

Avaluació de paràmetres reproductors en caixes niu de medis natural i urbanitzat

Estudiant: Ester Boix Muns

Grau en Biologia

Correu electrònic: ester.boix@hotmail.com

Tutor: Josep Maria Bas Lay

Empresa/Institució: Universitat de Girona, Facultat de Ciències

Vistiplau tutor :

Nom del tutor: Josep Maria Bas Lay

Empresa / institució: Universitat de Girona

Correu(s) electrònic(s): josep.bas@udg.edu

ÍNDEX

RESUM	2
RESUMEN	3
ABSTRACT	4
1. INTRODUCCIÓ	5
1.1. Els ocells i la urbanització	5
1.2. El cas del pardal comú (<i>Passer domesticus</i>).....	8
2. OBJECTIVES	10
3. METODOLOGIA	11
4. RESULTATS I DISCUSSIÓ	18
4.1. Superfície de cobertura vegetal.....	18
4.2. Ocupació	19
4.3. Reproducció	21
5. CRITÈRIS ÈTICS I SOSTENIBILITAT	29
6. CONCLUSIONS	30
7. BIBLIOGRAFIA	31

RESUM

Durant les últimes dècades ha tingut lloc un ràpid augment de les taxes d'urbanització arreu del món. Es preveu que al 2050 un 68% de la població mundial viurà en zones urbanes. Això suposa una gran amenaça per la biodiversitat, ja que la urbanització resulta en la pèrdua i fragmentació de l'hàbitat natural i pot acabar causant l'extinció d'espècies. Els impactes del desenvolupament de la urbanització provoquen canvis en l'hàbitat, recursos alimentaris, depredadors i competidors, entre d'altres, i acaben afectant a la biologia de les poblacions d'ocells presents en les àrees urbanes. Segons l'organització SEO/BirdLife, la població de pardal comú (*Passer domesticus*) a Espanya ha patit un declivi del 21% des de 2008 fins al 2018. En altres ciutats europees ja no queda pràcticament cap exemplar d'aquesta espècie. Factors com l'absència de cavitats on nidificar o la reducció d'aliment de qualitat, associats a la pèrdua de cobertura vegetal en les zones urbanes, han sigut els principals causants de la gran davallada poblacional. En aquest estudi s'ha volgut comparar l'èxit reproductiu de les parelles reproductores d'ocells nidificants en dos medis: natural i urbanitzat, i per tant observar si els impactes de la urbanització tenen algun efecte sobre aquest en les poblacions d'ocells presents en l'àrea del Campus de Montilivi, on l'any 2018 es van col·locar 60 caixes niu. Es van prendre les dades sobre l'ocupació de les caixes niu, l'inici de la posta, la mida de la posta, la condició física i desenvolupament dels polls i del comportament parental. Una inesperada baixa proporció de caixes niu ocupades va resultar en un nombre de dades obtingudes molt baix, fet que va limitar molt l'obtenció de resultats fiables i significatius. Finalment no s'han pogut demostrar diferències significatives entre els paràmetres reproductors de les parelles d'ocells que havien ocupat caixes niu situades en medi natural i el de les que havien ocupat les situades en un medi urbanitzat. La zona dins l'àrea d'estudi considerada com a zona urbana no presenta estrictament les característiques pròpies d'una àrea urbana ni els seus efectes, sinó que correspondria més aviat a una zona suburbana. Apart del que s'acaba d'esmentar, la poca distància entre la zona natural i la zona urbanitzada pot haver estat la causa de l'obtenció d'aquests resultats on no s'ha observat cap diferència significativa, juntament amb el baix nombre de mostres.

RESUMEN

Durante las últimas décadas ha tenido lugar un rápido aumento de las tasas de urbanización en todo el mundo. Se prevé que en 2050 un 68% de la población mundial vivirá en zonas urbanas. Esto supone una gran amenaza para la biodiversidad, ya que la urbanización resulta en la pérdida y fragmentación del hábitat natural y puede terminar causando la extinción de especies. Los impactos del desarrollo de la urbanización provocan cambios en el hábitat, recursos alimentarios, depredadores y competidores, entre otros, y acaban afectando a la biología de las poblaciones de aves presentes en las áreas urbanas. Según la organización SEO / BirdLife, la población de gorrión común (*Passer domesticus*) en España ha sufrido un declive de 21% desde 2008 hasta 2018. En otras ciudades europeas ya no queda prácticamente ningún ejemplar de esta especie. Factores como la ausencia de cavidades donde nidificar o la reducción de alimento de calidad, asociados a la pérdida de cobertura vegetal en las zonas urbanas, han sido los principales causantes del gran descenso poblacional. En este estudio se ha querido comparar el éxito reproductivo de las parejas reproductoras de aves nidificantes en dos medios: natural y urbanizado, y por lo tanto observar si los impactos de la urbanización tienen algún efecto sobre éste en las poblaciones de aves presentes en el área del Campus de Montilivi, donde el año 2018 se colocaron 60 cajas nido. Se tomaron los datos sobre la ocupación de las cajas nido, el inicio de la puesta, el tamaño de la puesta, la condición física y desarrollo de los polluelos y del comportamiento parental. Una inesperada baja proporción de cajas nido ocupadas resultó en un bajo número de datos obtenidos, lo que limitó mucho la obtención de resultados fiables y significativos. Finalmente no se han podido demostrar diferencias significativas entre los parámetros de las parejas de pájaros que habían ocupado cajas nido situadas en medio natural y el de las que habían ocupado las situadas en un medio urbanizado. La zona dentro del área de estudio considerada como zona urbana no presenta estrictamente las características propias de un área urbana ni sus efectos, sino que correspondería más bien a una zona suburbana. Aparte de lo que se acaba de mencionar, la poca distancia entre la zona natural y la zona urbanizada puede haber sido la causa de la obtención de estos resultados donde no se ha observado ninguna diferencia significativa, junto con el bajo número de muestras.

ABSTRACT

During the last decades a rise in urbanization rates has taken place worldwide. It is expected that by 2050, 68% of the world population will live in urban areas. This is an important threat to biodiversity since urbanization results in a loss and fragmentation of the natural habitat and it can cause the extinction of several species. Impacts of the urbanization development cause changes in habitat, food resources, predators and competitors, and end up affecting the biology of bird populations present in urban areas. According to the SEO / BirdLife organization, the population of common sparrow (*Passer domesticus*) in Spain has suffered a decline of 21% from 2008 to 2018. In other European cities there is practically no individual of this specie. Factors such as the absence of cavities to nesting or the reduction of food quality, associated with the loss of vegetation in urban areas, have been the main causes of the decline on its population. In this study, we wanted to compare reproductive success of breeding birds couples in two mediums: natural and urbanized, and therefore to observe whether impacts of urbanization have any effect on the bird populations living in the Montilivi Campus area, where in 2018 60 nest boxes were placed. The data of the occupation of the nest boxes, the laying date, the clutch size, the physical condition and the development of the chicks were taken. An unexpected low proportion of occupied nest boxes resulted in a very low number of data, which reduced the obtaining of reliable and significant results. Finally, there were no significant differences between the reproductive parameters of the couples that had occupied nest boxes located in the natural environment and those who occupied nest boxes located in an urbanized one. The area considered as an urban one by this study, in fact, doesn't present the proper characteristics of an urban area or its effects, but rather corresponds to a suburban area. Apart from what has just been mentioned, the little distance between the natural area and the urbanized area may have been another cause of the results obtained, as well as the low number of samples.

1. INTRODUCCIÓ

1.1. Els ocells i la urbanització

Les aus són un grup de vertebrats que sempre ha cridat l'atenció de l'home per nombrosos trets com són la capacitat de volar que presenten una gran majoria, la seva àmplia distribució i diversitat, la bellesa i colors del seu plomatge, el seu estil de vida o bé la seva evolució, entre molts d'altres. El que una gran part de la població encara no és conscient és de l'importantíssim paper que juga aquest grup animal dins el funcionament de l'ecosistema, apart de la seva contribució en molts serveis ecosistèmics dels quals els humans n'obtenen benefici. Alguns dels serveis més importants que proporcionen les aus són la pol·linització i dispersió de llavors, molt importants per al manteniment de l'ecosistema, el control de plagues i la consumició de cadàvers per part dels carronyers, evitant així la transmissió de malalties (Whelan *et al.*, 2008).

En les últimes dècades s'ha observat un ràpid augment de les taxes d'urbanització arreu del món. De forma global, es preveu que al 2050 un 68% de la població mundial viurà en àrees urbanes (Ritchie i Roser, 2019), aproximadament unes 6.300 milions de persones, casi el doble dels 3.500 milions que hi vivien arreu del món a l'any 2010 (Elmqvist *et al.*, 2013). El desenvolupament de les urbanitzacions suposa una gran amenaça per la biodiversitat ja que provoca la pèrdua d'hàbitat i la fragmentació d'aquest (Zhang i Zheng, 2010), alhora que representa una de les majors causes de l'extinció d'espècies, la pèrdua d'espècies natives (Czech *et al.*, 2000) i el seu reemplaçament per espècies no natives que aconsegueixen adaptar-se a les condicions dels hàbitats urbans (McKinney, 2016). L'agricultura, la construcció de carreteres, entre d'altres impactes que acompanyen el creixement urbà també tenen un efecte negatiu sobre moltes espècies (McKinney, 2002).

Pel que fa la riquesa i diversitat d'espècies molts estudis demostren que aquestes disminueixen al llarg d'un gradient d'hàbitat rural a urbà i que els valors més baixos es troben en els nuclis urbans, zones densament edificades. Aquesta disminució és en gran part deguda a la pèrdua de vegetació. Més d'un 80% de la majoria dels centres urbans estan coberts per paviment i edificis (Blair i Launer 1997) de manera que tant sols un 20% roman com a zona amb vegetació. Aquesta vegetació restant sol tenir una estructura simple i una baixa diversitat de plantes com a conseqüència de tasques de manteniment de les zones urbanes que impliquen l'eliminació d'arbustos o fustes mortes, de la contaminació, de la invasió i cultiu d'espècies no natives, entre d'altres molts impactes causats pels humans. Tot això afecta negativament a la diversitat d'aus i altres animals, la diversitat dels quals està molt correlacionada amb la quantitat de vegetació i la riquesa d'espècies de plantes (McKinney, 2002, 2008).

Respecte als ocells, els efectes de la urbanització sobre les comunitats d'ocells han estat una àrea d'investigació des de l'any 1950, aproximadament (Marzluff 2001). L'establiment de ciutats pot afectar a la biologia de la població d'ocells en zones

urbanes, ja que provoca canvis en els processos de l'ecosistema, l'hàbitat, els recursos alimentaris, els depredadors i competidors i en les malalties. Aquests canvis en la seva biologia acaben implicant també canvis en l'estructura i composició de la comunitat (Marzluff, 2001). Marzluff (2001), basant-se en el recull de dades de molts estudis centrats en l'estudi de l'efecte de la urbanització sobre la comunitat d'ocells, exposa que l'estructura de la comunitat d'aus no respon d'una manera consistent a la urbanització, tot i que la majoria d'estudis determinen que la densitat d'ocells augmenta mentre que la riquesa i la uniformitat disminueixen en resposta a la urbanització.

