

PROGRAMA DE SEGUIMENT DE PETITS
MAMÍFERS COMUNS AL PARC NATURAL DE LA
SERRA DE COLLSEROLA (XARXA SEMICE 2021)



Aquesta obra té la llicència [CC BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)



El contingut, fotografies, gràfics, quadres, taules i referències és d'exclusiva responsabilitat de l'autor/a i no reflecteix necessàriament el pensament del Consorci del Parc Natural de la Serra de Collserola.

El Consorci i els autors de l'obra tenen tots els drets de propietat intel·lectual sobre el contingut d'aquesta edició. Es prohibeix la reproducció o emmagatzematge total i/o parcial d'aquesta obra sense l'autorització dels titulars de la propietat intel·lectual llevat que es faci amb finalitat acadèmica o científica i estrictament no comercial i gratuïta, havent-se de citar en tot cas els autors i el Consorci.

Citació recomanada: Torre, I. i Arrizabalaga, A. (2022). *Programa de seguiment de petits mamífers comuns al Parc Natural de la Serra de Collserola (Xarxa SEMICE 2021)* Estudi finançat pel Consorci del Parc Natural de la Serra de Collserola.

PROGRAMA DE SEGUIMENT DE PETITS MAMÍFERS COMUNS AL PARC NATURAL DE LA SERRA DE COLLSEOLA (XARXA SEMICE 2021)

Ignasi Torre i Antoni Arrizabalaga
Museu de Ciències Naturals de Granollers
(Informe presentat el Gener de 2022)

ÍNDEX

<i>PROGRAMA DE SEGUIMENT DE PETITS MAMÍFERS COMUNS AL PARC NATURAL DE LA SERRA DE COLLSEOLA (XARXA SEMICE 2021)</i>	1
ÍNDEX	1
RESUM	2
1. INTRODUCCIÓ.....	3
2. ELS PLANS DE SEGUIMENT DE FAUNA.....	3
2.1. Els plans de seguiment a Catalunya	3
2.2. El pla de seguiment de petits mamífers-SEMICE	4
3. OBJECTIUS	5
4. MATERIAL I MÈTODES	6
Parcel·les.....	8
5. RESULTATS	10
5.1. Nombre de captures.....	10
5.2. Reproducció i sex ratio	11
5.3. Tendències estacionals i interanuals en l'abundància.....	12
5.4. Incidències per senglar en el mostreig	15
5.5. Model conceptual de les relacions entre els petits mamífers i l'entorn	16
5.6. El canvi dels usos del sòl i les tendències regressives dels petits mamífers a la XPN	17
6. DISCUSSIÓ	18
7. AGRAÏMENTS.....	20
8. BIBLIOGRAFIA	21

RESUM

Durant aquest 2021 es completa el catorzè any de seguiment de petits mamífers comuns (SEMICE) a la Xarxa de Parcs Naturals de Barcelona (XPN-DiBa) i al Parc Natural de la Serra de Collserola, dins del projecte de seguiment de petits mamífers comuns d'Espanya (SEMICE).

Al llarg de les dues campanyes de seguiment de petits mamífers realitzades al Parc de Collserola, s'ha capturat un total de 27 petits mamífers d'una sola espècie, *Apodemus sylvaticus*. Enguany, no hem detectat la musaranya vulgar (*Crocidura russula*), ni el ratolí de camp (*Mus spretus*). Durant el 2021, el 33% de les captures s'han produït a la primavera, un fet poc habitual en la dinàmica poblacional d'*A. sylvaticus*, que acostuma a presentar màxims primaverals.

Enguany, les poblacions de petits mamífers ja no mostren els signes de recuperació important després de la forta davallada detectada en el període 2008-2017. Les poblacions han davallat des de la primavera de l'any 2019, amb una petita recuperació durant aquesta tardor. Pel que fa a *A. sylvaticus*, és interessant constatar un canvi en la dinàmica habitual de l'espècie, que acostuma a assolir màxims a la primavera i mínims a la tardor. La població de *C. russula* ha patit un retrocés significatiu en els darrers anys (no ha estat capturada enguany), i la tendència a llarg termini mostra, per primer cop, un patró significatiu a Collserola ($r_{Tau} = -0,35$, $p < 0,05$, $n = 28$) i a la resta de la XPN.

Per primer cop des que es va iniciar el seguiment l'any 2008, hem pogut comprovar que les tres espècies de petits mamífers comuns (*A. sylvaticus*, *M. spretus*, i *C. russula*) es troben en una tendència regressiva a tota la XPN. Als bocos de Collserola, malgrat l'heterogeneïtat observada a cada parcel·la, els patrons coincideixen plenament amb els observats a tota la XPN. Enguany no s'ha capturat *M. spretus*, fet que sembla indicar la manca d'idoneïtat dels entorns forestals del parc i del seu entorn immediat. Particularment preocupant és la situació de *C. russula*, ja que no ha estat capturada a Collserola en el període 2019-2021. Com es tracta d'una espècie clarament associada a entorns oberts (matollars), el procés natural d'aforestació que experimenten els espais naturals de l'entorn de Barcelona no la beneficia. Una cosa semblant és aplicable al cas de *M. spretus*.

Els models d'ocupació realitzats per *M. spretus* indiquen que la dinàmica poblacional de l'espècie en el període 2008-2017 es trobaria principalment condicionada per la superfície d'hàbitat obert perduda i per la superfície d'hàbitat forestal guanyada a nivell de la XPN. La tendència de canvi obert/forestal és semblant a totes les parcel·les, però s'observa un canvi més gran en pinedes de pi blanc, seguit de matollars, i dels boscos més densos d'alzina. Per tant, com els canvis del paisatge afecten principalment als hàbitats favorables per l'espècie, s'esperen encara davallades més importants de les poblacions en un futur proper si les tendències de canvi es continuen mantenint.

La necessitat de potenciar els espais oberts sembla clau per poder mantenir les poblacions de petits mamífers, i en general, per altres elements de la biodiversitat. La presència d'espais oberts en la zona perifèrica és important per poder mantenir les poblacions de petits mamífers, doncs aquests ambients representen "fonts" en la dinàmica de meta-poblacions en que els boscos serien "embornals", ja que les poblacions en aquests darrers poden augmentar en rebre individus inmigrants dispersants des d'ambients més favorables. Per garantir la persistència de les poblacions de petits mamífers comuns s'haurà de lluitar activament contra el procés natural d'aforestació que provoca una pèrdua d'idoneïtat dels hàbitats pels petits mamífers comuns i per moltes altres espècies amb interès de conservació.

1. INTRODUCCIÓ

L'any 1997, des del Museu de Granollers, es va realitzar un primer estudi sobre petits mamífers al Parc de la Serra de Collserola, consistent a conèixer principalment el paper dels rosegadors com a agents dispersants i depredadors de les llavors dels arbres mediterranis (Torre 1997, inèdit). Aquest treball, finançat per la Fundació Caixa de Sabadell a través dels seus premis a estudis, va permetre obtenir uns primeres dades sobre l'abundància dels petits mamífers en boscos gestionats. En general, es va observar un increment de l'abundància en els boscos tractats (alzinar aclarit, franja de prevenció d'incendis) en referència al bosc control (alzinar dens). Aquest treball va ser presentat de forma sintètica a les I Jornades sobre la Recerca en els sistemes naturals de Collserola (Torre i Arrizabalaga 2000). Des de l'any 1999 al 2001, es va realitzar un seguiment (finançat pel Parc) a la franja de prevenció d'incendis per determinar els efectes dels tractaments forestals sobre la composició i abundància de les comunitats de petits mamífers, fet que va permetre donar unes primeres directrius de gestió per tal d'afavorir les poblacions de petits mamífers, donada la seva rellevància en la dinàmica dels ecosistemes forestals (Torre i Arrizabalaga 2001). A la seva vegada, aquest estudi va permetre comprovar la gran oscil·lació que pateixen les poblacions de petits mamífers, observant-se una davallada molt important de les poblacions durant el període 1999-2000. Des d'aleshores fins el 2007, el Museu de Granollers no va desenvolupar cap recerca sobre petits mamífers a Collserola. Seguint la línia d'actuació implementada a la Xarxa de Parcs Naturals de la Diputació de Barcelona (XPN) a partir de l'any 2008, es va proposar realitzar el seguiment a Collserola amb la metodologia SEMICE. Aquesta sèrie de dades ja compta amb 14 anys de seguiment ininterromput en un nucli principal de parcs (Montseny, Montnegre, Serralada de Marina, Garraf, i Collserola), als quals s'ha anat afegint la resta de parcs naturals de la XPN fins a comptabilitzar nou espais naturals de la província de Barcelona. Les dades obtingudes han permès validar la metodologia SEMICE (determinar possibles biaixos metodològics, Torre et al. 2019) i determinar tendències de les espècies comunes de gran importància funcional en els ecosistemes mediterranis (Torre et al. 2018, 2020). Amb aquest informe finalitza el catorzè any (2008-2021) de seguiment de petits mamífers al Parc Natural de la Serra de Collserola en el marc del projecte SEMICE.

