negre, al nord de la comarca de la Garrotxa.

Període d'estudi

El període d'estudi correspon al comprès entre el 7 d'agost del 2020 i el 15 de novembre del 2020, coincidint amb la migració postnupcial de la majoria d'ocells migradors europeus. La migració de la majoria d'espècies comença a l'agost i la gran majoria d'espècies ha arribat al seu destí ja a mitjans de novembre.

Dins del període esmentat, les cinc gravadores han estat gravant durant totes les nits (101 nits) excepte per la gravadora AM3, ubicada al cim del Comanegra, que a causa de problemes tècnics no ha enregistrat durant els períodes del 7 de setembre al 16 de setembre (10 nits), ambdós inclosos, i del 3 d'octubre al 18 d'octubre (16 nits), ambdós inclosos. Per cada nit, el període de gravació correspon a tota la nit, és a dir, des del final del crepuscle vespertí (30 min després de la posta de sol) fins a l'alba

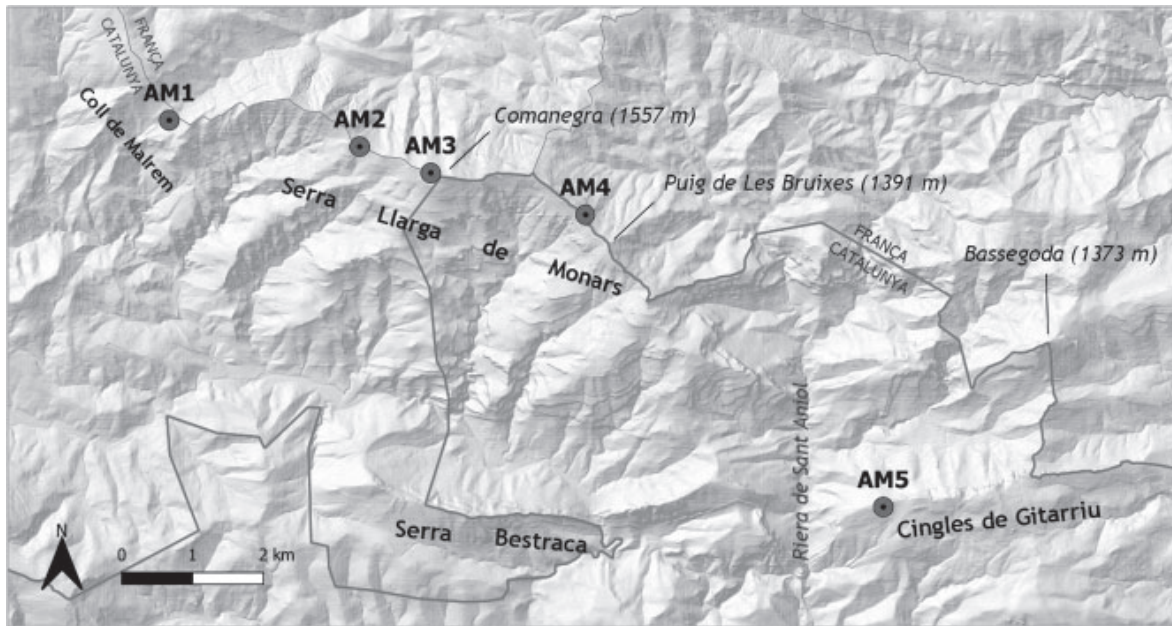


FIGURA 2. Ubicació de les gravadores (AM1-AM5) a l'àrea d'estudi.

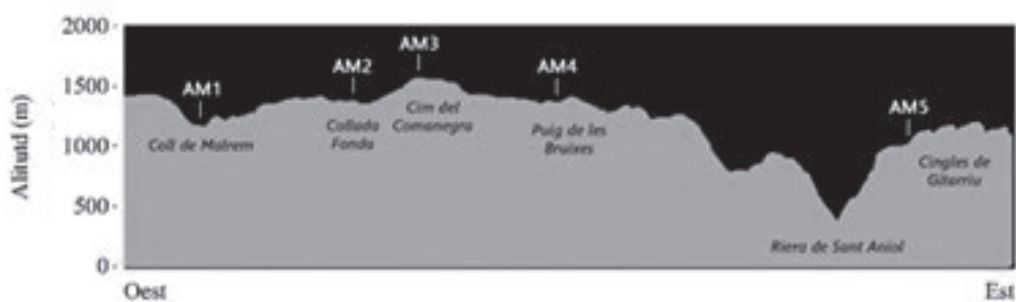


FIGURA 3. Perfil altitudinal de l'àrea d'estudi, amb la ubicació de cada gravadora (AM1-AM5) mostrada.

(30 minuts abans de la sortida del sol). La gravació de tota la nit, en lloc d'una part d'ella, assegura la detecció d'espècies que concentren el seu pas migratori en una franja horària de la nit determinada.

Material utilitzat

Les gravadores ubicades a l'àrea d'estudi corresponen a gravadores Audiomoth v1.1.0., programades a una freqüència de mostreig de 32 kHz, guany High, durada de cada gravació (arxiu) de 60 segons i amb 3 segons de pausa entre gravacions (el mínim possible). El micròfon utilitzat és el que ve de sèrie a la gravadora, corresponent al micròfon MEMS Knowles SPM0408LE5H-TB-6. Per l'emmagatzematge de les gravacions s'han emprat targetes microSD Sandisk Extreme UHS Speed Class 3 (U3) de 64 Gb, inserides a les gravadores i formatades després de cada descàrrega de les dades. El subministrament d'energia pel funcionament de cada gravadora ha consistit en 6 piles AA Ni-Mh Duracell recarregables de 2500 mAh de capacitat, és a

dir, un total de 15000 mAh. Per tal d'aconseguir aquesta configuració, s'ha hagut de soldar, en paral·lel, una caixa de 3 piles addicional a la caixa de 3 piles que ve per defecte a la gravadora.

Aquesta configuració ha sigut suficient per al correcte funcionament de les gravadores durant el període de dues setmanes o vint dies que ha passat entre cada revisió de camp.

Per tal d'amplificar el so, les gravadores s'han col·locat dins d'una paràbola de plàstic de 50 cm de diàmetre i 14,5 cm de distància entre el vèrtex i el punt de focus. Per tal d'impermeabilitzar i de reduir el soroll provocat pel vent a la gravadora, s'ha utilitzat un tèxtil sintètic impermeable a tall de paravent, extret d'una capelina i retallat a la mida de la paràbola, on s'ha col·locat i mantingut durant la totalitat del període de mostreig. Com que el tèxtil és un material susceptible a trencar-se (per exemple, amb una branca portada pel vent), s'ha considerat afegir un nivell de protecció més a les gravadores: aquestes s'han col·locat, primer, dins d'una bossa de plàstic zip amb una bossa de silicagel dins i, després, dins d'una caixa IP55 de connexió de cables, de mida 75x75x39mm, seguint els consells recomanats per altres sistemes de seguiments (<https://www.ratpenats.org/>). La tapa d'aquesta caixa s'ha retallat gairebé totalment, de manera que el micròfon quedi perfectament exposat a l'exterior i la mateixa caixa no faci cap ressonància possible i pugui afectar a la qualitat de la gravació.

L'estructura de suport per a les 5 gravadores col·locades permanentment a l'àrea d'estudi correspon a un sistema construït per tal efecte a partir de diversos components: un pal d'antena de TV d'acer galvanitzat fixat a l'arbre, un tub de PVC recte fixat al pal d'antena, una vareta roscada en posició de 45° a tall d'eix que fixa la paràbola amb la gravadora al tub de PVC i cordills sintètics lligats a l'arbre i la paràbola per millorar la fixació de l'estructura.