La urbanització de l'hàbitat no només té efectes negatius, també té efectes que resulten beneficiosos (com l'alta disponibilitat d'aliment) sobre poblacions d'ocells, i és el conjunt d'impactes que provoca el que acaba determinant quins ocells poden sobreviure i persistir i quins no aconseguiran adaptar-se i s'extingiran en les zones urbanes (Seress i Liker, 2015). Les espècies varien en la seva capacitat per adaptar-se als canvis al llarg del gradient rural-urbà (McKinney, 2002). Algunes espècies es veuen afavorides ja que són capaces d'explotar i beneficiar-se dels entorns urbans i crear poblacions denses i estables, mentre que d'altres, principalment espècies natives, disminueixen al augmentar la urbanització ja que es perd el seu hàbitat natural, augmenten els seus depredadors i competidors o bé presenten intolerància a l'activitat humana (Marzluff, 2001).

En relació al seu grau de tolerància a les pertorbacions i la utilització dels recursos proporcionats per l'entorn urbà les espècies d'aus de les àrees urbanes es poden classificar com a "urban avoiders", "urban adapters" i "urban exploiters" (McKinney, 2002).

Els "urban avoiders" són espècies que solen dependre només dels recursos naturals i inclou espècies d'aus que habiten a l'interior de boscos grans i madurs i aus que nidifiquen al terra, les quals són molt sensibles a les pertorbacions humanes. Els "urban adapters" utilitzen recursos naturals però també poden utilitzar i beneficiar-se de recursos proporcionats per l'home. Dins de la categoria dels "urban adapters" s'hi inclouen omnívors, aus que recol·lecten l'aliment del sòl, granívors, aus que s'alimenten d'insectes voladors, i aus que poden nidificar en arbres, arbusts i cavitats. Al contrari que els "urban avoiders", els "urban exploiters" són espècies que depenen molt, o totalment, dels recursos humans. Aquests són sovint espècies adaptades a zones rocoses com penya-segats, similars a l'estructura dels edificis de formigó en zones urbanitzades o espècies que nidifiquen en cavitats i que poden habitar en cavitats proporcionades pels habitatges humans, com per exemple el conegut pardal comú. Els explotadors urbans solen alimentar-se de llavors que recol·lecten al sòl o bé són omnívors (McKinney, 2002), sovint tenen una dieta generalista.

L'alta disponibilitat d'aliment en les zones urbanes és el principal factor que fa que algunes espècies es vegin afavorides en aquest tipus d'hàbitat. Aquest increment d'aliment es pot relacionar amb un augment de la fecunditat i també de la supervivència durant l'hivern. La reducció de depredadors en les zones urbanes també suposa un benefici per les espècies en les àrees urbanes (Marzluff, 2001).

D'altra banda, existeix un seguit de factors que fan que les zones urbanes no resultin idònies per molts ocells. La disminució d'hàbitat natural disponible, la fragmentació, un augment de vegetació no nativa i la simplificació de l'estructura de la vegetació afecten directament sobre la fecunditat, reduint la quantitat i la qualitat de llocs on moltes espècies d'ocells natives poden nidificar.

Indirectament, la depredació de nius augmenta en les zones urbanes ja que moltes de les espècies que es veuen afavorides per l'augment de la disponibilitat d'aliments i baixa depredació són sovint espècies depredadores de nius. La competència amb altres espècies, els paràsits del niu i perturbacions humanes també poden reduir la fecunditat de les espècies d'ocells natives. La presència de depredadors no nadius, com els gats domèstics, suposa una reducció de la supervivència de les aus en zones urbanes.

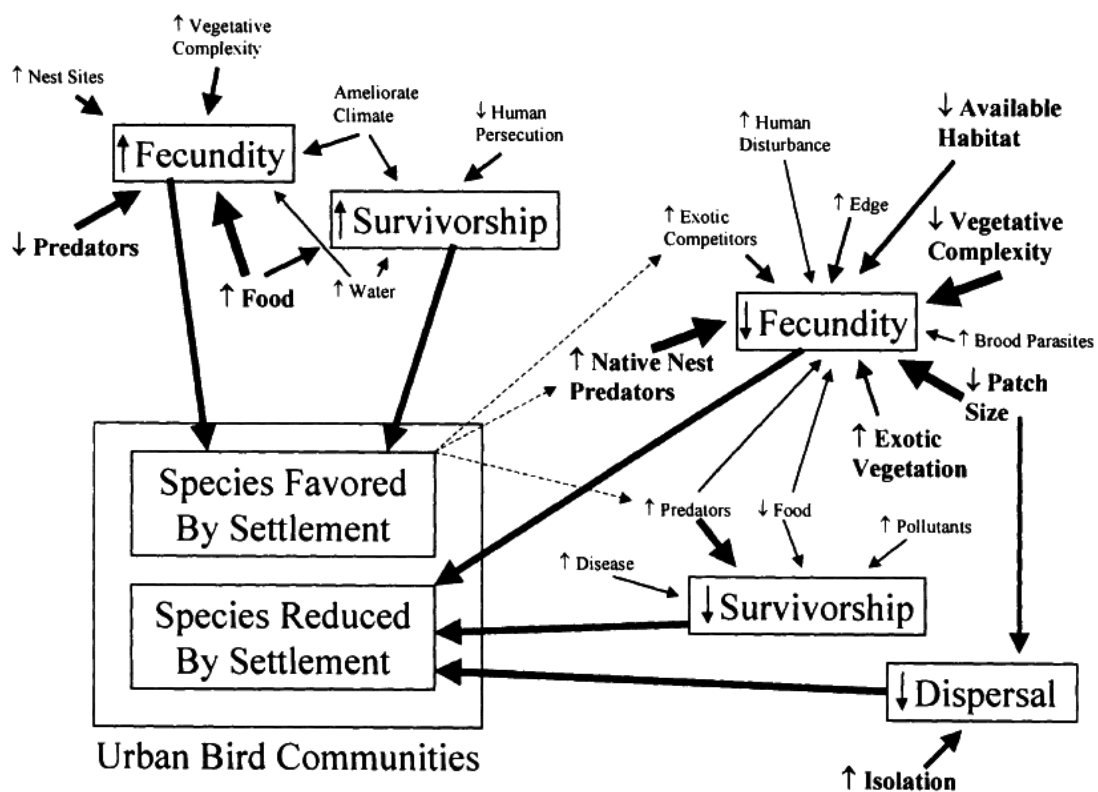


Figura 1. Efectes directes i indirectes de la urbanització sobre les poblacions d'aus i com aquests acaben afavorint o no a les diferents espècies. Font: Marzluff (2001).

I molt important, la urbanització també suposa un impacte negatiu sobre les poblacions d'artròpodes, disminuint-les, els quals són una important font d'aliment de qualitat per a molts ocells i la seva presència en la dieta dels polls és indispensable per al seu bon desenvolupament. També s'augmenta l'exposició a malalties i a toxines, que poden reduir la supervivència i la fecunditat (Marzluff, 2001).

Així doncs, resumint, els principals resultats dels efectes de l'augment de la urbanització són l'augment d'aus no natives, l'augment d'aus que nidifiquen en cavitats

(utilitzant els edificis com a llocs de nidificació), l'augment de depredadors de nius i paràsits de nius i la disminució d'espècies natives.

1.2. El cas del pardal comú (*Passer domesticus*)

Des de les últimes dècades del segle XX, les poblacions d'una espècie que ha estat vinculat al ésser humà des de temps ancestrals i que ha evolucionat adaptant-se als canvis en els assentaments humans, està en important declivi (SEO/BirdLife). Es tracta del pardal comú (*Passer domesticus*), un passeriforme molt conegut i familiar, i possiblement el més àmpliament distribuït arreu del món.

Segons SEO/BirdLife, des de 2008 fins el 2018 l'espècie ha patit un declivi poblacional del 21% a Espanya, el que implica que en tant sols una dècada podrien desaparèixer fins a 30 milions de pardals. Però aquesta situació no només està passant a Espanya, sino que també a nivell Europeu i de manera més alarmant. En ciutats com Londres, Brussel·les o Hamburg les poblacions d'aquesta espècie ja han desaparegut pràcticament.



Figura 2. Parella de pardal comú (*Passer domesticus*), femella a l'esquerra i mascle a la dreta. Font: fotonat.org, Hector Sarco.

La disminució de la població de pardals comuns en els hàbitats urbans s'ha associat a canvis en diferents factors causats per els efectes la urbanització. Aquests factors són principalment: la depredació, la competència amb altres espècies, la presència de llocs on nidificar, malalties, la disponibilitat d'aliments i la contaminació (Vincent, 2005).

El gat domèstic (*Felis catus*) és un animal domèstic molt popular present en moltes cases però també abundants als carrers vivint en colònies salvatges. I és que el gat domèstic és un gran depredador de pardals comuns en les zones urbanes. En la tesis de Vincent (2005) s'exposa que la organització *The Mammal Society* va determinar en un estudi que el 28% de les preses de gats corresponien a pardals comuns i per tant aquests són una de les possibles causes de la mortalitat en pardals adults.

S'ha proposat com a una important causa del declivi la falta de cavitats idònies on els pardals puguin nidificar, degut a la modernització de les construccions i a les renovacions d'edificis antics, l'estructura dels quals no permeten la nidificació de pardals en ells (Summers-Smith, 2003).

La salmonel·la és una malaltia infecciosa comú en els pardals salvatges. Els pardals comuns poden ser un reservori de malalties en àrees urbanes (Juricova *et al.*, 1998) i es pot donar la propagació de la malaltia deguda a la proximitat de les aus en jardins on hi ha alimentació comunitària i menjadores (Macdonald, 1978). Pel que fa a la contaminació, resultats de l'estudi de Kaminski (1995a) van demostrar que una àrea no contaminada presenta unes millors condicions per al desenvolupament i la reproducció en el pardal xarrec (*Passer montanus*) que en una àrea contaminada. Per tant el grau de contaminació és un possible factor que afecta a la condició i salut dels polls, alhora que afecta a la productivitat del pardal comú (Vincent, 2005).