2. ELS PLANS DE SEGUIMENT DE FAUNA

2.1. Els plans de seguiment a Catalunya

Els plans de seguiment representen una eina d'estudi necessària per a obtenir un bon coneixement dels sistemes naturals del nostre territori, doncs els seus objectius són avaluar el seu estat, determinar els canvis que es produeixen i descobrir les seves causes (Castell 1998, 2000). El Parc Natural de la Serra de Collserola ha estat un espai natural pioner en la realització de seguiments faunístics de grups bioindicadors, juntament amb la XPN gestionada per la Diputació de Barcelona (DiBa). Així doncs, DiBa ha estat pionera a l'Estat Espanyol en l'aplicació de Plans de Seguiment en els Espais Naturals Protegits (ENP) gestionats per aquesta institució. Des de l'inici d'aquests plans per part de DiBa l'any 1992 (P.N. Montseny, Miño 1999), tots els parcs naturals han anat incorporant aquests plans de seguiment com tasques prioritàries amb vista a la gestió i conservació dels espais naturals (Bombí 1997, 2001, Castell 1998, 2000). Malgrat la discontinuïtat de les línies de seguiment en aquests espais naturals els resultats semblen ser satisfactoris després d'una primera anàlisi dels resultats de 10 anys de seguiment (Bombí et al. 2002).

A Catalunya existeixen ja plans de seguiment de fauna sòlidament establerts, com és el cas del “Catalan Butterfly Monitoring Scheme”, coordinat pel Museu de Granollers, i que es porta aplicant des de l'any 1994. Aquest programa de seguiment de Ropalòcers es porta a terme amb la participació de voluntaris, i compta amb una xarxa de més de 90 estacions distribuïdes per tot Catalunya (Stefanescu et al. 2011). Les anàlisis preliminars de les dades estan permetent observar unes tendències significatives en l'abundància de certes espècies que permeten confirmar que s'han produït canvis en els usos del sòl i en el clima en els darrers 15 anys (Stefanescu et al. 2011).

El Museu de Ciències Naturals de Granollers (MCNG) porta desenvolupant metodologies de seguiment de fauna, tant vertebrada com invertebrada, des de finals del segle passat (ex., CBMS). Durant la primera dècada del nou segle, es van afegir altres grups faunístics com els petits mamífers i els ratpenats, permetent l'establiment de sinèrgies entre els diversos grups (Stefanescu et al. 2020, Torre et al. 2021). El MCNG té un grup de recerca especialitzat en el seguiment de la biodiversitat mitjançant bioindicadors (BiBio, 2017-SGR-1250), que té el suport de la Generalitat de Catalunya, i que està proper a la seva consolidació.

2.2. El pla de seguiment de petits mamífers-SEMICE

Els programes de monitorització de la biodiversitat s'han implementat a tot el món com una font d'informació sobre el funcionament dels ecosistemes, així com per avaluar si les polítiques de conservació estan lliurant els seus objectius esperats (AEMA 2010, 2012). Certs sistemes d'indicadors s'han desenvolupat de forma paral·lela a les polítiques (Bubb et al. 2010), i les tècniques de mostreig (robustes i estandarditzades) i bioindicadors del canvi ambiental s'han desenvolupat per a una varietat de grups (ex. aus i papallones, Herrando et al. 2016), seguint una adequada investigació aplicada (per exemple Voríšek et al. 2010 per a les aus).

No obstant això, encara hi ha discrepàncies entre els indicadors que han de ser implementats i el desenvolupament de protocols de monitorització (AEMA 2012, Díaz et al. 2015, Gao et al. 2015), especialment per als grups més difícils de mostrejar en condicions de camp (Overmars et al. 2014). Aquest sol ser el cas dels mamífers en general i els petits mamífers en particular. Més enllà de l'obligació legal de realitzar un seguiment dels canvis poblacionals (Harris & Yalden 2004), la monitorització dels mamífers permet la quantificació dels impactes associats al canvi ambiental antropogènic (canvi climàtic i dels usos del sòl), informant sobre les prioritats de conservació i gestió (Flowerdew et al. 2004, Wright et al., 2014). A més, cada vegada hi ha més proves de que els canvis en el paisatge i el canvi climàtic estan afectant a la composició de les comunitats de petits mamífers, especialment a la regió mediterrània (Szpunar et al. 2008, Torre et al. 2015).

El seguiment dels canvis en la biodiversitat dels petits mamífers – a banda de les oscil·lacions naturals de les poblacions – es veu obstaculitzada per la manca de protocols "universals" de mostreig (i bioindicadors), que impedeixen l'aplicació de programes de vigilància estandarditzats. Per exemple, la majoria dels programes de monitorització de petits mamífers establerts al Regne Unit han estat molt breus en el temps (<15 anys, Flowerdew et al., 2004) i / o limitats en l'espai (ex. monitorització a llarg termini però amb poques estacions, Newman et al. 2003), sobretot a causa de les limitacions metodològiques i logístiques. A més, tots aquests estudis es van basar en mètodes de captura en viu (Sibbald et al. 2006), utilitzant un determinat model de paranys, malgrat que l'objectiu del seguiment inclogués diverses espècies de petits mamífers (Flowerdew et al. 2004). Els paranys Longworth es recomanen i s'usen en llocs freds i temperats d'Europa (Flowerdew et al., 2004), mentre que els paranys Sherman són els més utilitzats a Amèrica del Nord (Slade et al., 1993), i s'acostumen a utilitzar per programes de monitorització monoespecífics a llarg termini (Previtali et al., 2009). No obstant això, l'estimació de la composició i estructura de

la comunitat de petits mamífers utilitzant mètodes individuals de captura en viu pot ser poc realista a causa de les diferències específiques en la capturabilitat entre espècies (Anthony et al., 2005, Càceres et al. 2011, Lambert et al., 2005) i, fins i tot, entre els sexes, mides o edats dins de les espècies (Burger et al., 2009). Per tant, diversos autors suggereixen l'ús d'una combinació de mètodes de mostreig per tenir en compte aquestes diferències (Fonturbel 2010), restringir el seguiment a les espècies més freqüents (Solari et al. 2002), o estimar la detectabilitat i corregir pels seus efectes (Mackenzie et al. 2002).

Des de l'any 2008, gràcies al recolzament de la Diputació de Barcelona i altres Institucions (CENMA, Parc de Collserola), es va començar un seguiment de petits mamífers (acrònim SEMICE, Torre et al. 2011) d'àmbit nacional amb una prova pilot que es va realitzar a Catalunya i Andorra, la qual es va desenvolupar fins el 2010 (Torre et al. 2016). La metodologia utilitzada (trampeig en viu) és la més adient per copsar les oscil·lacions poblacionals, i es va decidir establir un protocol de seguiment bianual en parcel·les de 36 paranys. Des d'aleshores ençà, el projecte SEMICE ha gaudit d'un recolzament econòmic per tal de poder impulsar el seguiment en altres regions del territori nacional (2011-2013), en el marc de l'Inventari Nacional per a la Biodiversitat. Durant el 2016, el projecte SEMICE va realitzar un salt qualitatiu gràcies a un ajut concedit per la Fundació Biodiversidad. Això va permetre expandir el nombre d'estacions (sobretot fora de Catalunya), facilitant als col·laboradors el material necessari per realitzar el seguiment de manera indefinida (cessió de paranys). A banda, es va fer un gran esforç per implementar el web del projecte i un formulari d'entrada de dades via web que facilitaria la gestió de la base de dades associada. A partir del 2019, el projecte SEMICE compta amb el recolzament del Departament de Territori i Sostenibilitat de la Generalitat de Catalunya, fet que ha permès començar la consolidació de la xarxa de seguiment als parcs gestionats per la Generalitat en incorporar 18 noves estacions en 9 parcs naturals. Pel que fa als espais naturals de la província de Barcelona gestionats per la DiBa, SEMICE es desenvolupa als Parcs del Montseny, Montnegre-Corredor, Sant Llorenç del Munt i l'Obac, Garraf, Serralada de Marina, Serralada Litoral, i Collserola.