Anàlisi de les dades

Les gravacions realitzades s'han anat analitzant informàticament a mesura que aquestes s'han anat recollint durant les revisions de camp. Aquestes gravacions s'han analitzat amb l'objectiu de comptar únicament els ocells gravats que corresponen a individus en vol, és a dir, no s'han comptabilitzat els reclams que els ocells poden emetre en altres situacions que no sigui en vol. El fet que moltes espècies utilitzin reclams diferents segons si estan volant o no ha permès discernir entre aquests dos casos (per exemple, Collar & Christie 2020 o Martínez-Vilalta, Motis & Kirwan 2020).

El comptatge d'individus exclusivament en vol permet aproximar-se, de manera més acurada, a quantificar la migració, pel fet que molt pocs ocells que no siguin migradors (és a dir, ocells locals que no estan de pas) volen de nit. No obstant això, hi ha alguns casos on no es pot discernir entre individus en migració i individus locals:

Espècies locals amb activitat nocturna: algunes espècies com el bernat pescaire (*Ardea cinerea*) tenen activitat nocturna i són presents durant tot l'any a la comarca.

Espècies locals amb activitat crepuscular: algunes espècies com la merla (*Turdus merula*), el tord comú (*Turdus philomelos*) o el pinsà comú (*Fringilla coelebs*),

són presents, sobretot a l'hivern, i comencen la seva activitat abans de la sortida del sol, desplaçant-se entre les joques i les zones d'alimentació. Per tant, els ocells detectats a última hora de la nit podrien correspondre també a ocells locals fent els primers vols del dia.

L'anàlisi s'ha realitzat amb el programa de bioacústica Raven Lite 2.0. El procés d'anàlisi correspon a revisar visualment el sonograma de la gravació i identificant els sons corresponents a ocells en vol, obtenint un nombre total d'individus detectats per cada nit.

Aquesta anàlisi ha suposat una inversió de temps de 170 hores, aproximadament. Les dades s'han anat penjant al portal web Trektellen.org, una base de dades en línia per recollir dades de migració d'ocells de tot el món (per trobar-les, cal buscar pel nom dels 5 punts de gravació). Les gravacions d'ocells destacats s'han penjat al portal web <https://www.xeno-canto.org/>, una base de dades en línia per recollir dades de sons d'ocells de tot el món (per trobar-les, cal buscar per comentari "NFCGarrotxa2020"). La identificació de l'espècie s'ha fet basant-se en el coneixement personal, les gravacions disponibles a <https://www.xeno-canto.org/> o l'opinió conjunta de diversos ornitòlegs.

Comptar el nombre d'ocells exacte que passen volant d'acord amb el nombre de vegades que han reclamat és una tasca impossible en alguns casos, ja que depèn, per exemple, de la quantitat de llum que hi hagi, les condicions ambientals i de si l'ocell està volant sol o en grup. No obstant això, sí que es pot fer una estima del nombre mínim d'individus detectats, d'acord amb l'activitat vocal de l'espècie (és a dir, si l'ocell reclama moltes vegades quan vola o no) observada de dia, quan sí que es pot determinar el nombre d'aus.

Per veure en quin moment de la nit s'han detectat els ocells, s'ha creat un Índex de crepuscularitat pel fet que les hores absolutes no són comparables entre els dies d'estiu, amb nits més curtes, i els dies de tardor, amb nits més llargues. Aquest índex s'ha calculat de la següent manera:

$$\text{Índex de crepuscularitat} = \frac{\text{Hora detecció ocell (en minuts)} - \text{Hora crepuscle (en minuts)}}{\text{Nombre total de minuts de la nit}}$$

L'índex s'ha calculat per cada ocell detectat, sent valor 0 el valor mínim (aquells ocells detectats a l'inici de la nit, és a dir, al crepuscle, 30 minuts després de la posta de sol) i 1 el valor màxim (aquells ocells detectats al final de la nit, és a dir, a l'alba, 30 minuts abans de la sortida del sol).

Els testos estadístics i gràfics s'han realitzat mitjançant el programa R 4.0.3.

RESULTATS

Espècies detectades

Durant el període de mostreig s'han detectat un mínim de 2.493 ocells en vol, corresponents a, com a mínim, 33 espècies diferents, durant les 5.361,4 hores de gravacions analitzades (TAULA 1).

TAULA 1. Espècies i nombre d'individus mínim detectats a les gravacions.

Nom català	Nom científic	Nombre individus	%
Tord comú	<i>Turdus philomelos</i>	1691	67,8
Tord ala-roig	<i>Turdus iliacus</i>	272	10,9
Pinsà comú	<i>Fringilla coelebs</i>	175	7,0
Bernat pescaire	<i>Ardea cinerea</i>	104	4,2
Merla	<i>Turdus merula</i>	69	2,8
Martinet de nit	<i>Nycticorax nycticorax</i>	38	1,5
Xivitona	<i>Actitis hypoleucos</i>	28	1,1
Embericid sp.	<i>Emberiza sp.</i>	15	0,6
Pardal de bardissa	<i>Prunella modularis</i>	14	0,6
Pit-roig	<i>Erithacus rubecula</i>	14	0,6
Xivita	<i>Tringa ochropus</i>	9	0,4
Alosa	<i>Alauda arvensis</i>	8	0,3
Becadell comú	<i>Gallinago gallinago</i>	8	0,3
Òliba	<i>Tyto alba</i>	5	0,2
Túrdid sp.	<i>Turdidae sp.</i>	5	0,2
Cuereta groga	<i>Motacilla flava</i>	4	0,2
Hortolà	<i>Emberiza hortulana</i>	4	0,2
Pòlit cantaire	<i>Numenius phaeopus</i>	4	0,2
Corriol pit-roig	<i>Charadrius morinellus</i>	3	0,1
Cotoliu	<i>Lullula arborea</i>	3	0,1
Torlit	<i>Burhinus oedicephalus</i>	3	0,1
Agró roig	<i>Ardea purpurea</i>	2	0,1
Cornella negra	<i>Corvus corone</i>	2	0,1
Flamenc	<i>Phoenicopterus roseus</i>	2	0,1
Bitó	<i>Botaurus stellaris</i>	1	<0,1
Cercavores	<i>Prunella collaris</i>	1	<0,1
Enganyapastors	<i>Caprimulgus europaeus</i>	1	<0,1
Gratapalles	<i>Emberiza cirius</i>	1	<0,1
Lluer	<i>Spinus spinus</i>	1	<0,1
Martinet menut	<i>Ixobrychus minutus</i>	1	<0,1
Griva	<i>Turdus viscivorus</i>	1	<0,1
Papamosques gris	<i>Muscicapa striata</i>	1	<0,1
Polla blava	<i>Porphyrio porphyrio</i>	1	<0,1
Territ variant	<i>Calidris alpina</i>	1	<0,1
Valona	<i>Tringa glareola</i>	1	<0,1

L'espècie més abundant ha estat el tord comú (*Turdus philomelos*), acumulant un 67,8% de les observacions (mínim 1691 individus). L'ha seguit de lluny el tord ala-roig (*Turdus iliacus*, 272 individus, 10,9%), el pinsà comú (*Fringilla coelebs*, 175 individus, 7,0%) i el bernat

pescaire (*Ardea cinerea*, 104 individus, 4,2%). No s'ha pogut determinar l'espècie per 20 ocells, si bé sí que se sap la família a la qual pertanyen (15 emberícids *Emberizidae* i 5 túrdids *Turdidae*).

Per la seva escassetat a la zona (<0,01% dels ocells observats a la comarca segons <https://www.ornitho.cat/>), cal destacar l'òliba (*Tyto alba*, 5 individus), pòlit cantaire (*Numenius phaeopus*, 4 individus), corriol pit-roig (*Charadrius morinellus*, 3 individus), torlit (*Burhinus oedicephalus*, 3 individus), agró roig (*Ardea purpurea*, 2 individus), flamenc (*Phoenicopterus roseus*, 2 individus), bitó (*Botaurus stellaris*, 1 individu), martinet menut (*Ixobrychus minutus*, 1 individu), polla blava (*Porphyrio porphyrio*, 1 individu) i tèrrit variant (*Calidris alpina*, 1 individu).