Tot i així, el que suposa un major impacte negatiu sobre la població de pardal comú és la disminució d'artròpodes, el principal aliment dels polls durant els seus primers dies de vida. L'escassetat d'espais verds a les ciutats i l'increment en l'ús de pesticides en aquests, majoritàriament parcs i jardins, resulta en la disminució de la quantitat d'invertebrats. També la pèrdua d'àrees de males herbes degut a l'edificació en aquestes zones pot ser important, ja que aquestes àrees són una font d'artròpodes i llavors per als pardals urbans (Vincent, 2005). Els efectes de l'escassetat d'aliment de qualitat influeixen en la posta d'ous, resultant en la no posta d'ous o bé en una mida de posta reduïda, en la reducció del bon creixement i supervivència dels polls, i, en espècies que realitzen una posta múltiple, una reducció en el nombre d'intents de nidificació (Newton, 1998). Juan Carlos del Moral, coordinador de l'Àrea de Ciència Ciutadana de SEO/BirdLife, assegura que “els pardals pateixen anèmia, malnutrició i un funcionament deficitari dels seus sistemes de defensa”.

També s'ha demostrat un declivi de les poblacions de pardal comú en terres agrícoles, però actualment la població ja s'ha estabilitzat (Summers-Smith, 2003) a diferència de les poblacions de pardal comú presents en zones urbanes que continuen en declivi. El declivi en les àrees rurals s'ha atribuït a unes causes que difereixen de les causants en el declivi de la població urbana, les quals són principalment la simplificació del paisatge agrari, l'agricultura intensiva i l'augment en l'ús de pesticides i herbicides que eliminen els seus principals aliments. Aquests canvis han reduït la disponibilitat d'aliments com ara llavors, que són una font d'aliment per els ocells durant tot l'any, i d'invertebrats, els quals són essencials per alimentar i criar els polls de pardal comú (Summers-Smith, 2003) i de moltes altres espècies.

2. OBJECTIVES

Taking into account the facts explained above, the main objective of this study is to evaluate and compare the success of breeding birds couples in two environments: natural and urbanized. It is intended to observe how urbanization affects many birds in the world, causing the decline of populations like the common sparrow (*Passer montanus*), and that may also affect general reproductive conditions of passerine populations that occupied the nest boxes located on the Montilivi Campus area, in Girona.

In order to achieve the primary objective, specific objectives had been defined:

- Evaluate and compare the physical condition of the chicks that were born and developed in the natural environment and in the urban environment.
- Observe the behaviour of parents, based on the rate of feeding, during the chicks development.
- Study how the rest of the parameters related to reproduction varies (clutch size, survival of the chicks...) depending on the environment.

3. METODOLOGIA

L'àrea d'estudi comprèn la zona del campus de Montilivi de la Universitat de Girona (UdG) i part de la zona boscosa de Palau que comprèn des de l'Hort Ecosolidari de la UdG fins passat el Servei d'Esports (Figura 3). L'any 2018 s'hi van col·locar 60 caixes niu, totes numerades, construïdes a partir del model GACO 2000 (Figura 4), dissenyat pel Grup d'Anellament Calldetenes-Osona, les quals estan dissenyades per a ser ocupades especialment per petits passeriformes.

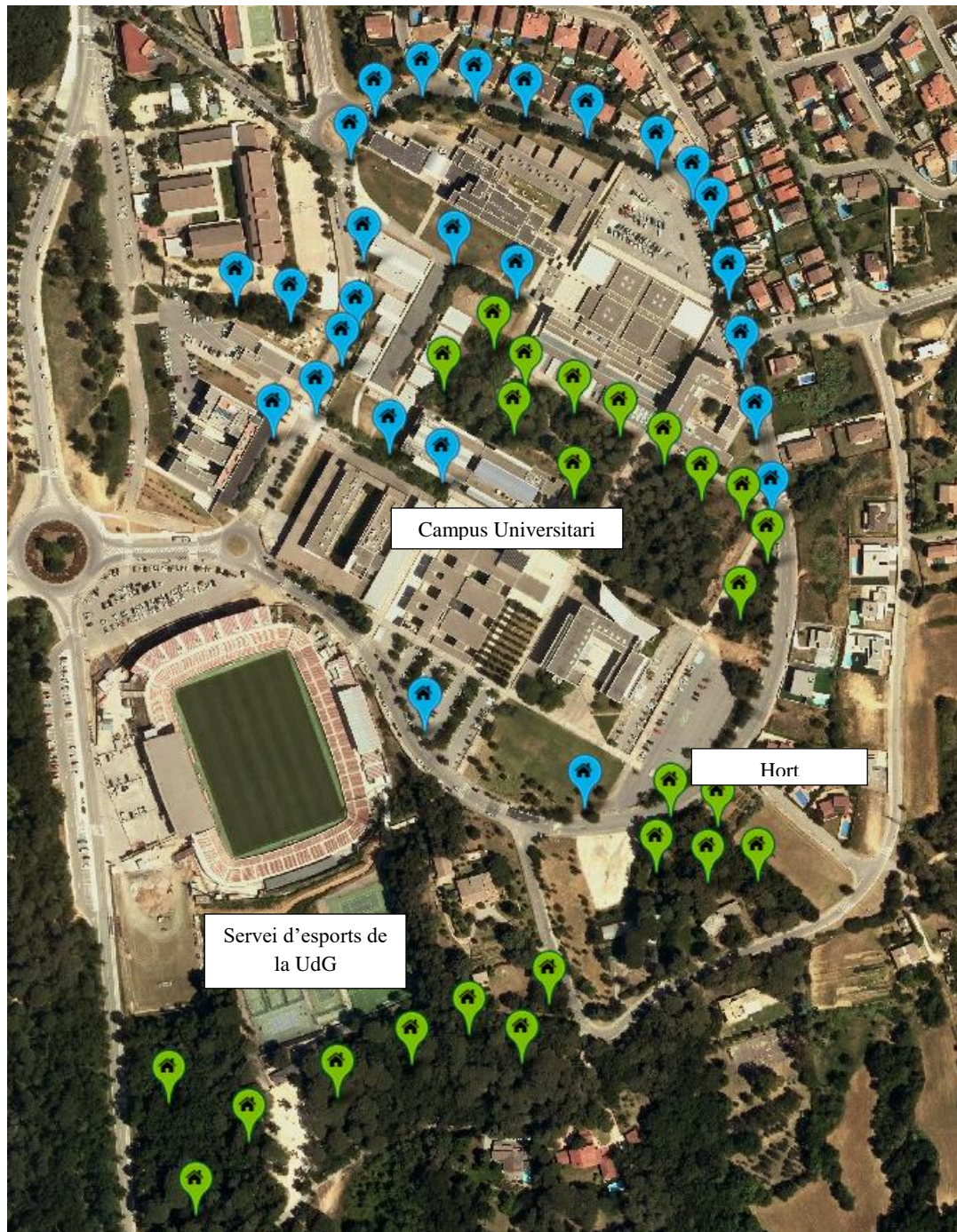


Figura 3. Àrea d'estudi. En verd caixes niu situades en un medi "natural", en blau caixes niu situades en un medi "urbanitzat". Font: modificat de Instamaps.

Segons les característiques de l'entorn on van ser instal·lades les caixes niu es va considerar que 30 estaven situades en un medi "natural" (color verd al mapa), mentre que les 30 restants estaven situades en un medi "antròpic" o "urbanitzat" (color blau al mapa). Aquesta classificació es va basar en la observació de l'entorn de les caixes via imatge aèria.



Figura 4. Caixa niu model GACO 2000. Font pròpia.

D'aquestes 60 caixes col·locades, unes 51 han estat vàlides per a realitzar l'estudi, ja que les 9 restants no han estat trobades o eren inaccessibles.

Durant els mesos de Febrer i Març l'associació Bitxacs de la UdG van buidar i netejar les caixes niu, ja que contenien el material utilitzat per la construcció dels nius de l'any anterior, per tal de que els ocells poguessin tornar a ocupar les caixes i construir el niu de nou durant el següent període reproductiu. També van ser pintades amb oli de llinosa natural, el qual protegeix la fusta i d'aquesta manera s'aconsegueix augmentar la resistència i durabilitat de les caixes niu.

Les espècies d'aus que solen utilitzar caixes niu d'aquest model són petits passeriformes que acostumen a nidificar en cavitats d'edificis o arbres, i principalment solen ser ocupades per 4 espècies: *Passer domesticus*, *Passer montanus*, *Parus major* i *Cyanistes caeruleus* (Figura 5). Aquestes espècies inicien la construcció del niu i primera posta entre finals del mes de març i mitjans de maig, i per tant a inicis del mes d'abril es va iniciar el control de l'ocupació i de les postes realitzades a les caixes niu.



Figura 5. Possibles espècies ocupants en caixes niu model GACO 2000. De dreta a esquerra: *Passer domesticus* (Pardal comú), *Passer montanus* (Pardal xarrec), *Parus major* (Mallerenga carbonera) i *Cyanistes caeruleus* (Mallerenga blava). Font: modificat de SEO/BirdLife.

Ja que el nombre de caixes a revisar és elevat i l'inici de la posta pot variar molt entre les diferents caixes es va realitzar una fitxa-calendari i una fitxa d'observacions per facilitar l'organització de les visites control a les diferents caixes. En la fitxa d'observacions s'annotava el número de la caixa, el seu estat (ocupada o no ocupada), l'espècie que l'havia ocupat segons la construcció i material utilitzat per la construcció del niu (Figura 6), entre d'altres observacions i la data de la visita. La fitxa-calendari consistia en una taula en què una fila corresponia als dies del mes i dos columnes on es

presentaven les diferents caixes numerades i l'espècie que havia ocupat cada una de les caixes. Aquesta última va ser utilitzada per controlar l'inici i final de la posta, la mida d'aquesta, el dia de naixement dels polls, i els dies en què s'havien de realitzar les mesures corresponents.



Figura 6. A l'esquerra niu de mallerenga carbonera (*Parus major*). A la dreta niu de pardal xarrec (*Passer montanus*). Font pròpia.

Es van visitar les caixes niu freqüentment però sense seguir cap patró de dies en concret, es realitzaven les visites necessàries per tal de poder determinar l'inici i final de la posta i el dia de naixement aproximat dels polls.

L'inici i final de la posta es va determinar tenint en compte el fet de que les espècies ocupants posen 1 ou per dia durant la posta. Per exemple, si el dia 16 d'abril hi havia 3 ous al niu i el dia 25 d'abril n'hi havia 5, això indica que l'inici de la posta va ser el dia 14 d'abril i el final el dia 18, ja que la mida de la posta va ser de 5 ous i la femella va posar un ou per dia.

L'interval de dies entre l'inici de la incubació dels ous i el dia del naixement del primer poll es coneix com el període d'incubació (Atiénzar et al., 2016). La durada del període d'incubació en les possibles espècies ocupants varia entre 11-14 dies. En aquest cas es va definir com a inici del període d'incubació a partir del mateix dia en què la femella va posar l'últim ou de la posta en les espècies del gènere *Passer*, mentre que el



Figura 7. Femella de *Parus major* incubant la posta. Font pròpia.

gènere *Parus* pot iniciar la incubació abans de la finalització de la posta i per tant es va considerar l'inici d'aquesta en el dia en què la femella va posar el penúltim ou de la posta. Tenint en compte la durada del període d'incubació es va poder predir el dia aproximat del naixement dels polls. Per determinar exactament la data de naixement dels polls es van realitzar les visites control en els dies possibles del naixement i simplement es va observar si algun poll ja havia sortit de l'ou (Figura 8). En el cas de que tots els polls ja haguessin nascut es va observar les característiques físiques per tal d'assignar-los una edat.