En aquest context és molt interessant l'aportació del Parc Natural de Collserola, que incorpora tres estacions situades en ambients típicament mediterranis (una d'elles monitoritzada per personal del Parc), i les altres dues per personal professional. Així doncs, aquestes estacions de seguiment han de permetre contribuir a consolidar un projecte que està ja ben establert a nivell de la XPN de Barcelona (conveni DiBa-MCNG), i que pretén arribar a aconseguir fites com les que han assolit altres seguiments de fauna sòlidament establerts, dels quals Collserola en forma part i n'és pionera en molts àmbits (ex. SOCC, SYLVIA, CBMS, etc.).

3. OBJECTIUS

- Consolidar tres estacions de seguiment de petits mamífers al Parc Natural de la Serra de Collserola
- Incorporar noves estacions de seguiment a la xarxa de seguiment de petits mamífers de Catalunya i de l'Estat Espanyol (SEMICE)
- Entendre com canvien les poblacions en el temps i en l'espai, i esbrinar les seves causes
- Implementar el càlcul de bioindicadors del canvi ambiental utilitzant els petits mamífers

4. MATERIAL I MÈTODES

Els diferents protocols de mostreig proposats a Gran Bretanya coincideixen a apuntar que el trampeig en viu és el mètode de seguiment més adequat per avaluar els canvis estacionals i interanuals en les poblacions de petits mamífers (McDonald et al. 1998, Toms et al. 1999, Sibbald et al. 2006). D'altra banda, aquest mètode de seguiment ha estat utilitzat reiteradament pels investigadors per avaluar els factors que afecten a la dinàmica poblacional dels petits mamífers (predació, clima, denso-dependència, etc.) des de les latituds àrtiques fins a les tropicals (Lima et al. 1999).

En aquest cas s'ha utilitzat el trampeig en viu amb paranys Longworth i Sherman (captura en viu) en disposició alterna, en parcel·les de 36 paranys espaiades uns 15 metres (0.56 ha), seguint un protocol semblant a l'establert a Gran Bretanya (Flowerdew et al. 2004). Els paranys Longworth són d'alumini i consten de dues parts, un túnel i una petita caixa per al niu. Quan entra un petit mamífer pel túnel s'activa un petit ressort que tanca una porta a l'entrada del túnel. El petit mamífer troba dins la caixa-niu tot l'indispensable per poder passar les hores fins el seu alliberament (menjar suficient i material per fer-se un niu). No obstant això, la mida dels petits mamífers que es poden capturar depèn de la mida de l'entrada del túnel (50 x 62 mm), i en general no es capturen exemplars de més de 60 gr (Delany 1981). Per això es va decidir de fer parcel·les mixtes amb paranys Longworth i Sherman, per permetre la captura dels petits mamífers de mida més gran. Els paranys estan en exposició durant tres nits consecutives, i fent-se una revisió a primera hora del matí (Marsh 1999). No es descarta una revisió nocturna en el cas de nits especialment fredes.

1. Foto. Paranys Longworth i Sherman, models proposats per realitzar el seguiment de petits mamífers a Catalunya i Andorra (Fotos: Ignasi Torre)



Els paranys són disposats a cobert (sota algun matoll, roca, fullaraca, etc.), i al seu interior es posa un esquer nutritiu (una barreja de tonyina amb oli i farina; i un tros de poma) i s'inclou material pel niu com cotó sintètic (cotó hidròfug) per incrementar l'aïllament tèrmic. Els animals són pesats, sexats, marcats amb grapes per a les orelles (en el cas dels rosegadors) o se'ls talla una mica de pèl (en el cas dels Sorícids) i són alliberats en el punt de captura. Els ambients seleccionats per establir les parcel·les dependran de la seva representativitat en el conjunt de l'espai natural o de la seva importància ecològica (acolliment de rareses, etc.).

El seguiment és bianual (cada sis mesos), realitzant dues campanyes de trampeig estacionals (primavera i tardor). Aquestes campanyes s'ajusten a la fenologia pròpia de les zones d'estudi, retardant el mostreig de primavera en ambients d'alta muntanya, on la primavera realment es produeix a primers d'estiu, i realitzant-lo a la primavera a les zones mediterrànies. Igualment, el mostreig de tardor no es pot enrederir excessivament en l'alta muntanya pel risc de nevades, quedant establerta la seva realització a la segona quinzena d'octubre.

Enguany, aquestes campanyes han estat realitzades a Collserola al maig i novembre del 2021. Els diferents protocols de mostreig utilitzen índexs senzills d'abundància (ex: nombre d'exemplars diferents capturats, Flowerdew et al. 2004), entre d'altres coses per què és difícil arribar als requeriments mínims per aplicar els estimadors poblacionals. En aquest cas, s'utilitzaran índexs d'abundància relativa, com per exemple el nombre mínim d'individus diferents capturats en cada campanya de tres dies (excloent les recaptures). Alguns autors consideren que aquests índexs proporcionen valors molt semblants als estimadors en el cas de poblacions tancades (Slade i Blair 2000).

L'anàlisi de les tendències interanuals es porta a terme mitjançant la utilització del programa TRIM (TRends & Indexs for Monitoring data – Pannekoek & van Strien 2006). TRIM és un programa que analitza sèries temporals de comptatges amb regressions de Poisson (models log-linials), i s'utilitza de manera estandarditzada a Europa per desenvolupar índexs d'indicadors de papallones i també d'aus (p. ex. Gregory et al. 2005). Els valors absents per a una determinada estació i any són estimats (imputats) a partir dels canvis observats a la resta de les estacions. Per analitzar les tendències de totes les espècies s'ha testat el model 3 (Effects for each time point) mitjançant la transformació prèvia de les dades observades (sumant 1 per evitar els zeros que eviten el càlcul dels models, Torre et al. 2018). Les dades de tendències temporals es calculen anualment per tota la XPN de Barcelona, incloent les dades recollides a Collserola. Per tant, es disposa de les dades de tendències generals per tota la XPN calculades amb TRIM, però solament disposem de les dades imputades pel TRIM per a cada parcel·la. Aquestes dades són transformades cap a enrera, restant 1 als índex obtinguts, normalitzant aquests índex (restant la mitjana i dividint per la desviació estàndar), i referenciant-los a base 1 per poder ser comparables (es resta d'1 el primer valor de la sèrie, i se suma el valor obtingut a cadascú dels valors de la sèrie). Aquesta aproximació també permet una anàlisi de tendències temporals de les dades, però utilitzant una anàlisi de regressió amb el programa Ecosim (Gotelli i Entsminger 2001), que es basa en models nuls a partir d'aleatoritzacions de les dades observades per tal d'identificar la seva distribució estadística.

El propòsit del seguiment és poder generar indicadors associats al canvi ambiental (canvi climàtic i d'usos del sòl), combinant espècies amb diferents requeriments ambientals (espècies termòfil·les/mesòfil·les, espècies forestals/d'espais oberts) seguint un procediment semblant a l'utilitzat per Herrando et al. (2016). Els índex calculats mitjançant el programa TRIM han estat combinats obtenint valors mitjans que permeten detectar tendències temporals.