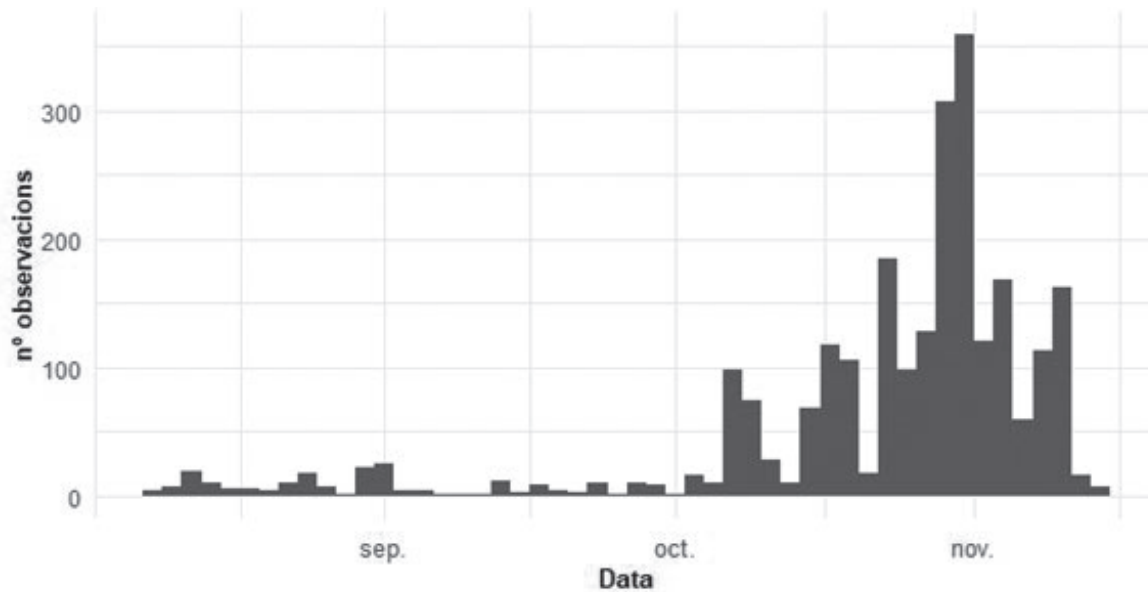


FIGURA 4. Distribució temporal dels ocells detectats.

Distribució temporal

La distribució temporal de les dades mostra una clara agrupació dels ocells detectats al final del període de mostreig, concretament entre l'1 d'octubre i el 15 de novembre, amb un pic màxim d'individus detectats a l'última setmana d'octubre (FIGURA 4).

Separant aquesta distribució temporal per espècie, s'observa una diversitat de patrons, indicadora de les diferents fenologies de les espècies detectades (FIGURA 5, Taula 2). Les primeres deteccions inclouen espècies migradores limícoles transsaharianes com la xivitona (*Actitis hypoleucos*) i la xivita (*Tringa ochropus*), i ardeids que o bé tindrien poblacions locals escasses o bé es troben en dispersió o migració, com el martinet de nit (*Nycticorax nycticorax*) i el bernat pescaire. A mitjans del període de mostreig (setembre-octubre) encara es detecten espècies migradores transsaharianes (cuereta groga *Motacilla flava*, hortolà *Emberiza hortolana*) i els ardeids abans mencionats (bernat pescaire, martinet de nit), si bé comencen a aparèixer espècies presaharianes (tord comú, pitroig *Erithacus rubecula*, emberícids *Emberiza* sp.). L'última fase del període de mostreig acumula l'arribada d'aquestes últimes espècies migradores presaharianes (tord comú, tord ala-roig *Turdus iliacus*, merla, pardal de bardissa *Prunella modularis*, pinsà comú *Fringilla coelebs*, alosa *Alauda arvensis*).

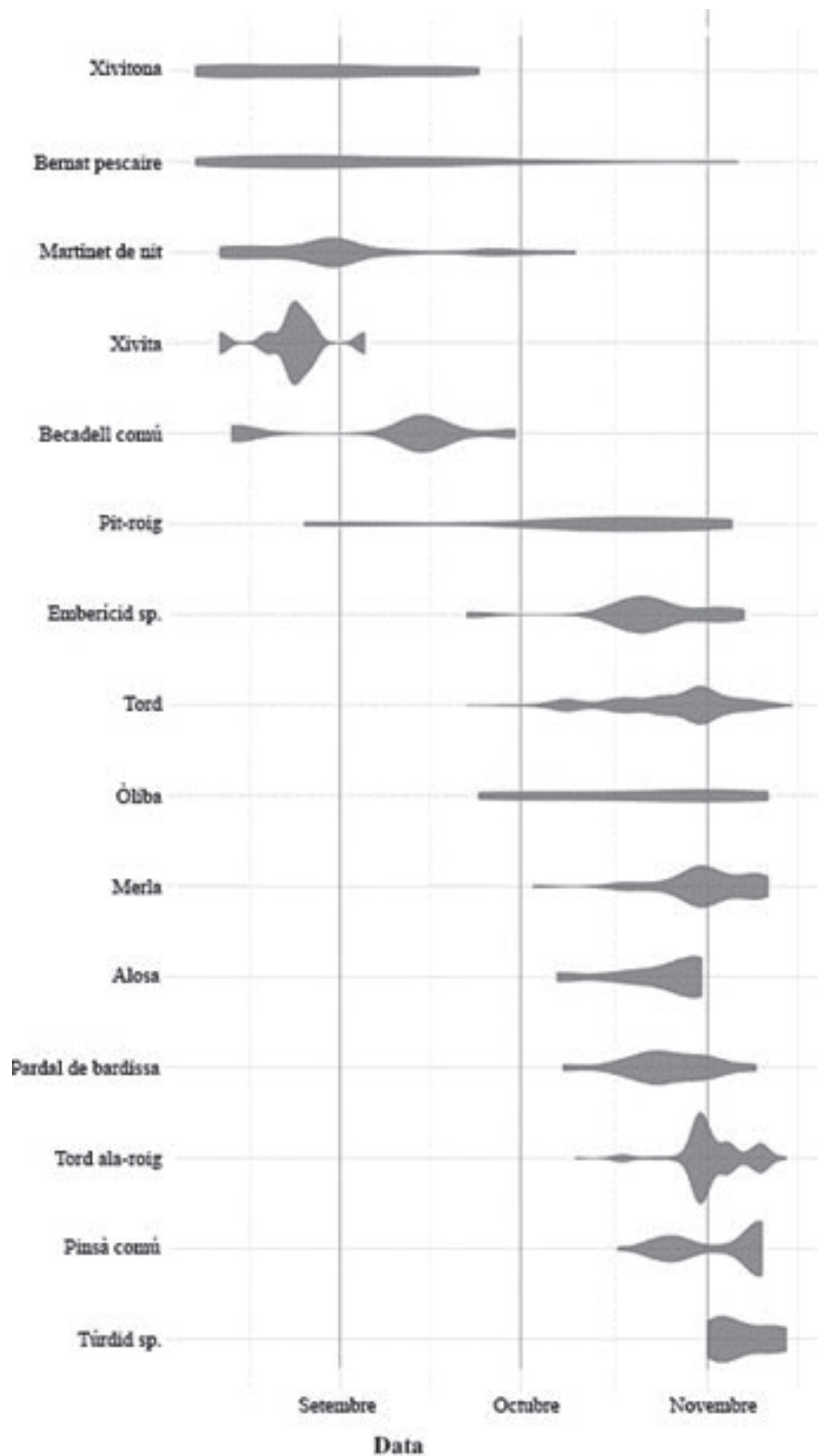


FIGURA 5. Distribució temporal dels ocells detectats, per les espècies més abundants. L'amplitud de la gràfica indica el número d'ocells per nit i no està a la mateixa escala entre les espècies.