Figura 8. Naixement de polls de *Passer montanus* (Pardal xarrec). Font pròpia.

La determinació de l'edat dels polls es va realitzar a partir de l'observació directa dels polls i utilitzant com a referència diferents imatges, guies gràfiques, així com també característiques clau pròpies de cada edat durant el desenvolupament del poll, com són la presència de pigment a l'esquena i ales visibles a partir de l'edat de 2 dies, la visualització de les beines de les plomes a partir dels 3 dies, l'obertura dels ulls als 5/6 dies... Concretament, la identificació de les edats dels polls de *Passer montanus* es va basar en les imatges i descripcions de la guia gràfica creada per de Castro Díaz.

En la figura 9 hi ha representat el desenvolupament d'un poll de pardal comú, molt similar al del pardal xarrec.

L'objectiu principal de l'estudi és comparar l'èxit reproductiu de les espècies ocupants en les caixes niu, basant-nos principalment en la condició física dels polls i en la resta de paràmetres relacionats amb la reproducció, col·locades d'una banda en una zona natural i per altra en una zona més antropitzada, i observar si existeixen diferències significatives. Per tal de determinar la condició física dels polls i estudiar-ne el seu desenvolupament es van prendre mesures de les principals característiques biomètriques d'aquests (pes i longitud del tars) en l'edat de 4

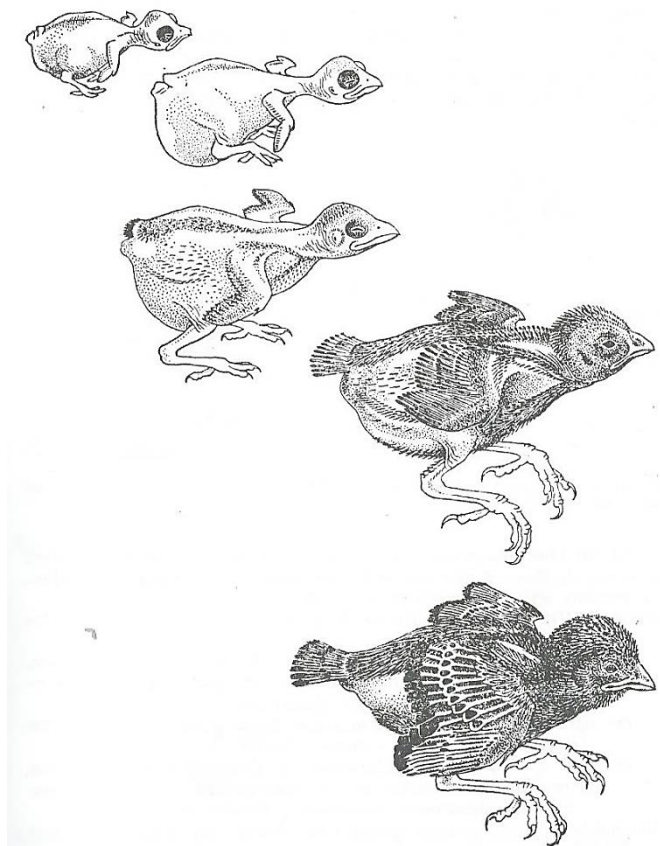


Figura 9. Etapes en el creixement d'un poll nidícola, pardal comú, a les 36 hores, 4 dies, 6 dies, 8 dies i 10 dies. Font: Harrison (1977).

dies, 8 dies i 11-12 dies, aproximadament, comptant el dia del naixement del primer poll com a dia 0.

Per la mesura del pes es va utilitzar una balança digital de la marca ADAM, concretament el model CB Compact Balance 1001. Per pesar els polls d'una certa edat en la qual ja no es mantien quiets sobre la balança es va utilitzar un recipient en el que es va introduir el poll amb cura i que va ser prèviament tarat per tal de que no influís el pes d'aquest en la mesura.

La mesura de la longitud del tars és més complicada d'obtenir. Per prendre la mesura es va utilitzar un peu de rei digital. Es va mesurar des de l'articulació tibio-tarsal fins l'altre extrem del tars, tot intentant recollir els dits de l'ocell i doblant-los cap enrere amb cura de manera que quedessin situats en un angle de 90° respecte al tars, tal i com es mostra a l'imatge (ii) de la Figura 10. A la imatge (i) de la Figura 10 hi ha representada la que seria la mesura de la longitud real del tars, però aquesta resulta molt més difícil de mesurar amb precisió.

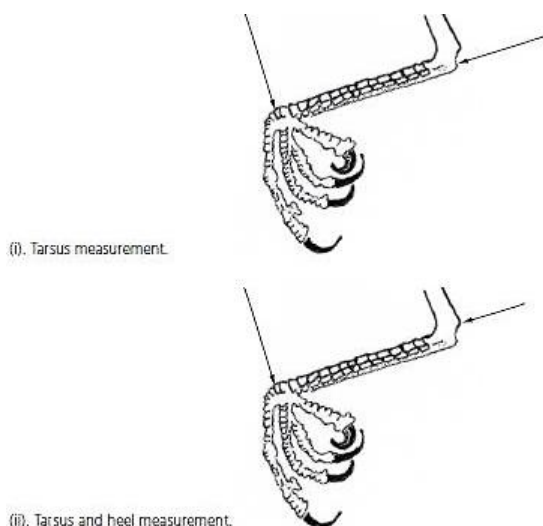


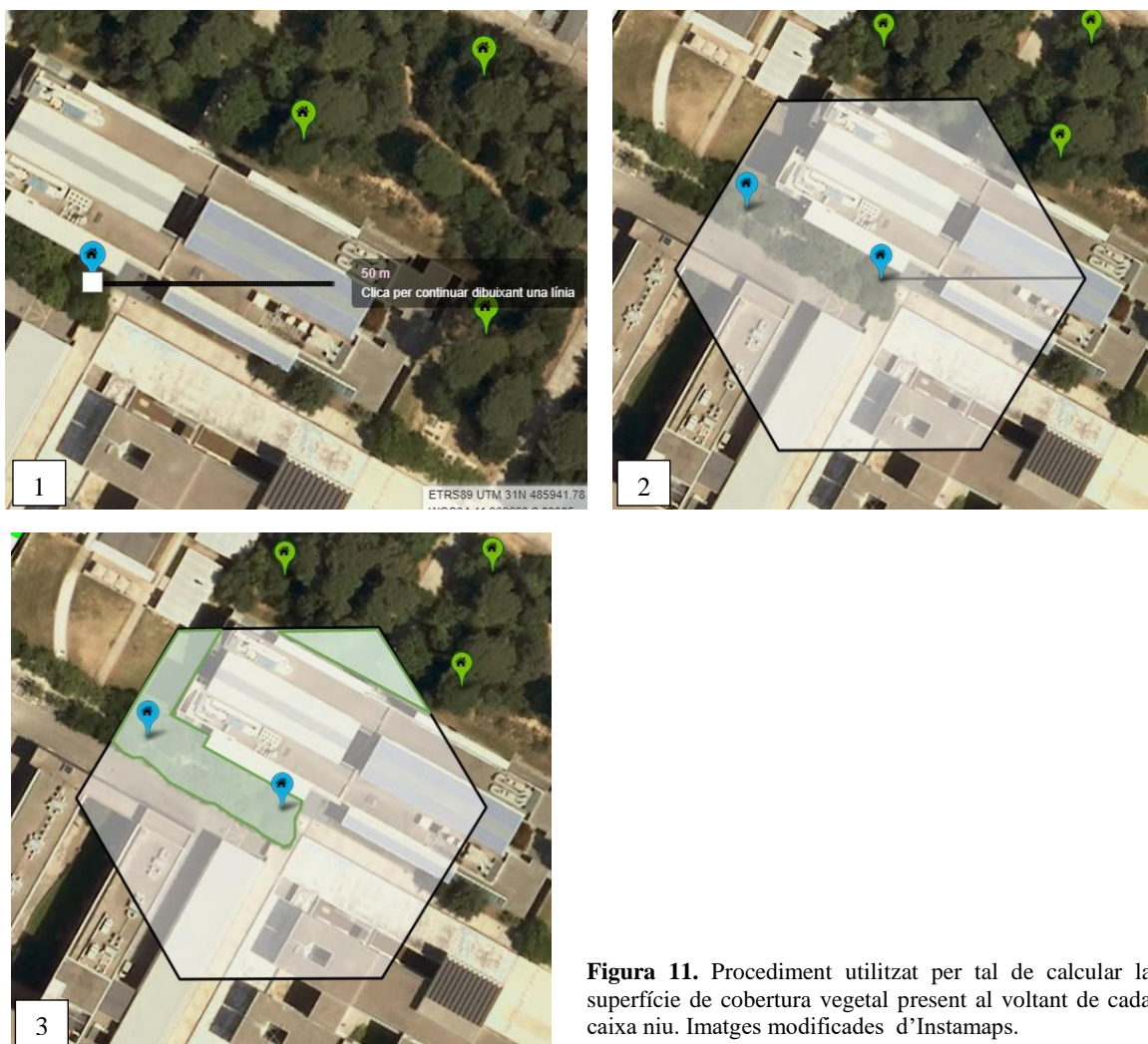
Figura 10. Mesurament de la longitud del tars. Modificat de Hardey *et al.*, 2009.

Apart de comparar els resultats obtinguts en cada zona en global també es van comparar els resultats entre caixes niu de les dos zones que estiguessin sincronitzades, és a dir, que l'inici de la posta i el naixement dels polls fos al mateix dia o que s'hi apropés, i que la mida de la posta fos el mateix o similar, per tal de que factors com les condicions ambientals, la disponibilitat d'aliment, o el nombre de polls a alimentar tinguessin la mínima influència en els resultats i per tant aquesta comparació seria més fiable i precisa.

També es va voler estudiar el comportament dels pares durant el desenvolupament dels polls en les diferents zones, per veure si l'entorn influïa d'alguna manera en la forma d'encebar els polls entre d'altres. Es va determinar la freqüència de visites dels pares al niu per hora. Per fer-ho es van realitzar observacions enfront la caixa niu d'una durada d'1 hora, i sempre dins el mateix rang horari. Aquestes observacions es van realitzar tant sols en les caixes sincronitzades en la primera posta, a l'edat de 11-12 dies dels polls, mentre que en la segona posta es van realitzar unes determinades caixes seleccionades.