Al llarg del període de seguiment (2008-2018) hem pogut establir l'eficiència dels paranys utilitzats, ja que ambdós models rendeixen valors semblants a nivell comunitari i per a cada espècie tant en el sector Mediterrani com a l'alta muntanya pirinenca (Torre et al. 2016, 2018). Igualment, hem pogut comprovar que les dades aportades pel personal voluntari del projecte són quantitativament semblants a les aportades pels professionals, no mostrant biaixos significatius en aquest aspecte, però sí en d'altres (Torre et al., 2019). D'altra banda, Sherman i Longworth van mostrar una alta capacitat de detecció de gairebé totes les espècies comunes ($p > 0.3$, MacKenzie et al. 2002). Atès que els canvis en la detectabilitat poden afectar les estimacions d'ocupació, aquelles espècies que mostren altes detectabilitats són millors per a monitoritzar sense biaixos. Un pas important per conèixer com funciona la dinàmica poblacional de les espècies és utilitzar models d'ocupació que tenen en compte la detecció imperfecta (Mackenzie et al. 2002) (Mackenzie et al. 2018), i que es basen en els historials de captura generats al llarg de les sèries de dades temporals. Amb aquests models es generen dos historials d'ocupació (presències/absències), un a escala de la campanya de trampeig (3 nits), i l'altra a escala de tota la sèrie (campanyes estacionals) per poder estimar paràmetres com la probabilitat real d'ocupació, i les probabilitats de colonització i extinció, per a cada parcel·la.

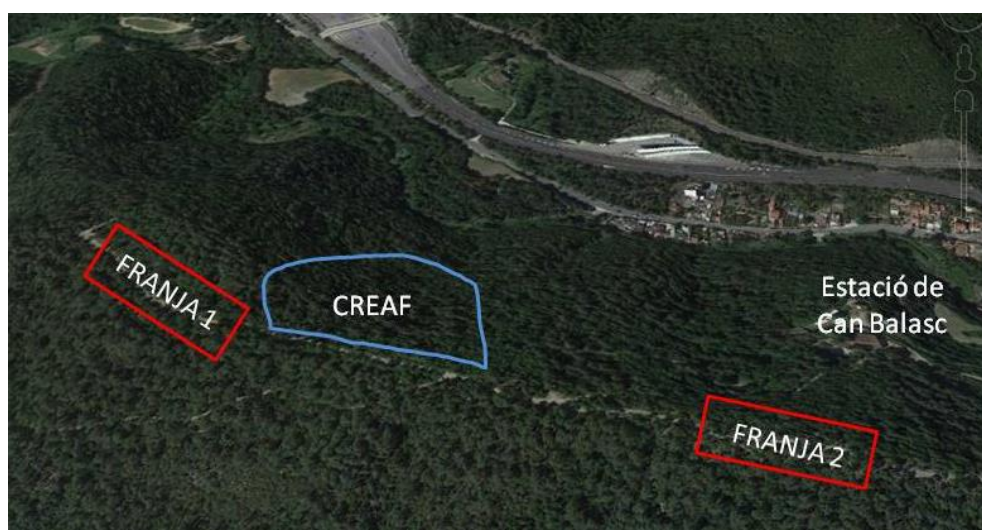
Les dades recollides a les diverses estacions SEMICE distribuïdes arreu de Catalunya (inclòs Collserola) han estat utilitzades pel càlcul del Living Planet Índex de Catalunya, un indicador que combina diversos tàxons per detectar tendències en la biodiversitat planetària. Aquest índex demostra la pèrdua de biodiversitat a Catalunya en el període 2002-2016 (Herrando et al. 2018), tal i com també ha quedat reflectit en l'informe sobre l'Estat de la Natura a Catalunya (Brotons et al. 2020). Totes les dades recollides a les parcel·les són introduïdes en un aplicatiu web que nodreix la base de dades del projecte SEMICE (www.semice.org).

Parcel·les

Des que es va iniciar el seguiment a Collserola, s'han establert cinc parcel·les diferents a causa de diferents pertorbacions naturals i antròpiques. L'alzinar de Can Balasc es va deixar de mostrejar el 2014 a causa d'un atac per part dels senglars que ens va fer reubicar-la en un altra sector de la franja que, a priori, presentava menys riscos (franja n°2). Més recentment, es va cercar un emplaçament proper al centre d'informació del Parc per a l'establiment d'una nova parcel·la que reunís les característiques apropiades per a l'estàndar SEMICE i, a la vegada, tingués la proximitat i condicions per a l'accés del públic familiar. La parcel·la està a uns 100m escassos del centre d'informació, en el vessant obac del turó d'en Ferrer. La ubicació exacte dels paranys s'ha enregistrat amb GPS, amb la col·laboració dels tècnics del Servei de Medi Natural del Parc. Es tracta d'un ambient d'alzinar esponerós, del que sobresurt un estrat residual de pins envellits. Malauradament, durant la tardor de 2019 s'ha produït una estassada molt forta que ha afectat significativament l'estructura vegetal de les dues parcel·les situades a la franja. La parcel·la franja n°1 s'havia mantingut sense intervenció durant tot el període d'estudi, fet que havia permès l'aparició d'una coberta molt densa de matollar baix que afavoria als petits mamífers. Donat que la situació de les dues parcel·les de la franja és la mateixa (ambdues han estat estassades), hem decidit reubicar la parcel·la n° 1 dins el tancat del CREAF (foto 3), el qual queda -teòricament- al marge de qualsevol intervenció de caire forestal.



2. Foto. Situació de la parcel·la a l'alzinar proper al Centre d'Informació del Parc de Collserola



3. Foto. Situació de les dues parcel·les a la franja de Can Balasc i del tancat del CREAF on s'ha reubicat la parcel·la n° 1 després de la estassada de la tardor de 2019

5. RESULTATS

5.1. Nombre de captures

Al llarg de les dues campanyes de seguiment de petits mamífers realitzades al Parc de Collserola, s'ha capturat un total de 27 petits mamífers d'una sola espècie, *Apodemus sylvaticus*. Enguany, no hem detectat la musaranya vulgar (*Crocidura russula*), ni el ratolí de camp (*Mus spretus*).

Durant el 2021, el 33% de les captures s'han produït a la primavera, un fet poc habitual en la dinàmica poblacional d'*A. sylvaticus*, que acostuma a presentar màxims primaverals.

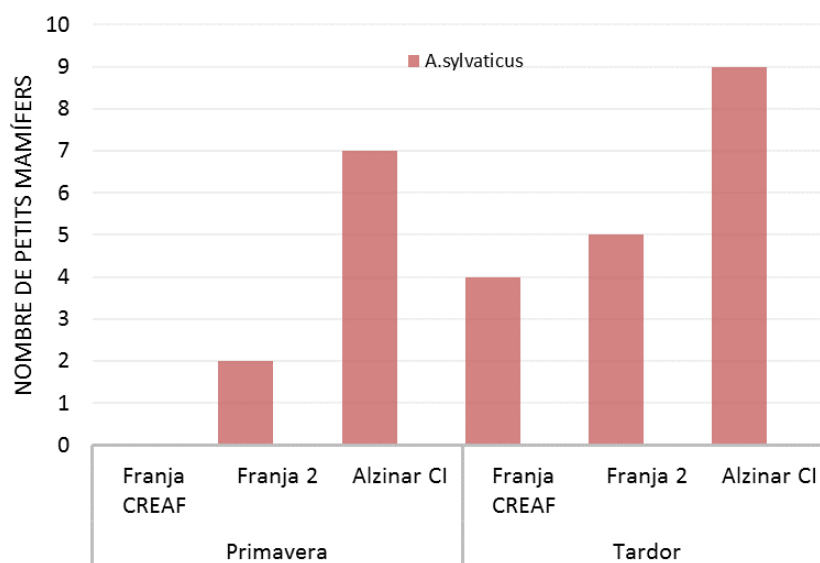
1. Taula. Captures de petits mamífers realitzades durant la primera campanya de mostreig (Primavera 2021) a les tres parcel·les de seguiment

Parcel·la	<i>A.sylvaticus</i>	Total
Franja CREAM	0	0
Franja 2	2	2
Alzinar C.I.	7	7
TOTAL	9	9

2. Taula. Captures de petits mamífers realitzades durant la segona campanya de mostreig (Tardor 2021) a les tres parcel·les de seguiment