TAULA 2. Dates i hores de detecció de les espècies amb nombre d'individus menor de 5.

Nom català	Nom científic	Data	Hora
Bitó	<i>Botaurus stellaris</i>	29/10/2020	18:20
Martinet menut	<i>Ixobrychus minutus</i>	21/08/2020	21:35
Agró roig	<i>Ardea purpurea</i>	01/09/2020	4:38
Flamenc	<i>Phoenicopiterus roseus</i>	16/08/2020	22:29
Flamenc	<i>Phoenicopiterus roseus</i>	25/08/2020	0:29
Polla blava	<i>Phorphyrio phorpyrio</i>	13/08/2020	23:56
Torlit	<i>Burhinus oediconemus</i>	23/09/2020	23:16
Torlit	<i>Burhinus oediconemus</i>	28/09/2020	21:20
Torlit	<i>Burhinus oediconemus</i>	03/10/2020	22:43
Corriol pit-roig	<i>Charadrius morinellus</i>	02/09/2020	3:42
Corriol pit-roig	<i>Charadrius morinellus</i>	02/09/2020	6:27
Corriol pit-roig	<i>Charadrius morinellus</i>	02/09/2020	6:30
Territ variant	<i>Calidris alpina</i>	21/08/2020	1:53
Valona	<i>Tringa glareola</i>	01/09/2020	4:20
Pòlit cantaire	<i>Numenius phaeopus</i>	15/08/2020	23:44
Pòlit cantaire	<i>Numenius phaeopus</i>	02/09/2020	3:59
Enganyapastors	<i>Caprimulgus europaeus</i>	11/08/2020	1:31
Cotoliu	<i>Lullula arborea</i>	30/09/2020	7:04
Cotoliu	<i>Lullula arborea</i>	16/10/2020	22:03
Cotoliu	<i>Lullula arborea</i>	22/10/2020	7:22
Cuereta groga	<i>Motacilla flava</i>	22/08/2020	2:39
Cuereta groga	<i>Motacilla flava</i>	23/08/2020	6:34
Cuereta groga	<i>Motacilla flava</i>	30/08/2020	0:43
Cuereta groga	<i>Motacilla flava</i>	23/09/2020	23:34
Cercavores	<i>Prunella collaris</i>	05/11/2020	6:58
Griva	<i>Turdus viscivorus</i>	01/11/2020	6:36
Papamosques gris	<i>Muscicapa striata</i>	02/09/2020	22:59
Cornella negra	<i>Corvus corone</i>	29/10/2020	21:13
Lluer	<i>Spinus spinus</i>	03/11/2020	6:51
Hortolà	<i>Emberiza hortulana</i>	30/08/2020	23:21
Hortolà	<i>Emberiza hortulana</i>	03/09/2020	3:07
Hortolà	<i>Emberiza hortulana</i>	25/09/2020	0:41
Hortolà	<i>Emberiza hortulana</i>	28/09/2020	22:33
Gratapalles	<i>Emberiza cirius</i>	24/10/2020	7:38

L'índex de crepuscularitat permet observar una clara concentració al final de la nit, prop de l'alba (valors propers a 1, FIGURA 6).



FIGURA 6. Distribució horària i temporal de tots ocells detectats, representada amb l'índex de crepuscularitat.

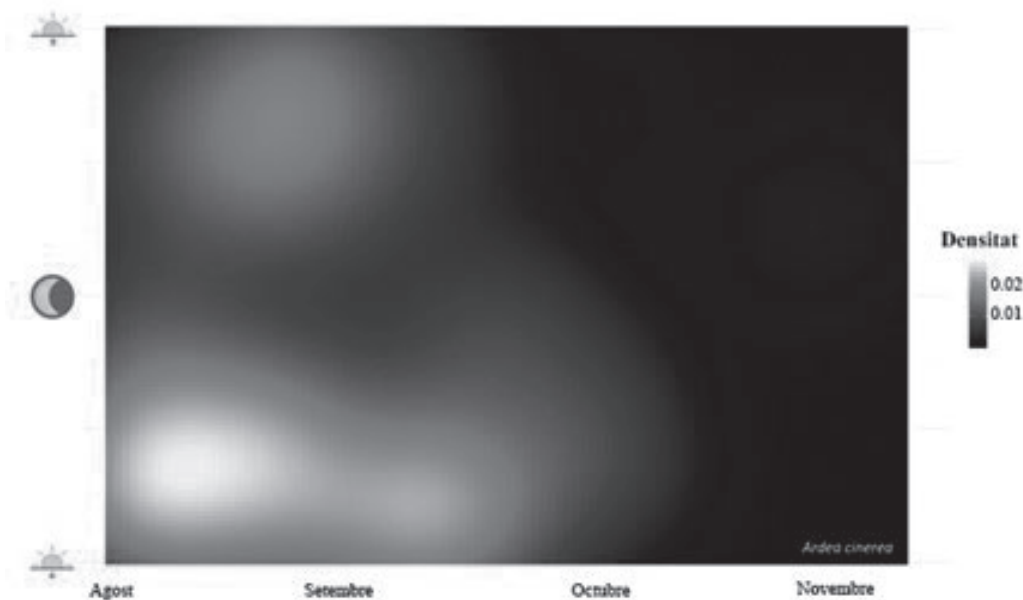


FIGURA 7. Distribució horària i temporal del berrat pescaire, representada amb l'índex de crepuscularitat.

Discernint aquesta distribució horària per les espècies més abundants, s'observa de nou una diferència entre aquestes. El berrat pescaire concentra les deteccions a inicis de la nit, amb una segona concentració de deteccions a finals de la nit a l'agost (FIGURA

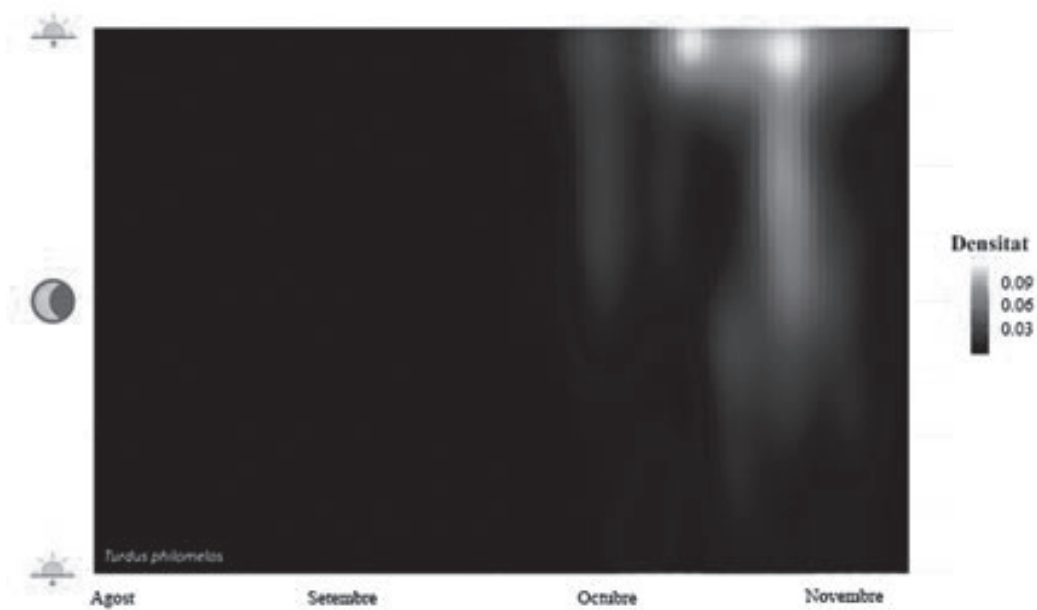


FIGURA 8. Distribució horària i temporal del tord comú, representada amb l'índex de crepuscularitat.