A part del treball de camp mencionat anteriorment, també es va calcular la superfície de cobertura vegetal present al voltant de cada caixa, per poder afirmar i comprovar que realment existia una diferència respecte a la cobertura vegetal existent en l'entorn de les caixes niu situades en una zona considerada "natural", i per altra banda les situades en una zona considerada "urbanitzada". Utilitzant la plataforma web Instamaps es va crear

un mapa on hi havia representades totes les caixes niu a la seva ubicació corresponent. Partint del punt corresponent a cada caixa niu es va traçar una línia equivalent a 50 metres reals (Figura 11-1), per tal de poder traçar un polígon en forma d'hexàgon on cada vèrtex està a una distància de 50 m respecte la caixa niu i que presenta una àrea d'aproximadament 6400 m² (Figura 11-2). Un cop traçat el polígon, dins d'aquest es van traçar nous polígons sobre la zona que presentava cobertura vegetal (Figura 11-3), tant arbòria, com arbustiva, herbàcia i jardins, i d'aquesta manera poder calcular la superfície vegetal que envolta cada caixa niu dins una àrea de 6400 m². Aquesta superfície de cobertura vegetal també va ser comparada amb la resta de factors relacionats amb la ocupació i reproducció en les caixes niu.



Les dades obtingudes van ser analitzades estadísticament utilitzant el programa R, concretament el paquet R commander. Es va realitzar una ANOVA inicialment per tal de comprovar si la superfície de cobertura vegetal present en l'entorn de les caixes niu classificades com a "naturals" i "urbanitzades" era significativament diferent i per tant comprovar que la classificació era correcta. També es va realitzar un diagrama de caixes per observar millor les diferències de valors entre la superfície de cobertura vegetal dels dos medis.

En relació a les dades relacionades amb l'èxit reproductiu, tant sols ha tingut sentit realitzar ANOVAs per comparar les dades obtingudes per l'espècie de *Passer montanus*, que tot i ser un baix nombre de dades s'ha tingut en compte els resultats estadístics. Els resultats obtinguts per l'espècie *Parus major* han estat més reduïts inclús que els de l'espècie *Passer montanus*, ja que van resultar ocupades i exitoses tant sols 3 caixes niu.

4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

4.1. Superfície de cobertura vegetal

Segons els resultats estadístics obtinguts al realitzar l'ANOVA, essent la superfície de cobertura vegetal (m^2) la variable resposta i la situació de les caixes niu (zona natural o zona urbanitzada) el factor, la mitjana de la superfície vegetal (dins l'àrea de $6400 m^2$) que envolta les caixes niu situades en una zona considerada "natural" ($4356.40 \pm 628.38 m^2$) i la mitjana de la superfície de la cobertura vegetal existent en l'entorn de les caixes situades en una zona considerada "urbanitzada" ($1765.13 \pm 809.46 m^2$) són significativament diferents ($p\text{-valor} = 9.89e^{-05}$). La mitjana dels valors de superfície de cobertura vegetal present a l'entorn de les caixes niu situades en una zona natural és significativament major que la obtinguda a partir dels valors de superfície de cobertura vegetal en l'entorn de les caixes niu situades en una zona urbanitzada, tal i com es pot observar a la Figura 12.

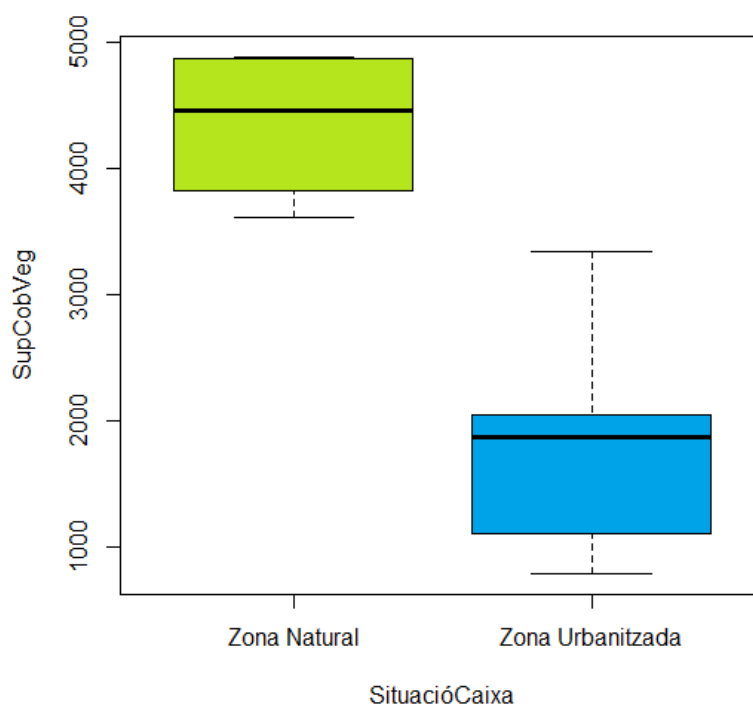


Figura 12. Diagrama de caixes de les dades corresponents a la superfície de cobertura vegetal dins una àrea de $6400 m^2$ al voltant de les caixes situades en un medi natural i en un medi urbanitzat.

Aquests resultats han estat els esperats, ja que les caixes niu ja van ser classificades prèviament segons les característiques de l'entorn on estaven situades. A més han servit per confirmar que realment existia una diferència significativa en relació a la proporció de superfície de cobertura vegetal entre les dos zones, fet que ens permetria analitzar si realment la condició física dels polls, entre d'altres factors relacionats amb la reproducció dels ocells, es veien afectats per les característiques de l'hàbitat on estava situat el niu i si la urbanització tenia un impacte negatiu sobre aquests.

Dins les dades corresponents a la superfície vegetal present en caixes niu situades en el medi urbanitzat s'observa una gran desviació respecte la mitjana, deguda al fet de que en el moment de comptabilitzar la superfície coberta per vegetació es va tenir en compte la superfície ocupada per estrat herbaci, sumant-li la ocupada per l'estrat arbustiu i arbori. Algunes de les caixes situades dins la zona urbanitzada tenien en el seu entorn una gran superfície d'estrat herbaci corresponent a esplanades de gespa presents arreu del campus de Montilivi, fet que ha resultat en una gran desviació respecte la superfície de cobertura vegetal de la resta de caixes niu situades també dins la zona urbanitzada, però on dominava el paviment asfaltat o de formigó.

4.2. Ocupació

A la Figura 13 estan representats els % d'ocupació respecte el total de caixes niu i respecte la zona natural i la zona urbana. Pel que fa a l'ocupació general, tant sols un 35% del total de caixes niu estudiades (51) van resultar ocupades. S'ha considerat com a ocupades aquelles caixes niu en les quals s'hi va realitzar almenys una posta, independentment de si aquestes van ser abandonades o depredades posteriorment. La resta de caixes niu no van ser ocupades o bé hi havia proves de que alguna espècie hi havia iniciat la construcció del niu, ja que hi havia petites quantitats de material dipositat, però aquest no va ser finalitzat ni s'hi va realitzar la posta.

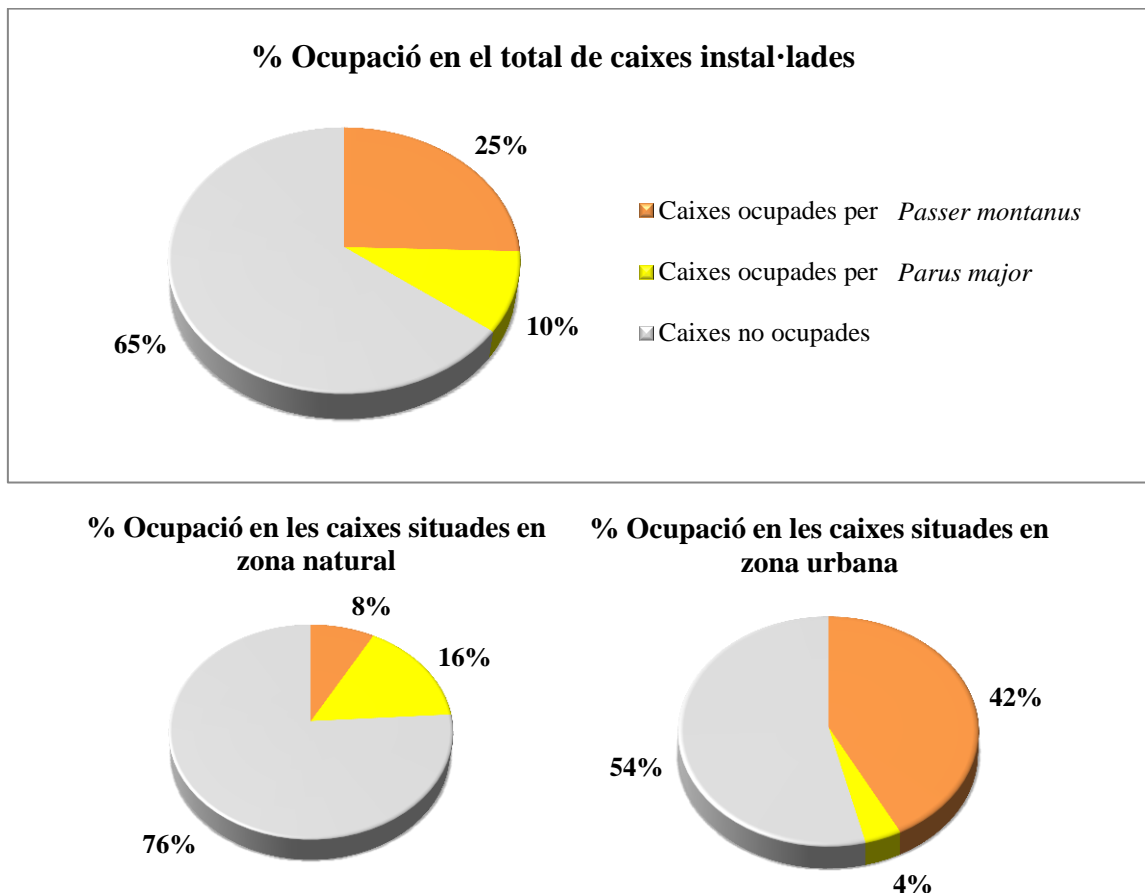


Figura 13. % d'ocupació de les caixes niu.

D'aquest 35% d'ocupació en total, un 25% (13) corresponen a caixes niu ocupades per l'espècie *Passer montanus* (pardal xarrec) i un 10% (5) per espècies del gènere *Parus* sp., concretament *Parus major* (mallerenga carbonera), en excepció d'una caixa niu que no es va poder determinar per quina espècie del gènere havia estat ocupada, però que probablement resultava ser *Parus major* com la resta.

Cap caixa niu va ser ocupada per *Passer domesticus* (pardal comú) ni per *Cyanistes caeruleus* (mallerenga blava). El pardal comú (*Passer domesticus*) inicia la construcció del niu i la posta més tard que el seu germà, el pardal xarrec. Potser per aquesta raó que cap caixa va ser ocupada per aquesta espècie, ja que una gran proporció de les caixes ja havia estat ocupada o bé s'hi havia dipositat material per part del pardal xarrec (*Passer montanus*).