Parcel·la	<i>A.sylvaticus</i>	Total
Franja CREAM	4	4
Franja 2	5	5
Alzinar C.I.	9	9
TOTAL	18	18

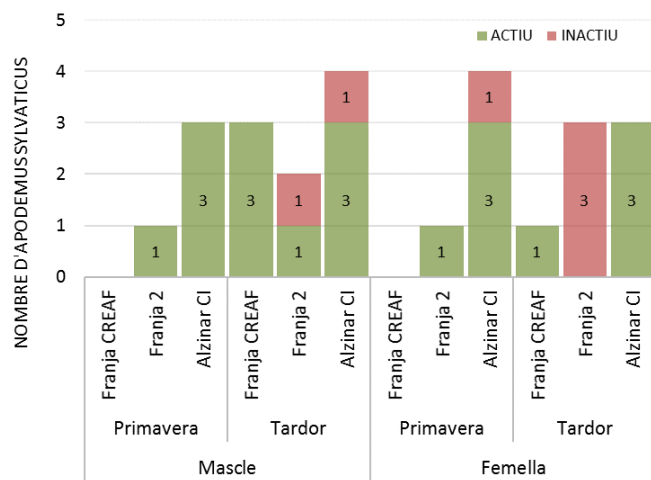
3. Figura. Nombre de petits mamífers capturats a les dues campanyes estacionals de trampeig a les tres parcel·les de seguiment durant l'any 2021



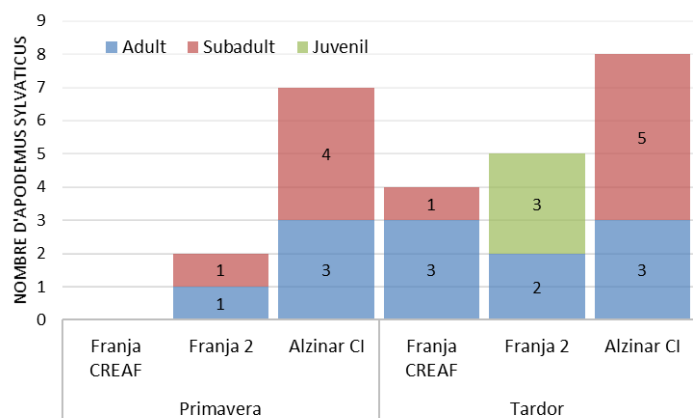
5.2. Reproducció i sex ratio

Enguany, hem observat una elevada homogeneïtat entre parcel·les pel que fa a la reproducció i proporció de sexes. En el cas d'*Apodemus sylvaticus*, la proporció de sexes es troba bastant equilibrada durant la campanya de primavera (45% mascles i 55% femelles). Durant la campanya de tardor el sex ratio s'inverteix i dominen els mascles (60% mascles i 40% femelles). També s'observa que una mica més de la meitat de les captures han estat femelles (52%). Durant la primavera, la majoria dels individus es troben actius (89%), tot i que la població està constituïda per adults i subadults. A la tardor la proporció d'individus amb signes externs de reproducció va disminuir (68%), i s'observa reclutament solament a una de les parcel·les, amb la presència de juvenils. Així doncs, als dos períodes de trampeig les poblacions de ratolí de bosc es trobaven en ple procés reproductiu, indicant que la reproducció possiblement s'allargarà cap a les estacions següents (estiu i hivern, respectivament) per la presència de femelles prenyades o alletant.

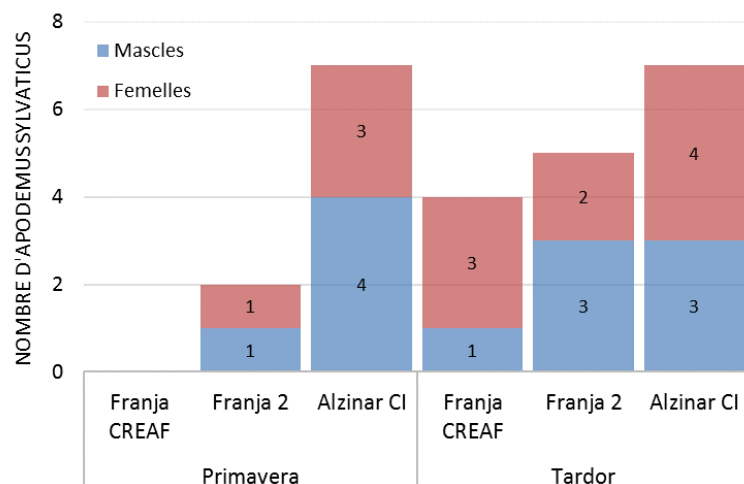
4. Figura. Activitat reproductiva d'individus adults segons el sexe en els ratolins de bosc (*Apodemus sylvaticus*) capturats durant les dues campanyes de trampeig del 2021



5. Figura. Nombre de ratolins de bosc (*Apodemus sylvaticus*) capturats durant les dues campanyes de trampeig en funció de la classe d'edat durant el 2021



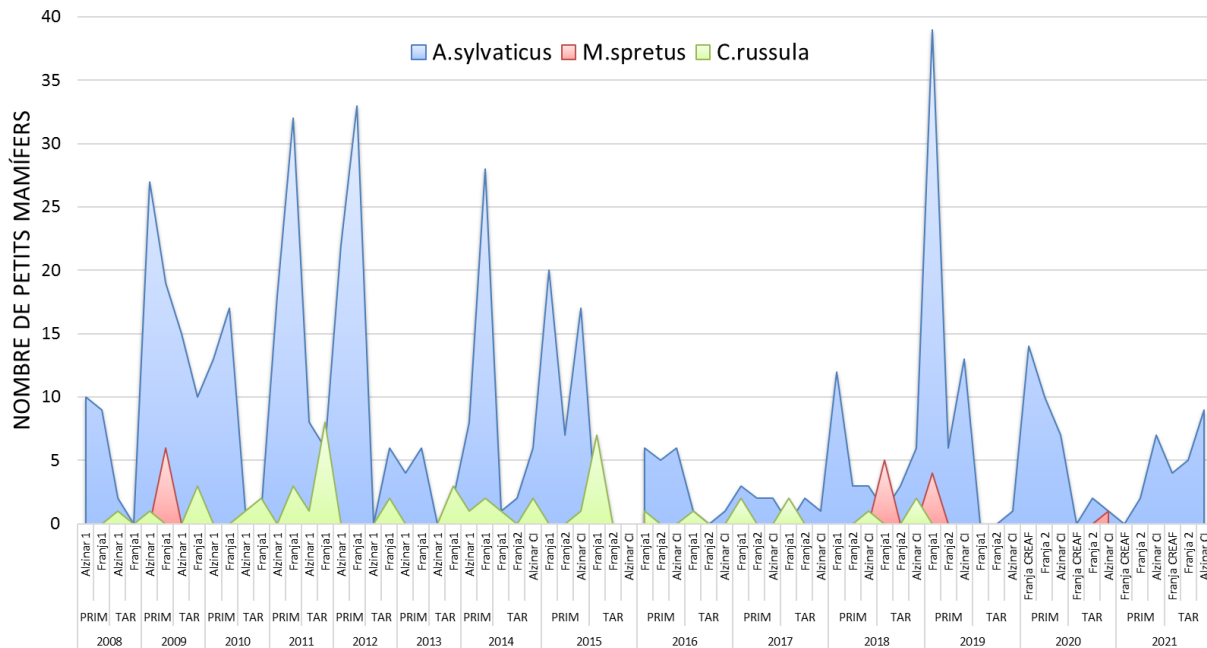
6. Figura. Proporció de sexes en els ratolins de bosc (*Apodemus sylvaticus*) capturats durant les dues campanyes de trampeig l'any 2021