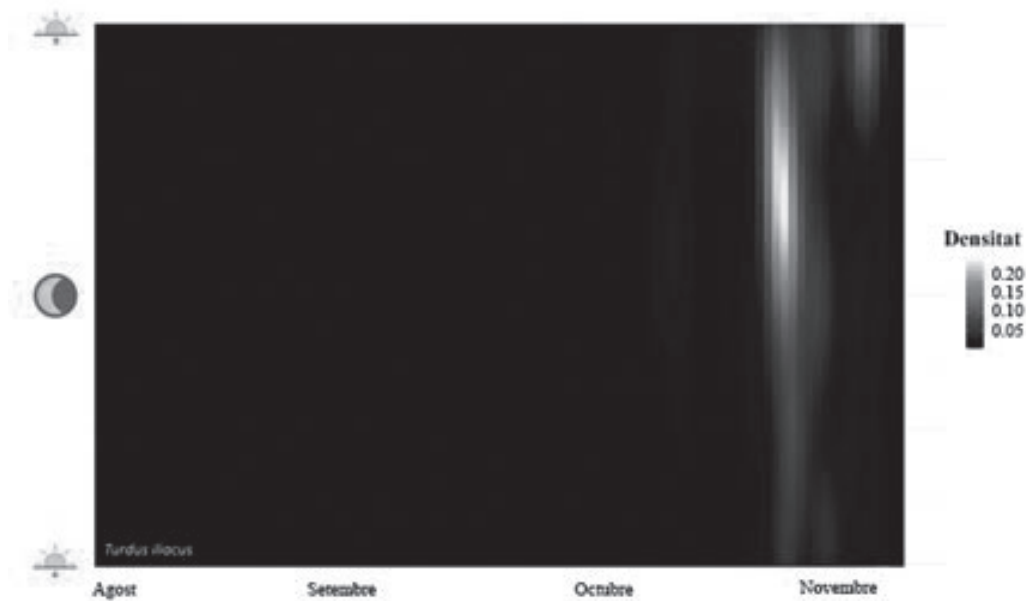


FIGURA 9. Distribució horària i temporal del tord ala-roig, representada amb l'índex de crepuscularitat.

7). El tord comú, contràriament a aquesta primera espècie, concentra les deteccions a finals de la nit, sobretot a partir de mitjans d'octubre, si bé s'han detectat també alguns ocells més d'hora, passada la mitjanit (FIGURA 8). Curiosament, el tord ala-roig, tot i ser també una espècie d'arribada hivernal com el tord comú, concentra les deteccions lleugerament abans del final de la nit, entre aquest i la mitjanit (FIGURA 9).

Distribució espacial

La distribució espacial dels ocells detectats mostra una clara tendència a detectar-se més individus al sector occidental de l'àrea d'estudi, corresponent a les gravadores AM1 (Coll de Malrem) i AM2 (Collada Fonda) (testat amb khi-quadrat (χ^2) de Pearson, p-valor de $<0,001$; FIGURA 10). A aquestes segueixen les gravadores del sector oriental: AM5 (Cingles de Gitarrau) i AM4 (Puig de les Bruixes). Finalment, el lloc amb menys deteccions coincideix amb el punt més alt de l'àrea d'estudi, AM3 (Cim del Comanegra).

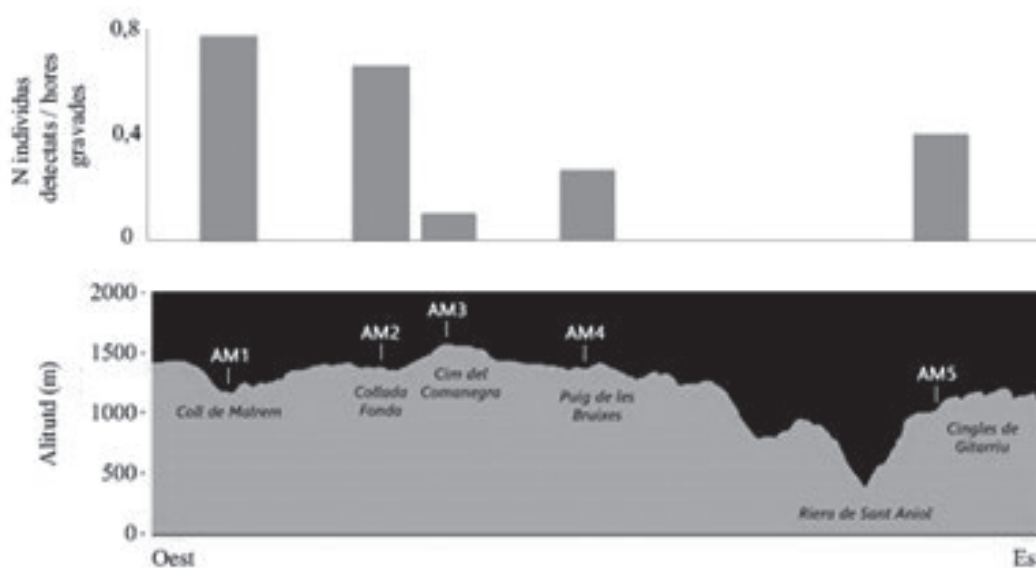


FIGURA 10. Distribució espacial dels ocells detectats, per les cinc gravadores, corregit pel nombre d'hores de gravació a cada gravadora.

DISCUSSIÓ

Existència d'un pas de migració nocturna a l'Alta Garrotxa

La detecció d'ocells clarament migradors i sense presència a l'àrea d'estudi com l'hortolà, la cuereta groga o el flamenc, confirma que existeix un pas de migració nocturna al complex topogràfic Comanegra-Serra Llarga de Monars-Cingles de Gitarrau, a l'Alta Garrotxa. Es pot confirmar que aquestes espècies han sigut detectades durant el seu vol migratori nocturn perquè són espècies que o no estan actives de nit (exceptuant si estan migrant), com l'hortolà o la cuereta groga, o presenten activitat nocturna, però aquesta es porta a terme a uns tipus d'hàbitats no presents a l'àrea d'estudi, com són les zones humides pel cas del flamenc.

La determinació de la importància d'aquest pas migratori, és a dir, saber si és utilitzat per molts ocells o pocs no es pot determinar en detall d'acord amb l'estudi realitzat. A priori, el baix nombre d'ocells gravats en comparació a altres llocs de Catalunya podria fer intuir que aquest pas de migració no és important. Per exemple, en comparació amb llocs de gravació nocturna al nord de Catalunya, el punt de

gravació amb més ocells detectats de l'àrea d'estudi (AM1 – Coll de Malrem) ha gravat mínim 7 vegades menys en comparació amb Solsona (Solsonès) i amb Prats de Lluçanès (Osona).