De les caixes niu situades en un medi natural (25) tant sols un 24% van ser ocupades, un 16% (4) per *Parus major* i un 8% (2) per *Passer montanus*. En les caixes situades en un medi urbà però aquests % van variar, amb una ocupació del 46% del qual un 42% (11) correspon a la ocupació per *Passer montanus* i un 4% (1) per *Parus major*. Una de les caixes niu ocupades per *Parus major* en medi natural va ser abandonada durant la posta dels ous, i una altra caixa niu ocupada també per una espècie del mateix gènere va ser depredada.

En relació als dos medis, l'ocupació va resultar major en les caixes niu situades en un medi urbà que en el natural. Aquest resultat pot ser degut a que en la zona natural ja existeix una bona quantitat de cavitats idònies on aquestes espècies poden nidificar, per exemple en cavitats en els troncs dels arbres, i per tant aquestes espècies ja no requereixen la utilització de caixes niu artificials. En la zona urbana, en canvi, el nombre de cavitats on nidificar es pot veure reduït, ja que les zones arbòries i arbustives són més escasses i l'estructura dels edificis moderns no presenten cavitats idònies on poden nidificar aquestes espècies i per tant han utilitzat una major proporció de caixes niu artificials per nidificar.

Tot i tenir un baix nombre d'ocupació, la mallerenga carbonera (*Parus major*) va mostrar una preferència per les caixes niu situades en el medi natural, corresponent a la zona boscosa dels voltants del Servei d'Esports i de l'Hort Eco-solidari de la UdG enfront el medi urbà. El pardal xarrec (*Passer montanus*), en canvi, va mostrar una preferència per les caixes situades en el medi urbanitzat/suburbà, en comparació al medi natural boscos.

La mallerenga carbonera és una espècie que pot habitar pràcticament en tot tipus de medi que presenti un mínim de superfície arbòria, però sol ocupar principalment boscos oberts o vores i clarianes de boscos densos (Atiénzar, 2012; BirdLife International, 2016). Es pot trobar tant en alzinars, pinedes, fagedes, suredes, rouredes, boscos mixtos, plantacions, horts o inclús en parcs urbans (Atiénzar, 2012, SEO/BirdLife, 2008). El pardal xarrec és abundant en marges de boscos, jardins i afores de ciutats i pobles mentre comptin amb alguna zona arbrada (Tellería *et al.*, 1996), tot i

que prefereix camps de cultiu, bardisses i erms (SEO/BirdLife, 2008) i evita els boscos densos (García-Navas, 2016).

Així doncs, les diferències observades en relació a la proporció de caixes ocupades en cada medi poden ser explicades per la preferència de l'hàbitat de cada espècie, la mallerenga carbonera resulta ser un ocell més forestal i habitual en zones naturals boscoses, mentre que el pardal xarrec tot i que també pot habitar en vores de boscos prefereix hàbitats més propers al medi rural i suburbà. Tot i així totes dos espècies es poden trobar en parcs i jardins urbans on hi hagi zona arbrada.

Les caixes situades en la zona boscosa de l'interior del campus universitari no van ser escollides per nidificar per cap de les espècies, possiblement degut a la presència de molts gats domèstics (*Felis catus*) uns grans depredadors de petits ocells, a part d'altres depredadors tant d'ocells com de nius.

De fet, una caixa niu es va trobar ocupada per una espècie de petit mamífer rosegador, el qual no es va poder identificar l'espècie que era però semblava ser del gènere *Rattus* (Figura 14), i que podria ser un altre depredador. Altres espècies d'ocells com les garses (*Pica Pica*) resulten ser depredadores de nius i són abundants en l'àrea d'estudi. Una altra raó per la qual una caixa niu no ha estat ocupada podria ser la situació de la caixa niu d'una forma no idònia, l'estructura de la comunitat vegetal del bosc d'aquesta zona o bé degut a l'atzar.



Figura 14. Caixa niu ocupada per espècie de mamífer rosegador. Font pròpia.

4.3. Reproducció

Mida de la posta

La mida de la posta, és a dir, el nombre d'ous posats per la femella en el niu, tant en les caixes niu situades en la zona natural com en la zona urbana van resultar ser de la mida normal/esperada o similar per les dos espècies ocupants. La mallerenga carbonera i el pardal xarrec, segons l'organització SEO/Birdlife, ponen entre 8-13 ous i 4-7 ous respectivament (Figura 15).



Figura 15. A l'esquerra, posta de mallerenga carbonera (*Parus major*). A la dreta, posta de pardal xarrec (*Passer montanus*). Font pròpia.

En base a les dades obtingudes presents a la Taula 1, la mitjana de la mida de la posta de les caixes situades en una zona natural (5 ± 0) i la mitjana de la mida de la posta de les situades en una zona urbanitzada (4.44 ± 0.52) ocupades per *Passer montanus* no van resultar ser significativament diferents (p -valor= $0,186$).

L'espècie *Parus major* va pondre una mitjana de $6,5\pm 0.5$ ous en les caixes situades en el medi natural i la femella ocupant de la caixa niu situada al medi urbanitzat va realitzar una posta major, concretament de 9 ous. En aquest cas no s'ha realitzat cap anàlisi estadístic ja que el nombre de dades obtingut era molt baix degut al baix nombre de caixes ocupades per aquesta espècie. Tot i així, les raons per les quals la mida de la posta difereix entre les caixes niu poden ser molt variades.

Segons Lack (1947) la mida de la posta dels ocells està adaptada al major nombre de polls que es poden desenvolupar amb èxit. És conegut que tant la data de l'inici de la posta com la mida de la posta en mallerengues és molt variable. Estudis demostren com la mallerenga carbonera és capaç d'optimitzar la mida de la posta per tal d'obtenir un major èxit en el desenvolupament dels polls, ajustant la posta en relació a uns determinats factors que en l'estudi de Perrins (1965) es demostra que són principalment 4 en la seva àrea d'estudi: l'hàbitat, la data de l'inici de la posta, la densitat de parelles reproductores i l'edat de la femella.

Les mallerengues i molts ocells insectívors alimenten els polls principalment amb erugues i depenen de la possibilitat d'obtenir un gran nombre d'erugues per alimentar als seus polls per tal que tots sobrevisquin. L'època de l'any en la que estan presents les erugues i la seva abundància varia. Aquestes es desenvolupen ràpidament i és possible que només estiguin presents de 2 a 3 setmanes (Gibb, 1950).

Les mallerengues inicien la seva posta en el moment en què resultarà que la majoria dels seus polls estiguin al niu quan l'aliment sigui més abundant (Gibb, 1950), és a dir, fan coincidir el naixement i cria dels polls amb el moment en què hi ha major abundància d'aliments (Cresswell i McCleery, 2003). Es reproduïxen abans quan les erugues encara són primàries, quan estan en el seu inici del desenvolupament, i ajusten la mida de la posta per aconseguir les postes el màxim de grans en el moment en què el menjar és més abundant, i així poder tirar endavant un major nombre de polls (Perrins i McCleery, 1989).

Un cop l'ocell ja ha post el primer ou, si es dona una variació en la temperatura aquesta pot afectar retardant o accelerant el pic d'aliment, aleshores aquest ho pot compensar escurçant o allargant la posta. Per exemple, si l'ocell va pondre el primer ou aviat però tot seguit baixen les temperatures i per tant es retarda el pic d'aliment aleshores la mida de la posta serà major per tal de fer coincidir el naixement dels polls amb el pic (Cresswell i McCleery, 2003).

A l'inici de la temporada reproductora hi ha més aliment disponible per alimentar als polls i per tant es poden criar exitosament postes de major mida. La mida de la posta es veu reduïda a mesura que progressa l'època de reproducció, ja que la quantitat d'aliment

va disminuint i per tant també ho fan les oportunitats per criar uns polls ben alimentats (Perrins, 1965).

S'ha demostrat que la densitat de parelles reproductores en una mateixa zona, ja siguin de la mateixa mallerenga carbonera (*Parus major*) o de mallerenga blava (*Cyanistes caeruleus*), també afecta a la mida de la posta. En hàbitats on la densitat de parelles reproductores és alta, la mida de la posta resulta reduïda ja que l'aliment disponible haurà de ser compartit entre un major nombre de polls i per tant la mallerenga ajustarà la mida de la posta ja que l'aliment disponible pels seus polls serà menor en aquell hàbitat que no pas en un on fos la única parella reproductora. L'aparença de l'hàbitat on crieu també pot influir, hi haurà més aliment de qualitat en una zona on hi hagi gran quantitat d'arbres i vegetació que en una zona on hi hagi pocs arbres, com pot ser una zona urbanitzada.

L'últim dels factors que afecten a la posta exposats per Perrins (1965) és l'edat de la femella reproductora. Kluijver (1951) va demostrar que els ocells que es reproduïen per primer cop tenien postes més petites que els ocells de més edat. Això pot ser degut a que ocells de més edat inicien la posta abans que els ocells joves i alhora aquests no tenen tanta experiència en recol·lectar aliment.

La caixa niu ocupada per *Parus major* en el medi urbanitzat es va poder considerar sincronitzada amb una de les caixes niu ocupades en el medi natural, ja que la data en què van iniciar la posta va ser la mateixa (10 d'Abril). En aquest cas, es descarta que la mida de la posta de les dos caixes variés degut a la data d'inici d'aquesta. Si ens basem en l'hàbitat com a factor determinant de la mida de la posta en aquest cas el resultat és invers a l'esperat, ja que en la caixa situada en el medi natural hi ha una major densitat de vegetació i per tant més aliment, i la mida de la posta en la caixa niu situada en la zona natural (6 ous) hauria d'haver resultat major que la de la caixa niu situada en la zona urbanitzada (9 ous).

Aleshores el resultat obtingut, en el cas de les mallerengues, podria ser explicat per la densitat de parelles reproductores o per l'edat de la femella reproductora. Les parelles que es van instal·lar en les caixes niu situades en un medi natural van haver de compartir l'aliment amb un major nombre de parelles reproductores tant de *Parus major* com de *Cyanistes caeruleus* (observades en medi natural durant les visites), ja que les mallerengues prefereixen medis naturals arbolats, i per tant la seva mida de posta va resultar ser menor que la mida de la posta a la caixa niu situada en la zona urbana on aquesta espècie freqüenta menys i on tant sols ha ocupat 1 caixa niu.

Taula 1. Resultats obtinguts relacionats amb la reproducció en cada una de les caixes niu ocupades per *Parus major* i *Passer montanus* en els dos medis en la primera posta.