5.3. Tendències estacionals i interanuals en l'abundància

Enguany, les poblacions de petits mamífers ja no mostren els signes de recuperació important després de la forta davallada detectada en el període 2008-2017. Les poblacions han davallat des de la primavera de l'any 2019, amb una petita recuperació durant aquesta tardor. Així doncs, el ratolí de bosc ha mostrat uns valors d'abundància molt més alts a la tardor ($\bar{x} = 6$ ind./parcel·la) que a la primavera ($\bar{x} = 3$ ind./parcel·la). Durant aquests catorze anys de seguiment, s'ha pogut apreciar que existeix una clara estacionalitat en l'abundància del ratolí de bosc, doncs sempre s'ha detectat una abundància superior durant la campanya de primavera que durant la de tardor dins d'un mateix any. Es poden observar diferències entre anys d'elevada abundància (2011, 2012, 2014, 2019) i anys d'abundància moderada o baixa (2008-2010, 2013, 2015-2017, 2020, 2021), especialment durant les campanyes de tardor. L'any 2018 es pot considerar d'abundància intermitja, tenint en compte que les poblacions assoliren un baix històric l'any 2017, i la recuperació va ser moderada. Malgrat tot, les poblacions d'*A. sylvaticus* es recuperen força ràpid i oscil·len de forma acusada estacional i interanualment (patró en "dents de serra"), però amb un patró consistent de màxims primaverals i mínims de tardor a les dues parcel·les amb un seguiment més llarg. Enguany, però, s'ha produït una davallada poblacional general del ratolí de camp després de la important irrupció que es va detectar en diversos parcs de la XPN durant l'any 2018. Així doncs, la sèrie temporal (2008-2021) sembla indicar que el ratolí de bosc presenta una tendència negativa (descens poblacional) a la Xarxa de Parcs Naturals de Barcelona. Les altres dues espècies comunes, però no trampejades enguany, es poden considerar rares (*C. russula* i *M. spretus*), segurament per que prefereixen espais oberts recoberts per una densa vegetació herbàcia i arbustiva, essent molt més freqüents en matollars post-incendi d'altres espais naturals com el Garraf, les Serralades de Marina i Litoral, o Sant Llorenç del Munt.

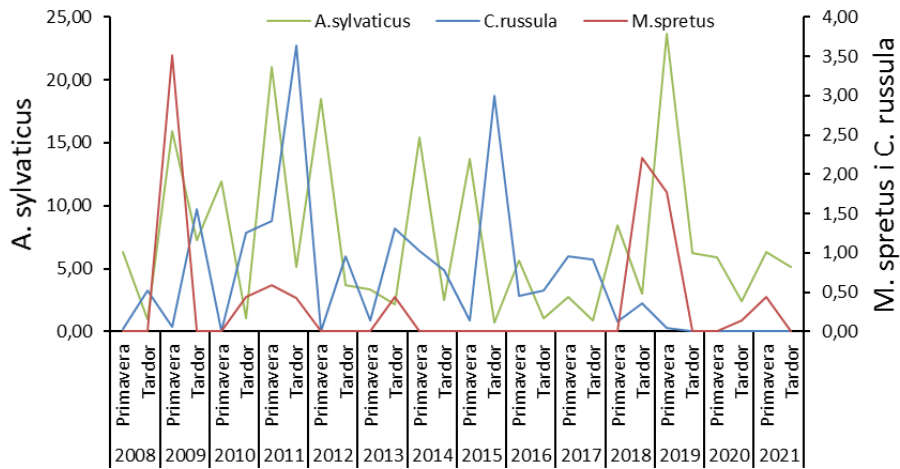
7. Figura. Nombre de petits mamífers capturats a Collserola, per parcel·la i campanya, en el període 2008-2021



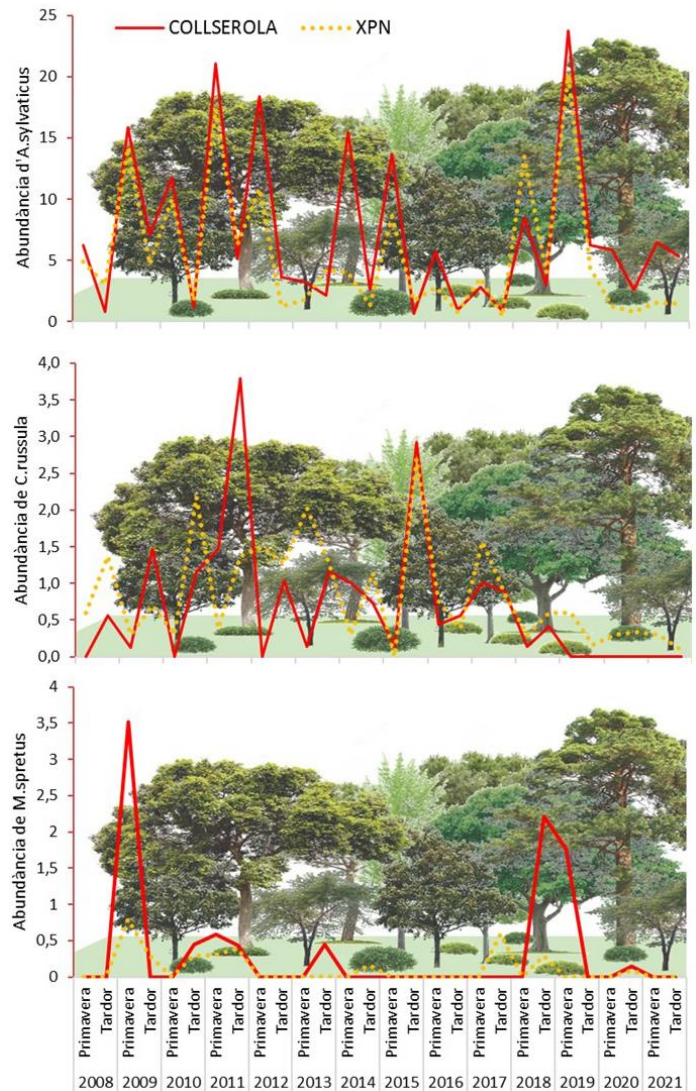
La figura anterior mostra les abundàncies observades per a les tres espècies de petits mamífers en les cinc parcel·les de seguiment SEMICE que fins ara s'han establert a Collserola. Malgrat que no totes les parcel·les han estat actives durant tot el període, s'observa recuperació poblacional d'*A.sylvaticus* durant la primavera, després de la caiguda molt forta durant la tardor de l'any 2020. És interessant constatar un canvi en la dinàmica habitual de l'espècie, que acostuma a assolir màxims a la primavera i mínims a la tardor (Stefanescu et al. 2020). Es pot assumir que les poblacions d'aquesta espècie mostren sicronia espacial i oscil·len de manera semblant en entorns mediterranis (Torre et al. 2018), i un període favorable per a l'espècie en una parcel·la també ho és en parcel·les properes. Malgrat tot, la davallada del ratolí de bosc no és tan important com a la resta de la XPN ($r = -0,15$, $p = n.s.$, $n = 28$). La població de *C.russula* ha patit un retrocés significatiu en els darrers anys (no ha estat capturada enguany), i la tendència a llarg termini mostra, per primer cop, un patró significatiu a Collserola ($r_{Tau} = -0,35$, $p < 0,05$, $n = 28$) i a la resta de la XPN.

L'anàlisi de les tendències a la XPN amb el software TRIM continua donant un valor negatiu i significatiu per *A.sylvaticus* ($-0,012 \pm 0,0028EE$, $p < 0,01$, $n = 45$ estacions), fet que indica que la forta inèrcia negativa de la sèrie temporal en el període 2008-2017 encara no ha estat neutralitzada, malgrat la clara recuperació poblacional en aquests quatre darrers anys (2018-2021). El mateix s'observa per *M.spretus* ($-0,016 \pm 0,0049EE$, $p < 0,01$, $n = 45$ estacions) i, per primer cop en tota la sèrie temporal, les poblacions de *C.russula* mostren un descens ($-0,0099 \pm 0,0037EE$, $p < 0,01$, $n = 45$ estacions). Degut a que les tendències de les tres espècies comunes són negatives, la tendència total és també negativa ($-0,0116 \pm 0,002EE$, $p < 0,01$, $n = 45$ estacions), i també ho és per la biomassa ($-0,0031 \pm 0,0005EE$, $p < 0,01$, $n = 45$ estacions).