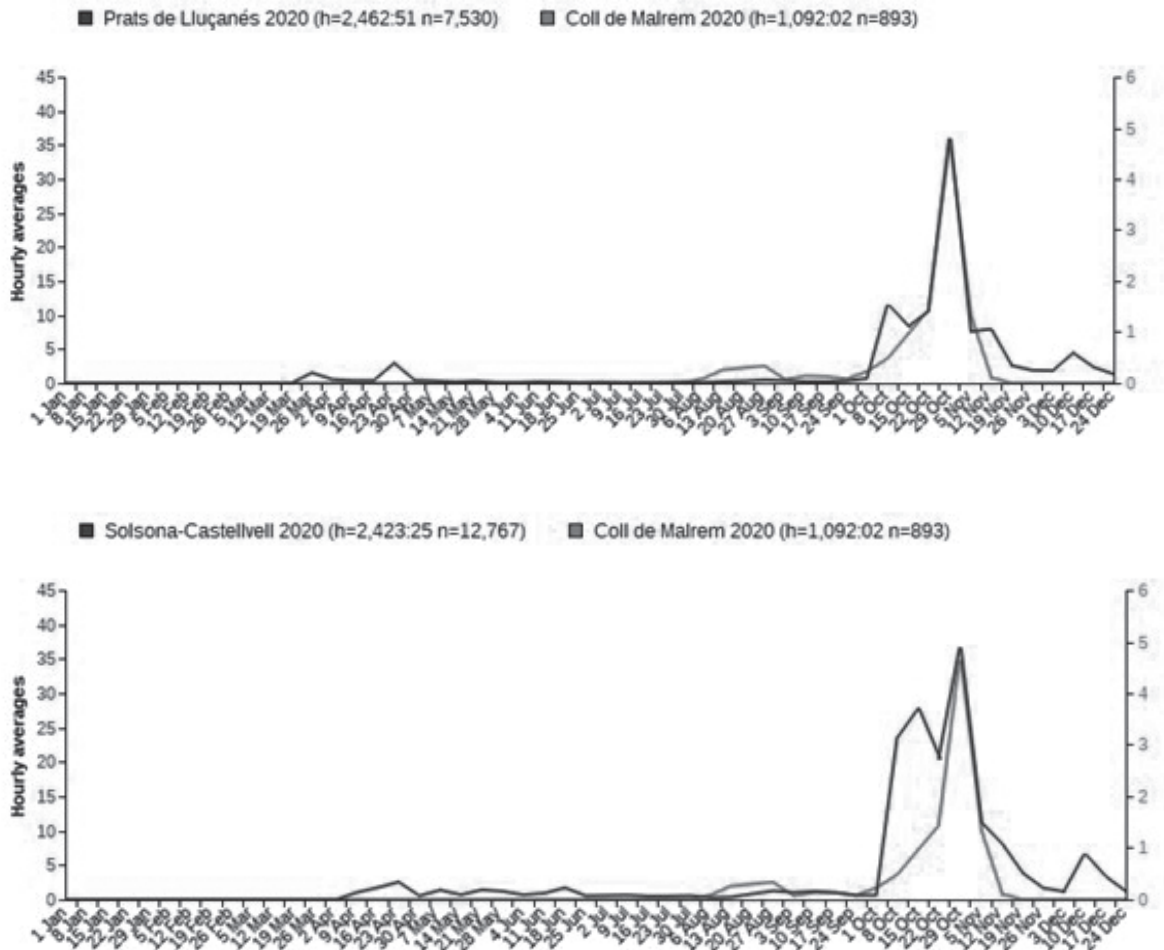


FIGURA 11. Distribució temporal del nombre d'ocells detectats, corregit per les hores de gravació, a Solsona (Solsonès; negre, eix esquerre, amunt), Lluçanès (Osona; negre, eix esquerre, abaix) i AM1 – Coll de Malrem (gris, eix dret). Font: www.trektellen.org.

Un fet que donaria suport a aquesta hipòtesi és que a la ciutat d'Olot, situada a 20 km al sud a la mateixa comarca també s'han detectat pocs ocells durant el mateix període en comparació amb les altres localitats mencionades: només 2 vegades més que a AM1 – Coll de Malrem (FIGURA 18, Oriol Clarabuch *com. pers.*, Pancho Pou *com. pers.*). Aquesta diferència entre Olot i l'àrea d'estudi podria estar explicada per ser un lloc amb major contaminació lumínica, ja que la llum de les ciutats estimula als ocells a reclamar més (Van Doren 2017). Per tant, això semblaria indicar que la Garrotxa, en conjunt no presenta un pas migratori important en comparació a altres comarques de Catalunya. No obstant això, no es pot descartar que aquestes diferències siguin degudes a diferències de detectabilitat de les gravadores utilitzades, que poden arribar a ser grans (Brotons *unpubl. data*, Gillings, *unpubl. data*, Baena & Manzano, *unpubl. data*).

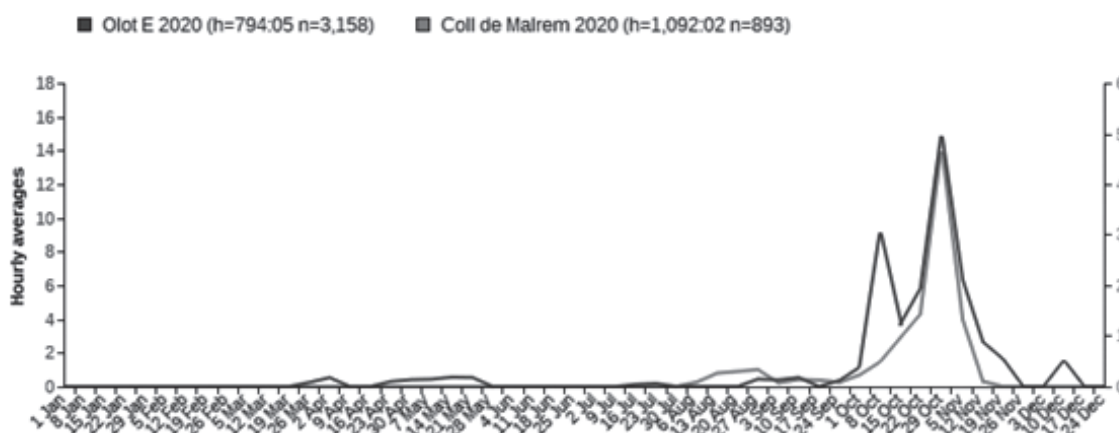


FIGURA 12. Distribució temporal del nombre d'ocells detectats, corregit per les hores de gravació, a Olot (Garrotxa; blau marí, eix esquerre, amunt), Lluçanès (Osona; blau marí, eix esquerre, abaix) i AM1 - Coll de Malrem (vermell, eix dret). Font: www.trektellen.org.

Per últim, cal recordar que no detectar ocells mitjançant aquesta metodologia acústica no implica una absència d'ocells en migració, per dos motius principals:

1. Hi ha moltes espècies d'ocells que migren de nit, especialment la família dels tallarols (*Sylvia* spp.) i boscarles (*Acrocephalus* spp.), que no reclamen durant els seus vols migratoris, encara que hi hagi estímul lumínic (Farnsworth 2005).

2. Hi haurà ocells que estaran migrant a una alçada superior a la màxima que la gravadora pot detectar sons, la qual s'estima que no passi del centenar de metres en els millors dels casos, d'acord amb experiències dels autors. Aquesta alçada màxima de detecció pot augmentar-se mitjançant micròfons de millor qualitat o paràboles de major diàmetre, però mai s'arribarà a detectar la totalitat dels ocells migradors amb aquesta tècnica. S'ha demostrat que el gruix d'ocells en migració arriba a volar fins a 1-2 km d'alçada sobre el terreny (Dokter *et al.* 2011, Bruderer *et al.* 2017). També, per tal d'estalviar energia amb vents favorables a la direcció de vol, els ocells semblen seleccionar l'alçada de vol tenint en compte els vents dominants, donat que la direcció i força d'aquests pot variar en funció de l'alçada (Dokter *et al.* 2011).

Distribució espacial de la migració nocturna detectada

L'anàlisi de les diferències de resultats entre els 5 punts de mostreig a l'àrea d'estudi sí permeten extreure conclusions més fermes. Per com a mínim els ocells que migren a baixa alçada i que reclamen, sembla haver-hi una preferència per migrar més pel sector occidental de l'àrea d'estudi, és a dir, a l'oest del Comanegra.