Espècie	Situació caixa niu	Cobertura vegetal (m ²)	Inici posta	Mida posta	Polls supervivents	Prod. (%)
<i>Parus major</i>	Zona Natural	3617,08	10 Abril	7	5	71,428
<i>Passer montanus</i>	Zona Natural	4886,5	14 Abril	5	5	100
<i>Passer montanus</i>	Zona Natural	4051,69	16 Abril	5	4	80
<i>Parus major</i>	Zona Natural	4870,33	25 Maig	6	5	83,33
<i>Passer montanus</i>	Zona Urbanitzada	2058,45	9 Abril	4	2	50
<i>Passer montanus</i>	Zona Urbanitzada	1851,41	13 Abril	5	5	100
<i>Passer montanus</i>	Zona Urbanitzada	1909	15 Abril	4	1	25
<i>Passer montanus</i>	Zona Urbanitzada	1106,32	14 Abril	5	5	100
<i>Passer montanus</i>	Zona Urbanitzada	1183,41	18 Abril	4	4	100
<i>Parus major</i>	Zona Urbanitzada	2610,94	10 Abril	9	5	55,55
<i>Passer montanus</i>	Zona Urbanitzada	853,06	18 Abril	4	4	100
<i>Passer montanus</i>	Zona Urbanitzada	797,74	19 Abril	4	3	75
<i>Passer montanus</i>	Zona Urbanitzada	1935,21	28 Abril	5	3	60
<i>Passer montanus</i>	Zona Urbanitzada	3345,76	21 Abril	5	5	100

A la Taula 1 també hi ha representats els valors de productivitat (% de polls supervivents en relació a la mida de la posta) resultant en cada caixa niu, els quals s'analitzen posteriorment juntament amb la condició física dels polls.

La caixa número 57, situada en medi natural (4870,33 m² cobertura vegetal) i ocupada per *Parus major*, s'ha inclòs dins la resta de resultats de la primera posta, tot i que no està clar si correspon a una primera posta molt tardana o bé a una segona posta que s'ha realitzat en un lloc diferent d'on es va realitzar la primera, ja que aquesta caixa no havia estat ocupada anteriorment per aquesta parella reproductora. Tot i així aquesta segona opció és poc probable perquè aquestes espècies realitzen les segones postes en el mateix niu on s'ha realitzat la primera.

Condició física dels polls, supervivència i productivitat.

El pes i la longitud del tars al llarg del desenvolupament dels polls nascuts en caixes niu situades en medi urbà i medi natural no han resultat ser significativament diferents, tant per l'espècie *Passer montanus*, comprovat estadísticament amb la realització d'un ANOVA (p-valors = 0.772, 0.137, 0.857, 0.426, 0.854, 0.609), com *Parus major*.

Taula 2. Mitjanes del pes i longitud del tars dels polls a l'edat de 4, 8 i 11 dies nascuts en les caixes niu situades en la zona natural i en les caixes niu situades en la zona urbanitzada.

Espècie	Situació caixa niu	\bar{X} pes (g) 4-5 dies	\bar{X} tars (mm) 4-5 dies	\bar{X} pes (g) 8-9 dies	\bar{X} tars (mm) 8-9 dies	\bar{X} pes (g) 11-12 dies	\bar{X} tars (mm) 11-12 dies
<i>Parus major</i>	Zona Natural	8,06±1,27	14,57±1,68	13,51±0,99	21,28±0,95	15,77±0,68	22,82±0,57
<i>Parus major</i>	Zona Urbanitzada	7,93±1,67	16,04±1,57	13±1,34	20,21±0,86	14,74±1,36	21,65±1,30
<i>Passer montanus</i>	Zona Natural	9,4±1,57	14,71±1,02	15,83±2,34	18,11±0,81	18,05±1,93	19,24±0,42
<i>Passer montanus</i>	Zona Urbanitzada	9,60±1,94	14,08±1,19	16,02±2,80	18,36±0,82	18,16±1,19	19,13±0,57

D'entrada es podria pensar que la condició física dels polls criats en el medi urbanitzat seria pitjor en comparació a la dels polls criats en el medi natural, on els recursos alimentaris són en teoria de més qualitat i més abundants, ja que en una major superfície vegetal hi ha una major quantitat d'invertebrats indispensables per alimentar als polls, sobretot erugues de lepidòpters. Les zones natural i urbanitzada dins l'àrea d'estudi són properes, potser per aquesta raó no s'han observat diferències significatives entre la condició física dels polls entre un medi i un altre, ja que les parelles ocupants a les caixes situades al campus podien anar a buscar l'aliment pels polls a les zones boscoses circumdants.

La zona del Campus de Montilivi tampoc és una zona estrictament urbana, ja que presenta àrees verdes i bosc als seus voltants. De fet, es podria considerar més com a zona suburbana, per aquesta raó també és possible que no s'hagin observat diferències significatives en la condició física dels polls.

Per l'espècie *Passer montanus*, la productivitat (Taula 1) considerada com el nombre de polls vius a l'edat de 8-11 dies, i que per tant tenien poques probabilitats de morir, en relació a la mida de la posta, no ha resultat significativament diferent (p-valor = 0,611) en els dos medis, segons els anàlisis estadístics, però ha resultat ser menor en les caixes niu situades en el medi urbanitzat, amb una mitjana de 78.88±28,15% respecte el 90±14,14% de productivitat en les caixes situades en un medi natural. Per calcular la productivitat només s'ha tingut en compte la mida de la posta, el nombre d'ous, i els

polls que han tirat endavant, sense tenir en compte si algun ou no havia eclosionat degut a infertilitat o a una mala incubació.

Per *Parus major*, la mitjana de la productivitat de les caixes situades en medi natural ha resultat ser d'un $77,38 \pm 8,42\%$, un valor elevat comparat amb la productivitat de la parella de mallerengues que va ocupar la caixa niu situada en el medi urbanitzat, un $55,55\%$. Aquest resultat pot estar relacionat amb el nombre de polls a alimentar per part dels pares. Un poll que hagi nascut en un niu on la nidada és gran, i que per tant té un gran nombre de germans, rebrà menys menjar al dia que un poll que hagi nascut en una nidada petita (Gibb, 1955).

La probabilitat de que tots els polls del niu sobrevisquin és menor en nius amb famílies grans que petites, ja que l'aliment s'haurà de repartir en un major nombre de polls i l'esforç dels pares serà major, i és més difícil que tots els polls siguin ben alimentats i per tant creixin adequadament, fet que pot explicar la baixa productivitat de la parella reproductora que va ocupar la caixa niu situada en la zona urbanitzada, tot i que segurament no és l'únic factor que ha influït en la productivitat. L'escassetat d'aliment present en els medis urbanitzats també pot ser, junt amb la mida de la posta, la causa d'aquesta baixa productivitat, ja que probablement hi havia un gran nombre de polls i poc aliment de qualitat.

Es va observar que en un gran nombre de nius hi havia un o més polls menys desenvolupats que la resta, més dèbils, segurament els últims de la posta en sortir de l'ou degut a l'assincronització en el moment del naixement dels polls. Aquests solien ser els que tenien menys probabilitats de sobreviure en comparació als seus germans ja desenvolupats, més forts, i amb majors requeriments que possiblement acaparaven gran part de l'aliment proporcionat pels pares. La presència d'aquests polls en el niu fa que redueixi la productivitat de la parella reproductora.

Les comparacions entre les caixes niu de cada zona sincronitzades (data d'inici de posta i mida de posta iguals o similars) tampoc han demostrat cap diferència significativa respecte a la condició dels polls.

Cal tenir en compte que en la majoria de caixes és probable no tots els polls naixessin al mateix dia i per tant no tots tenien la mateixa edat en el moment de les mesures, o bé la determinació de l'edat no va resultar ser la correcta, i per tant les mesures obtingudes del pes i longitud del tars per cada edat són aproximades.

Freqüència de visites

En la primera posta, la freqüència de visites es va calcular solament per aquelles caixes que havien estat sincronitzades quan els polls tenien l'edat de 11-12 dies aproximadament. Les parelles reproductores de *Parus major* van visitar i per tant alimentar als seus polls amb unes freqüències molt similars, en el medi natural unes 18 visites per hora i en el medi urbanitzat unes 17 visites per hora.

Les parelles de *Passer montanus* que van nidificar en la zona urbanitzada van visitar les caixes niu amb una freqüència de 10 i 8 visites per hora. Les freqüències de visita a les caixes niu de la zona natural van ser molt baixes, en una es van observar 2 visites i a l'altre cap. Aquests últims resultats no es consideren vàlids per a estudiar com varia la freqüència de ceba dels polls en zones urbanitzades i naturals, ja que és pràcticament impossible que en una hora cap dels pares hagi portat aliment als polls.

Es podria haver donat el cas que quan es van realitzar les observacions algun dels polls ja hagués abandonat el niu, ja que els polls de *Passer montanus* creixen ràpidament i abandonen el niu abans que els de *Parus major*, a l'edat d'entre 12 i 13 dies. Quan els polls abandonen el niu els pares segueixen proporcionant-els-hi aliment i cuidant d'ells durant uns dies més, i podria ser que aquests estiguessin cuidant dels polls que ja havien abandonat el niu i estaven aprenent a volar en el moment en què es van realitzar les observacions, i per tant ja no visitaven el niu amb freqüència.

Es va aprofitar el fet de que aquestes espècies realitzen normalment una segona posta i fins i tot una tercera, en el cas del pardal xarrec, per tornar a pendre aquestes dades referents a la freqüència de visites, tot i que en aquest cas el nombre de visites a les caixes niu es podia veure afectat ja que no hi havia la mateixa disponibilitat d'aliment ni les mateixes condicions ambientals que hi havia durant les primeres postes.

Taula 3. Nombre de visites al niu per hora al llarg del desenvolupament dels polls de la segona posta, a l'edat de 4,8 i 12 dies.

Espècie	Zona	Edat dels polls		
		4 dies	8 dies	12 dies
<i>Parus major</i>	Zona natural	2	13	9
<i>Passer montanus</i>	Zona natural	0	8	2
<i>Passer montanus</i>	Zona natural	16	16	10
<i>Passer montanus</i>	Zona urbanitzada	5	14	21
<i>Passer montanus</i>	Zona urbanitzada	12	22	26

En aquest cas no solament es van contabilitzar les visites durant el final del desenvolupament dels polls, a l'edat de 11-12 dies, sinó que es va voler observar com variava la freqüència al llarg del desenvolupament dels polls i si aquesta variava segons el medi on estava col·locada la caixa niu. Les observacions es van realitzar en tant sols 5 caixes, 2 ocupades per *Passer montanus* en el medi natural, 2 ocupades per *Passer montanus* en el medi urbanitzat i 1 ocupada per *Parus major* en el medi natural. Les 4 caixes ocupades per *Passer montanus* van ser les mateixes que es van considerar sincronitzades en la primera posta.