8. Figura. Abundància mitjana estacional (imputed index del TRIM) d'*A.sylvaticus*, *M.spretus*, i *C.russula* a les parcel·les SEMICE de Collserola en el període 2008-2021



9. Figura. Abundància mitjana estacional (imputed index del TRIM) d'*A.sylvaticus*, *M.spretus*, i *C.russula* als alzinars de Collserola en comparació als alzinars d'altres parcs de la XPN en el període 2008-2021

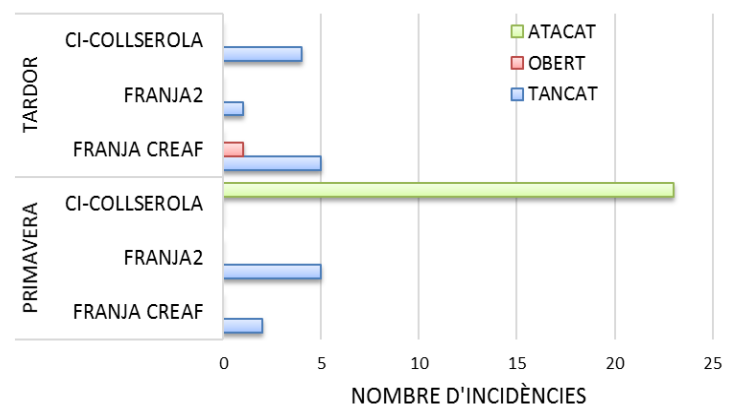


La dinàmica poblacional de les dues espècies de rosegadors és molt semblant als alzinars de Collserola i als alzinars dels altres parcs. L'abundància mitjana és lleugerament superior a Collserola, si bé les diferències no són significatives en el cas d'*A.sylvaticus*. En el cas de *M.spretus* l'abundància mitjana assoleix valors molt superiors a Collserola. En el cas de *C.russula*, els valors d'abundància mitjana són inferiors a Collserola, i la dinàmica poblacional no és tan similar, sobretot en els tres darrers anys en que l'espècie no ha estat detectada a Collserola.

5.4. Incidències per senglar en el mostreig

Des de l'any 2016, gràcies a la implementació del web del projecte SEMICE (www.semice.org), disposem d'un formulari d'entrada de dades exhaustiu en el qual queden enregistrades no solament les captures, si no també totes les incidències que s'observen en el decurs del mostreig. Podem definir "incidència" com tots aquells problemes que han afectat a l'operativitat (o bon funcionament) dels paranys. Per tal de trobar una solució al problema de la pèrdua de paranys per atac de senglar, es va decidir crear una estructura d'acer galvanitzat per protegir-los. A partir del 2020 s'han deixat permanentment al camp les proteccions en les estacions de la franja i del Centre d'Informació (Foto 17). Recentment, hem analitzat les incidències per senglar en els parcs naturals de la XPN, observant que el nombre mitjà d'incidències amb els paranys enregistrades per parcel·la a Collserola és superior que a la resta dels espais naturals de la XPN. De fet, les incidències són tan elevades que provoquen una disminució del nombre de captures en inhabilitar més paranys que a la resta de parcs. A banda, produeixen una pèrdua econòmica significativa en deixar una part dels paranys totalment destrossats i, per tant, inoperatius.

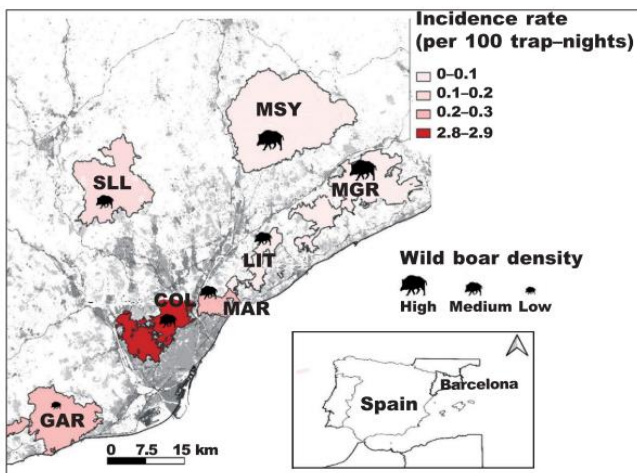
10. Figura. Incidències amb els paranys ocorregudes durant el seguiment de petits mamífers a Collserola l'any 2021



Malauradament, hem continuat tenint problemes d'atacs de senglar malgrat les proteccions, i en alguns casos els senglars han estat capaces de treure el parany de la protecció per que queda molt a ras, o simplement per que la han pogut aixecar (en alguns casos no es poden clavar bé els claus pel tipus de terreny, molt tou o molt dur). En la zona de la franja els atacs han estat menors (o menys cruents) que a la parcel·la del Centre d'Informació. Seria necessari fer modificacions en el disseny (allargar la protecció) i una millor solució de fixació, per poder rebaixar a zero els atacs per part dels senglars.

En un article recentment publicat a la revista *Animal Biodiversity and Conservation*, hem pogut demostrar un efecte "Collserola" en relació amb els atacs dels senglars als paranys, i que és independent de la densitat de senglars als diferents espais naturals.

11. Figura. Nombre mitjà d'incidències per senglar als parcs de la XPN, i il·lustració de la notícia apareguda a diferents xarxes socials



Un estudi sobre petits mamífers a Collserola posa de manifest la singular i preocupant evolució del comportament dels senglars al Parc

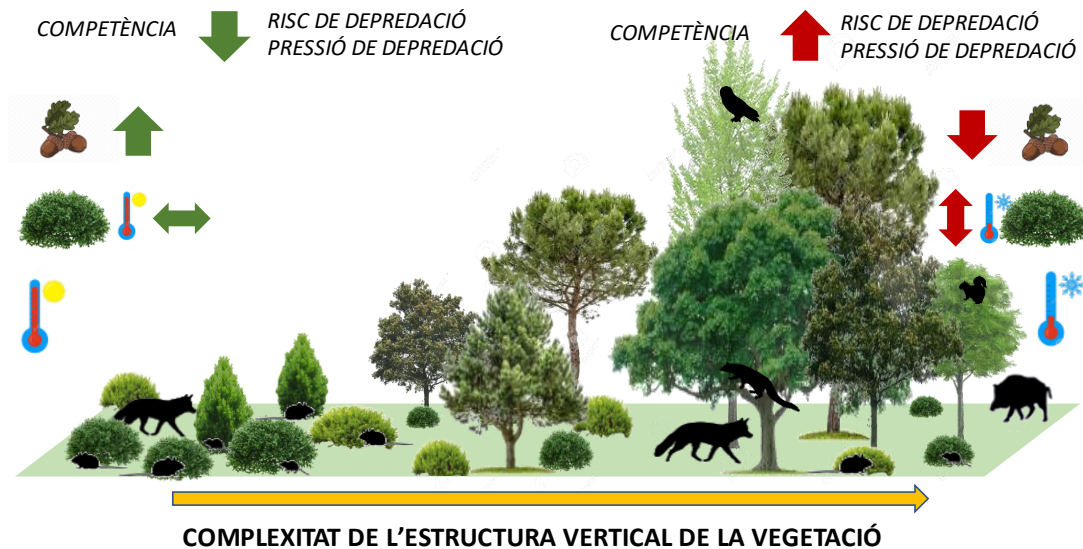


Torre, I.; Cahill, S.; Grajera, J.; Raspall, A.; Raspall, A.; Vilella, M. Small mammal sampling incidents related to wild boar (*Sus scrofa*) in natural peri-urban areas. *Anim. Biodivers. Conserv.* **2022**, *45*, 33–42, doi:10.32800/ABC.2022.45.0033.