Donat que els cinc punts de mostreig presenten les mateixes condicions en termes de lluminositat (no existeix cap nucli de població proper a cap dels 5 punts), aquestes diferències entre llocs no poden estar explicades per una diferència de detectabilitat per haver-hi zones més lluminoses. L'alçada de gravació tampoc pot explicar aquestes diferències perquè, en cas d'haver-hi més ocells migrant a més alçada, s'haurien detectat més al punt més alt, és a dir al Comanegra. En canvi, aquest ha sigut el lloc amb menys ocells gravats i amb una notable diferència. Per últim, tot i la coincidència que el punt amb menys deteccions/hora és el punt amb menys hores

de gravació, aquest període sense gravacions no coincideix amb el període de major activitat migratòria observada i, per tant, la manca d'hores de gravació tampoc explica aquestes diferències.

Trobar el perquè hi ha aquest índex de preferència per migrar pel sector més occidental és més difícil. Una possible explicació seria que Coll de Malrem se situa més proper i en una orientació similar a la vall francesa de Vallespir, si aquest està canalitzant la migració que arriba a Perpinyà per la costa mediterrània francesa. És sabut que els colls de muntanya poden actuar com punts de concentració d'ocells en migració, els quals evitarien fer un sobre esforç energètic per poder incrementar l'altitud de vol i així poder sobrepassar punts més elevats de les muntanyes (Bruderer & Jenni 1990, Williams *et al.* 2001, Newton 2008, Zender *et al.* 2001), si bé aquest efecte no sempre existeix i també pot dependre del context espacial de la barrera geogràfica (Aschwanden 2019).

Com s'ha mencionat anteriorment, cal tornar a dir que aquestes conclusions fan referència al component de la població migratòria que ha migrat a baixa alçada. Els ocells que migren a més alçada poden no estar afectats pels elements topogràfics de manera directa i per tant, poden seguir rutes migratòries diferents dels ocells de baixa alçada que sí que han d'interaccionar amb la topografia (Newton 2008). Aquesta part del contingut migratori queda fora de l'abast de la metodologia utilitzada en el present estudi.

Composició específica

L'estudi ha permès detectar un rang ampli d'espècies d'ocells de diferents famílies i mides, des del lluer (*Spinus spinus*, uns 13 g de pes) fins al flamenc (uns 3 kg de pes). Les espècies més detectades corresponen a espècies molt comunes i/o amb molta activitat vocal, com els tords (especialment el tord comú i el tord ala-roig), els fringíl·lids i els ardeïds.

En el cas dels fringíl·lids, l'espècie més detectada amb diferència ha sigut el pinsà comú. No es pot concloure que el gruix de pinsans gravats corresponguin a ocells en migració activa, donat que individus locals d'aquesta espècie poden presentar activitat al voltant dels crepuscles durant els desplaçaments habituals entre ajocadors comunals i les zones d'alimentació diürnes. La seva abundància a les gravacions bé donada per la seva abundància de l'espècie a Catalunya, sobretot a l'hivern quan arriben efectius del centre i nord d'Europa.

En el cas dels ardèids, especialment pel que fa al bernat pescaire, una espècie resident a la zona, no es pot descartar que com a mínim alguns ocells detectats puguin correspondre a individus locals fent desplaçaments diaris entre les diferents àrees d'alimentació. No obstant això, aquestes espècies disminueixen (bernat pescaire) o fins i tot desapareixen (martinet de nit) a mesura que s'apropa l'hivern, indicant un canvi en el comportament de la població local o una absència d'efectius realment migradors o en dispersió.

S'han destacat una sèrie d'espècies per la seva escassetat a la zona. En el cas de l'òliba, la manca d'hàbitat idoni per l'espècie a l'àrea d'estudi fa intuir que els ocells detectats corresponen a individus en migració que visiten les nostres contrades a l'hivern, tal com ja s'ha evidenciat amb recuperacions d'ocells anellats (SIOC, 2021). En el cas de la polla blava, no s'havia citat mai a la comarca (Reservoir Birds, 2021).

El patró temporal i horari dels resultats indiquen que els ocells detectats es concentren al final del període d'estudi i al final de la nit. Per la primera qüestió, és evident que el patró observat queda marcat per l'arribada del contingent migratori i hivernant del tord comú a Catalunya, una espècie migradora nocturna molt vocal i comuna que acumula la majoria de deteccions de l'estudi. De fet, el pic de deteccions observat als resultats (última setmana d'octubre) coincideix amb el pic de deteccions registrat a altres estacions de gravació nocturna de Catalunya (FIGURA 17, FIGURA 18) i, amb una setmana d'endarreriment, també amb el patró d'observacions visuals i auditives de l'espècie realitzades majoritàriament de dia a Catalunya (FIGURA 19).



FIGURA 13. Distribució temporal del tord comú (*Turdus philomelos*) a Catalunya, en base a les llistes d'observacions i compartides al portal web *Ornitho.cat*. Font: <https://dades.ornitho.cat/llistes/TURPHI>.

Per la segona qüestió, és a dir, pel fet que la majoria d'ocells s'han detectat a finals de la nit, és més difícil saber-ne la causa. Una hipòtesi plausible és que la majoria d'aquests d'ocells, durant bona part de la nit, migren a una alçada superior a la màxima detectable acústicament i, a mesura que s'apropa el final de la nit, comencen a descendir per sedimentar-se i acabar el viatge migratori d'aquella nit. Aquest fenomen ja s'ha demostrat en algunes espècies i situacions (per exemple, Bellrose 1971 o Dokter 2021). Aquesta hipòtesi explicaria especialment el patró del tord comú i el tord alarrog, que són les dues espècies més detectades. Però també s'observa aquesta major concentració cap a finals de la nit en les espècies més escasses (Figura 20).

En el cas del pinsà comú, la tercera espècie més detectada, ja s'ha comentat anteriorment el possible efecte dels moviments des d'ajocadors a zones d'alimentació diürnes a prop de l'alba, cosa que fa esperable que les deteccions es concentrin al final de la nit. Els vols cap als ajocadors al vespre no es detectarien perquè es realitzarien abans de l'inici de la gravació, quan encara hi ha llum, aspecte que s'ha observat en altres espècies passeriformes. El possible contingent migratori reflectit per les dades també es concentraria a finals de la nit al ser una espècie migradora diürna, que comença el desplaçament migratori prop de l'alba i que aquest, en gran part, finalitza abans d'acabar el dia, sent per tant difícilment detectable una vegada entrada la nit.



FIGURA 14. Distribució horària i temporal de les espècies escasses (n individus <40), representada amb l'índex de crepuscularitat. Trobem reflectides les dades de les següents espècies: martinet de nit, xivitona, emberícid sp., pardal de bardissa, pit-roig, xivita, alosa, becadell comú, òliba, túrdid sp., cuereta groga, hortolà, pòlit cantaire, corriol pit-roig, cotoliu, torlit, agró roig, cornella negra, flamenc, bitó, cercavores, enganyapastors, gratapalles, griva, lluer, martinet menut, papamosques gris, polla blava, territ variant i valona.