Gibb (1955) va demostrar que els polls nascuts de postes primarenques eren alimentats més sovint que aquells nascuts de postes tardanes. El nombre de visites va disminuint conforme va passar el període reproductor. Això es relaciona també amb la disminució

del nombre de polls en el niu. Això pot estar relacionat amb la disponibilitat d'aliment, que és abundant durant només 2-3 setmanes i llavors va disminuint ràpidament. En el cas de *Parus major* la freqüència de visites sí que va ser major en la primera posta, però en el cas de *Passer montanus* es va observar el contrari, tot i que com ja s'ha dit les dades de la freqüències de visites en les caixes de *Passer montanus* en la primera posta no es van considerar vàlides.

Tal com es pot observar a la Taula 3, en general, el nombre de visites per hora al niu a l'inici del desenvolupament dels polls (4 dies) és relativament més baix comparat amb les freqüències observades en l'edat de 8 dies i de 12 dies.

En la segona posta, el nombre de visites per hora va resultar ser major en les caixes niu situades en el medi urbanitzat que en les situades en el medi natural, a la llarga del desenvolupament dels polls. Aquest resultat sembla ser contradictori si ens basem en la idea de que en el medi natural hi ha una major quantitat d'aliment disponible i que per tant els pares tenen menys dificultats per trobar aliment i això resulta en una major freqüència de visites al niu. En aquest cas aquests resultats podrien ser explicats pel fet de que en el medi natural habiten moltes altres espècies d'ocells que també exploten els mateixos recursos alimentaris, i que a més la quantitat d'aliment en aquesta època ja ha disminuït considerablement ja que la majoria ha estat recol·lectat per les parelles reproductores per els polls de les primeres postes.

També es podria haver donat el cas de que fossin donats a l'atzar, que just en el moment de l'observació els pares no visitessin les caixes amb freqüència, o bé degut a que l'hora del dia en què es van realitzar les observacions no fos la que es presenta una major activitat.

En alguns casos semblava ser que la presència de l'observador influís en la decisió dels pares d'entrar a la caixa niu, ja que es va provar que quan l'observador s'allunyava més de la caixa niu que estava observant els pares visitaven la caixa niu amb més freqüència. Quan l'observador estava més a prop o hi havia altres espècies d'ocells rondant pels voltants de la caixa niu els pares es quedaven observant i no decidien entrar al niu, probablement per evitar que un depredador descobrís el niu i posteriorment depredar-lo. La presència de l'observador doncs també va poder ser la causa de les baixes freqüències de visites.

Freqüència de visites durant el desenvolupament dels polls

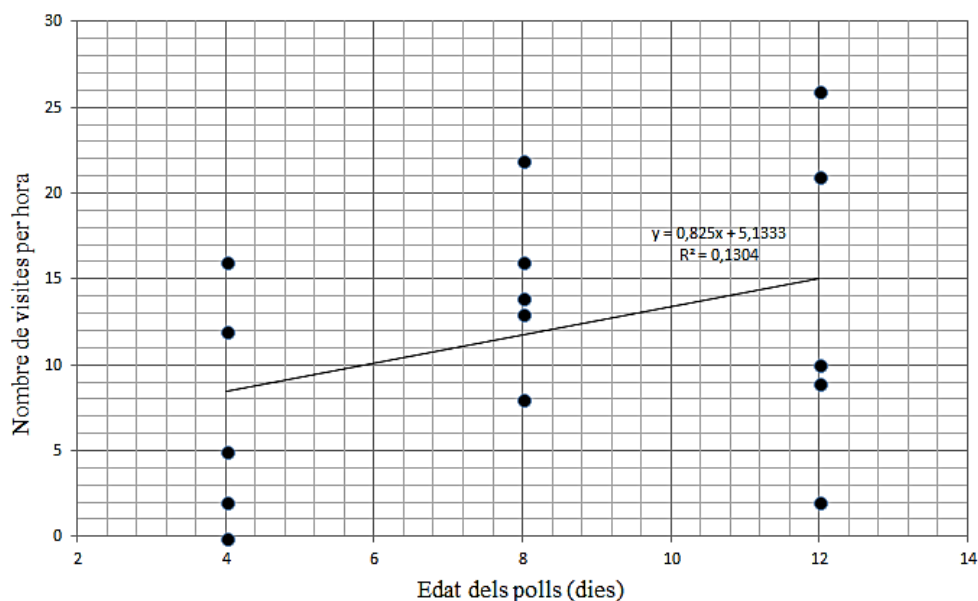


Figura 16. Representació gràfica del nombre de visites al niu per hora al llarg del desenvolupament dels polls.

Si es representen gràficament els resultats anteriors (Figura 16), s'observa una tendència, tot i que poc significativa, en augmentar la freqüència de visites al llarg del desenvolupament dels polls. Això és degut a que cada vegada augmenta més la demanda energètica dels polls i aquests necessiten estar preparats a l'hora d'abandonar el niu.

5. CRITÈRIS ÈTICS I SOSTENIBILITAT

Per la realització d'aquest estudi no es va requerir la sacrificació de cap animal. Tant sols es van realitzar visites a les caixes niu quan realment ha estat necessari, per tal de no molestar més del compte a la parella reproductora.

Les mesures als polls es van intentar realitzar quan els pares no estaven presents o alimentant els polls per tal de no causar-los-hi un estrès extra. Durant la presa de mesures es va tenir en compte en tot moment el benestar del poll, es van prendre les mesures amb cura i durant el mínim de temps possible per no causar un major estrès en el poll i alhora en els pares.

També es va tenir cura en el moment de treure els polls del niu per tal de no destruir-lo, i posteriorment a la manipulació dels polls es va intentar deixar el material i l'estructura del niu tal i com estava per evitar que els pares sospitessin d'un possible depredador que havia descobert el niu i per tant abandonar-lo en alguns casos. Les caixes niu es van deixar a la mateixa branca i posició en la que estaven col·locades després de la realització de la visita, cara al sud (per l'entrada de llum del sol a la caixa i evitar humitats) i en una altura i distància respecte el tronc on resultés més complicat pels depredadors accedir al niu.

6. CONCLUSIONS

The results, in general, have shown that there are no significant differences between the reproductive parameters and the condition of the young of the nest boxes located in a natural environment and those located in an urban environment in our study area. The differences may have proved not significant due to the low number of data obtained, related to the low proportion of nest boxes that were occupied, which was unexpected.

The short distance between the natural area and the urbanized one, and the fact of considering the university area of the Montilivi Campus as an urban area may have been the main causes of obtaining these similar results between the nest boxes.

To see if the environment really influences on reproductive parameters and reproductive success of birds, the nest boxes that would we sampled should be located in relatively distant areas and they must present significant differences with respect to their surrounding environment, for example placing a set of nest boxes in the center of a city and others located in a completely natural environment where there is no human activity. It would also be appropriate to take data from the reproductive period of different years.

What has been verified is how the frequency of feeding the increases along the development of the chicks, as set forth in the document Atiénzar et al. (2016).

The number of resulting data was very limited and probably these do not reflect the real situation nor allow a clear conclusion, but tried to find an explanation for the least differences that were presented.

7. BIBLIOGRAFIA

Atiénzar, F., Álvarez, E., Barba, E. (2016). Carbonero común – *Parus major*. En: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Salvador, A., Morales, M. B. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. <http://www.vertebradosibericos.org/>

BirdLife International 2016. *Parus major*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2016: e.T22735990A87431138. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T22735990A87431138.en>. Downloaded on 17 July 2019.

Cresswell, W., & McCleery, R. (2003). How great tits maintain synchronization of their hatch date with food supply in response to long-term variability in temperature. *Journal of Animal Ecology*, 72(2), 356-366.

de Castro Díaz, C. Guía gráfica para la identificación de edades de pollos de gorrión molinero (*Passer montanus*) en nido.

Elmqvist, T., Fragkias, M., Goodness, J., Güneralp, B., Marcotullio, P. J., McDonald, R. I., ... & Wilkinson, C. (Eds.). (2013). *Urbanization, biodiversity and ecosystem services: challenges and opportunities: a global assessment*. Springer.

García-Navas, V. (2016). Gorrión molinero – *Passer montanus*. En: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Salvador, A., Morales, M. B. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. <http://www.vertebradosibericos.org/>

Gibb, J. A. 1950. The breeding biology of Great and Blue Titmice. *Ibis* 92:507-539.

Gibb, J. A. (1955). Feeding rates of great tits. *Br. Birds*, 48, 49-58.

Hardey, J., Crick, H., Wernham, C., Riley, H., & Thompson, D. (2009). *Raptors: a field guide to survey and monitoring*. Edinburgh: The Stationery Office.

Harrison, C. (1977). *Guía de campo de los nidos, huevos y polluelos de España y de Europa, Norte de Africa y Próximo Oriente* (No. Sirsi) i9788428204736).

Kluijver, H. N. (1951). The population ecology of the Great Tit, *Parus m. major* L. *Ardea*, 39, 1-135.

Macdonald, J. (1978) Cutaneous Salmonellosis in a House Sparrow. *Bird Study*, **25**, 59.

Marzluff, J. M. (2001). Worldwide urbanization and its effects on birds. In *Avian ecology and conservation in an urbanizing world*(pp. 19-47). Springer, Boston, MA.

McKinney, M. L. (2008). Effects of urbanization on species richness: a review of plants and animals. *Urban ecosystems*, 11(2), 161-176.

McKinney, M. L. (2006). Urbanization as a major cause of biotic homogenization. *Biological conservation*, 127(3), 247-260.

- McKinney, M. L. (2002). Urbanization, Biodiversity, and Conservation The impacts of urbanization on native species are poorly studied, but educating a highly urbanized human population about these impacts can greatly improve species conservation in all ecosystems. *Bioscience*, 52(10), 883-890.
- Newton, I. (1998). *Population limitation in birds*. Academic press.
- Perrins, C. M. (1965). Population fluctuations and clutch-size in the Great Tit, *Parus major* L. *The Journal of Animal Ecology*, 601-647.
- Perrins, C. M., & McCleery, R. H. (1989). Laying dates and clutch size in the great tit. *The Wilson Bulletin*, 236-253.
- Seress, G., & Liker, A. (2015). Habitat urbanization and its effects on birds. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 61(4), 373-408.
- Summers-Smith, J. D. (2003). The decline of the House Sparrow: a review. *British Birds*, 96(9), 439-446.
- Tellería, J. L., Asensio, B., Díaz, M. (1996). *Aves Ibéricas II. Paseriformes*. J. M. Reyero Editor, Madrid.
- Vincent, K. E. (2005). Investigating the causes of the decline of the urban house sparrow *Passer domesticus* population in Britain
- Whelan, C. J., Wenny, D. G., & Marquis, R. J. (2008). Ecosystem services provided by birds. *Annals of the New York academy of sciences*, 1134(1), 25-60.
- Zhang, S., & Zheng, G. (2010). Effect of urbanization on the abundance and distribution of Tree Sparrows (*Passer montanus*) in Beijing. *Chinese Birds*, 1(3), 188-197.