AGRAÏMENTS

Agrair el suport econòmic principal, a través de la Beca Oriol de Bolòs, de l'Institut de Cultura de la Ciutat d'Olot i del Museu dels Volcans d'Olot. Econòmicament, també han col·laborat Dodotronic, Olympus i l'Eloïsa Mateu, amb la donació d'alguns aparells de gravació diversa, així com Alar Ecology, amb una donació econòmica. El Consorci d'Espais d'Interès Natural del Ripollès i l'Associació Paisatges Vius han cedit material divers de gravació. El Consorci de l'EIN Alta Garrotxa i el Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació de la Generalitat de Catalunya han facilitat el permís administratiu per portar a terme el treball de camp a la zona d'estudi. En l'àmbit teòric, conceptual o de disseny d'estudi, han ajudat especialment en Marc Illa i l'Stephen Menzie. Des d'un punt de vist logístic i tècnic han col·laborat en Seán Ronayne, la Marina Torrellas, en Ricard Font, en Gerard Carbonell, l'Helena Navalpotro, la Chiara Brogi, en Fernando Manzano, en José Miguel Baena, l'Albert Subirà, en Xavier Riera, en Martí Franch, en Marcel Gil, en Jordi Faus, en Sergi Carreras, en Lluís Crespo i l'Assumpta Crespo. Agrair també als gestors dels portals web Trektellen i Xeno-canto per facilitar l'intercanvi d'informació sobre migració i acústica. Finalment, agrair al suport d'en Magnus Robb i de la comunitat catalana d'estudi de la migració nocturna dels ocells, que han ajudat en la identificació de sons i altres aspectes.

BIBLIOGRAFIA

- ASCHWANDEN, J.; SCHMIDT, M.; WICHMANN, G.; STARK, H.; PETER, D.; STEURI, T. & LIECHTI, F. 2019. Barrier effects of mountain ranges for broad-front bird migration. *Journal of Ornithology*, 161(1).
- BELLROSE, F.C. 1971. The Distribution of Nocturnal Migrants in the Air Space. *The Auk*, 88 (2), 397–424.
- BERTRAND, A. 1990. La migration des oiseaux dans les Pyrénées centrales, Port d'Aula. Unpublished.
- BOTA, G.; GIRALT, D. & GUIXÉ, D. 2011. Prova pilot d'anellament en un coll de muntanya del Pirineu català. *l'Abellerol* 43, 4-7.
- BRUDERER, B.; & JENNI, L. 1990. *Migration across the Alps*. Pàgines 61-77 a *Bird Migration: Physiology and Ecophysiology* (E. Gwinner, Ed.). Springer Verlag, Berlin.
- BRUDERER, B.; PETER, D. & KORNER-NIEVERGELT, F. 2017. Vertical distribution of bird migration between the Baltic Sea and the Sahara. *Journal of Ornithology* 159 (2), 315-336.
- COLLAR, N. & CHRISTIE, D. A. 2020. Eurasian Blackbird (*Turdus merula*), version 1.0. In *Birds of the World* (J. del Hoyo, A. Elliott, J. Sargatal, D. A. Christie, and E. de Juana, Editors). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA.
- DIERSCHKE, V. 1989. Automatisch-akustische Erfassung des nachtlischen Vogelzuges bei Helgoland im Sommer 1987. *Vogelwarte* 35, 115–131.
- DOKTER, A. M. 2021. Migration analysis: flight altitudes of nocturnally migrating birds in late May. Birdcast. Consulta realitzada el 30 d'octubre del 2021: <https://birdcast.info/news/migration-analysis-flight-altitudes-of-nocturnally-migrating-birds-in-late-may/>.
- DOKTER, A. M.; LIECHTI, F.; STARK, H.; DELOBBE, L.; TABARY, P. & HOLLEMAN, I. 2011. Bird migration flight altitudes studied by a network of operational weather radars. *J. R. Soc. Interface* 8, 30-43.
- FARNSWORTH, A. 2005. Flight calls and their value for future ornithological studies and conservation research. *The Auk* 122 (3), 733-746.
- HILGERLOH, G.; LATY, M. & WILTSCHKO, W. 1992. Are the Pyrenees and the Western Mediterranean barriers for trans-Saharan migrants in spring? *Ardea* 80 (3), 375-381.
- HILL, A. P.; PRINCE, P.; SNADDON, J. L.; DONCASTER, C. P. & ROGERS, A. 2019. AudioMoth: A low-cost acoustic device for monitoring biodiversity and the environment. *HardwareX* 6, e00073.
- HILL, A. P.; PRINCE, P.; COVARRUBIAS, E. P.; DONCASTER, C. P.; DONCASTER, C.P. & ROGERS, A. 2018. AudioMoth: Evaluation of a smart open acoustic device for monitoring biodiversity and the environment. *Methods Ecol. Evol.* 9, 1199–1211.
- JOSA, P. 2012. Les campanyes d'anellament als prats d'Aguiro (Vall Fosca). Resultats 2010 - 2012. Consulta realitzada el 31 de gener del 2021: https://www.mnconsultors.com/pubs_files/20146101299Doc10.pdf.
- LACK, D. & LACK, E. 1953. Visible migration through the Pyrenees: an autumn reconnaissance. *Ibis* 95, 271-309.
- MARTÍNEZ-VILALTA, A.; MOTIS, A. & KIRWAN, G. M. 2020. Gray Heron (*Ardea cinerea*), version 1.0. In *Birds of the World* (J. del Hoyo, A. Elliott, J. Sargatal, D. A. Christie, and E. de Juana, Editors). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.graher1.01>
- NEWTON, I. 2008. *The migration ecology of birds*. Academic Press/Elsevier.
- NILSSON, C. 2015. *Flight Behaviour of Passerines on Nocturnal Migration*. Doctoral dissertation. Lund University.

- PIETROLUONGO, G.; LEGGETT, J.; FALQUINA FERNÁNDEZ, F.J.; LINARDAKI, I.; STEER, M.; PARKER, W.; MILIOU, A.; TSIMPIDIS, T. & NTAMPAKIS, D. 2018.** Monitoring of a *Canis aureus* population living in the airport area of Samos Island , Greece. Consulta realitzada el 31 de gener del 2021: https://www.researchgate.net/publication/330888327_Monitoring_of_a_Canis_aureus_population_living_in_the_airport_area_of_Samos_Island_Greece.
- RATPENATS.ORG 2021.** Com construir la teva caixa protectora per l'Audiomoth. Consulta realitzada el 31 de gener del 2021: <https://habitats.ratpenats.org/upl/files/audiomoth-cases-cat.pdf>.
- RESERVOIR BIRDS 2021.** Llista dels ocells de la Garrotxa. Consulta realitzada el 6 de febrer del 2021: https://www.reservoirbirds.com/BirderLists.asp#Species_-1.
- ROCKY POINT BIRD OBSERVATORY 2004.** Nocturnal flight call analysis as a method for monitoring density and species composition of migratory songbirds (Order *Passeriformes*) across southern Vancouver Island , British Columbia in 2004. Consulta realitzada el 31 de gener del 2021: <http://rpbo.org/acousticmonjjm.pdf>.
- SANDERS, C. E. & MENNILL, D. J. 2014.** Acoustic monitoring of nocturnally migrating birds accurately assesses the timing and magnitude of migration through the Great Lakes. *Condor* 116, 371–383.
- SISTEMA D'INFORMACIÓ ORNITOLÒGICA DE CATALUNYA (SIOC) 2021.** Òliba (*Tyto alba*). Consulta realitzada el 6 de febrer del 2021: <http://www.sioc.cat/fitxa.php?sp=TYTALB>.
- SMITH, A.D.; PATON, P.W.C. & MCWILLIAMS, S.R. 2014.** Using nocturnal flight calls to assess the fall migration of warblers and sparrows along a coastal ecological barrier. *PLoS One* 9(3):e92218. doi: 10.1371/journal.pone.0092218. eCollection 2014.
- VAN DOREN, M.B.; HORTON, K.G.; DOKTER, A.M.; KLINCK, HL, ELBIN, S. & FARNSWORTH, A. 2017.** High-intensity urban light installation dramatically alters nocturnal bird migration. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 114 (42), 11175-11180.
- ZEHNDER, S.; LIECHTI, F.; TRÖSCH, B. & BRUDERER, B. 2001.** Gibt es topographie-unabhängigen Nachtzug über den Alpen?. *Der Ornithologische Beobachter* (98): 215–22.