5.5. Model conceptual de les relacions entre els petits mamífers i l'entorn

Recentement hem presentat un model conceptual (teòric) que intenta explicar d'una manera visual i entenedora els canvis en l'abundància (i altres paràmetres) que pateixen les poblacions dels petits mamífers comuns al llarg dels gradients estructurals del paisatge que trobem al sector més Mediterrani de la XPN. Aquest model ha estat publicat a la revista científica *Sustainability* (Torre et al. 2022), i permet interpretar quins són els principals factors abiòtics (clima) i biòtics (aliment, competidors, depredadors) que poden afectar als petits mamífers. Així doncs, a escala de paisatge, trobem dos hàbitats naturals principals en funció de la complexitat de l'estructura vertical de la vegetació: espais oberts (matollars i herbassars) i espais forestals (boscos). Els primers espais, es troben sobretot en el sector SW de la XPN, especialment presents en el Garraf i Foix, a causa d'importants incendis forestals relativament antics (finals del segle passat). Els espais forestals es troben principalment en el sector NE, amb parcs amb cobertes de bosc properes al 100% (Montnegre). S'estableix un gradient d'idoneïtat de l'hàbitat pels petits mamífers comuns que va en paral·lel al gradient d'estructura i complexitat vertical de la vegetació. En ambients forestals (a escala de paisatge), els petits mamífers troben més competidors (esquirols, rates negres, senglars) i depredadors (mesocarnívors i rapinyaires forestals), a banda d'unes condicions climàtiques i de disponibilitat d'aliment que poden ser més desfavorables (temperatures baixes, humitats altes), que en ambients oberts. Si aquesta hipòtesi és certa, esperariem que l'abundància dels petits mamífers comuns estigui principalment condicionada per l'estructura de la vegetació, tal i com hem pogut comprovar.

12. Figura. Model conceptual que relaciona l'abundància dels petits mamífers comuns amb els canvis en els factors abiòtics i biòtics que s'observen al llarg dels gradients de complexitat de l'estructura vertical de la vegetació.



Torre, I.; Jaime-González, C.; Díaz, M. Habitat Suitability for Small Mammals in Mediterranean Landscapes: How and Why Shrubs Matter. *Sustain.* 2022, Vol. 14, Page 1562 2022, 14, 1562, doi:10.3390/SU14031562.

5.6. El canvi dels usos del sòl i les tendències regressives dels petits mamífers a la XPN

Com es ben sabut, els espais naturals de l'entorn mediterrani estan patint uns canvis molt significatius en la composició del paisatge, amb una tendència a la pèrdua d'espais oberts i un increment dels espais forestals (Basnou et al. 2013, Regos et al. 2016). Tenint en compte que el gruix de les espècies comunes es troben associades amb els espais oberts naturals (matollars i herbassars, Torre et al. 2022), cal esperar un retrocés significatiu de les poblacions d'aquestes al llarg del temps, tal i com ja hem pogut comprovar enguany a la XPN pel període 2008-2021. D'altra banda, segons el concepte de meta-poblacions, la dinàmica de les espècies comunes estaria molt condicionada per la proporció d'ambients favorables (oberts) i desfavorables (tancats) en l'entorn immediat de les estacions de mostreig. En anys bons, les poblacions es podrien dispersar per ambients favorables, quedant també una part de la població desplaçada cap als ambients desfavorables (individus juvenils o amb menor capacitat competitiva), on l'espècie podria sobreviure per un curt període de temps. De fet, en un breu període de temps (2007-2017), la pèrdua d'espais oberts ha estat de l'11%, mentre que els espais forestals guanyen un 10%, a l'entorn de les estacions SEMICE del sector mediterrani (en un radi de 500m als voltants de les estacions). Els models d'ocupació realitzats per *M.spretus*, indiquen que la dinàmica poblacional de l'espècie es trobaria principalment condicionada per la superfície d'hàbitat obert perduda i per la superfície d'hàbitat forestal guanyada en el període 2008-2017. La tendència de canvi obert/forestal és semblant a totes les parcel·les, però s'observa un canvi més gran en pinedes de pi blanc, seguit de matollars, i dels boscos densos. Per tant, com els canvis del paisatge afecten principalment als hàbitats favorables per l'espècie, s'esperen encara davallades més importants de les poblacions en un futur proper.

6. DISCUSSIÓ

Durant aquest 2021 es completa el catorzè any de seguiment de petits mamífers comuns (SEMICE) a la Xarxa de Parcs Naturals de Barcelona (XPN-DiBa) i al Parc Natural de la Serra de Collserola. Per primer cop des que es va iniciar el seguiment l'any 2008, hem pogut comprovar que les tres espècies de petits mamífers comuns (*A.sylvaticus*, *M.spretus*, i *C.russula*) es troben en una tendència regressiva a tota la Xarxa de Parcs Naturals de la província de Barcelona. Als bocos de Collserola, malgrat l'heterogeneïtat observada a cada parcel·la, els patrons coincideixen plenament amb els observats a tota la XPN. Enguany no s'ha capturat *M.spretus*, fet que sembla indicar la manca d'idoneïtat dels entorns forestals del parc. Particularment preocupant és la situació de *C.russula*, ja que no ha estat capturada a Collserola en el període 2019-2021. Com es tracta d'una espècie clarament associada a entorns oberts (matollars), el procés natural d'aforestació que experimenten els espais naturals de l'entorn de Barcelona no la beneficia (Torre et al. 2020, 2022). Una cosa semblant és aplicable al cas de *M.spretus*.

Els alzinars de la zona de Can Balasc presenten una estructura forestal poc favorable per als petits mamífers. Amb una alta densitat de peus arboris o d'arbusts de port arbori, i un sotabosc molt pobre (recobriment arbustiu o herbaci a baixa alçada gairebé inexistent). Això comporta que aquests tipus de boscs siguin hàbitats amb una capacitat de càrrega baixa, amb una disponibilitat baixa de refugis i d'aliment a l'abast dels petits mamífers, i amb una elevada pressió de depredació/competència, i un elevat risc de depredació (Torre i Díaz 2004, Torre et al. 2020, 2022). Les accions de maneig realitzades en boscos mediterranis poden contribuir a augmentar la coberta arbustiva a baixa alçada que beneficia als petits mamífers (Carrilho et al. 2017). Per tant, la creació i manteniment de la franja pot representar un benefici sobre les poblacions de petits mamífers degut a que representa una discontinuïtat en l'estructura uniforme del bosc, incrementant-se la heterogeneïtat en la composició i estructura de la vegetació (Torre i Arrizabalaga 2001). *M.spretus* i *C.russula* presentarien un model de dinàmica de meta-poblacions (Torre et al. 2020) en la qual les "fonts" (hàbitats favorables per l'espècie) serien els espais oberts, i els "embornals" serien els boscos densos (hàbitats desfavorables per l'espècie).

D'altra banda, la necessitat de potenciar els espais oberts sembla clau per poder mantenir les poblacions de petits mamífers (Torre et al. 2022), i en general, per altres elements de la biodiversitat (Basnou et al. 2013, Pino et al. 2013, Regos et al. 2016). La presència d'espais oberts en la zona perifèrica és important per poder mantenir les poblacions de petits mamífers, doncs aquests ambients representen "fonts" en la dinàmica de meta-poblacions en que els boscos serien "embornals", ja que les poblacions en aquests darrers poden augmentar en rebre individus immigrants dispersants des d'ambients més favorables. La gran quantitat de serveis ecosistèmics que proporcionen les tres espècies de petits mamífers comuns es veuran afectades pel canvi ambiental, amb fenòmens sinèrgics -difícils de quantificar- per les possibles interaccions entre el canvi d'usos i el canvi climàtic, que poden multiplicar els efectes negatius sobre les seves poblacions. En aquest context, un mapa de probabilitat d'ocupació (o persistència) mitjana conjunta podria ajudar a determinar quina és la distribució espacial dels serveis ecosistèmics que ofereixen els petits mamífers a la XPN. Per garantir la persistència de les poblacions de petits mamífers comuns s'haurà de lluitar activament contra el procés natural d'aforestació que provoca una pèrdua d'idoneïtat dels hàbitats pels petits mamífers comuns i per moltes altres espècies amb interès de conservació (Pino et al. 2013, Regos et al., 2016).

Les poblacions de senglar semblen augmentar any rere any arreu del continent europeu, i especialment a Espanya (Peris 2019). No obstant això, Collserola és l'únic parc de la XPN on els

senglars interfereixen significativament en el seguiment de petits mamífers, provocant un efecte negatiu. Sorprenentment, els incidents produïts pels senglars a Collserola no semblen relacionats amb la densitat d'aquesta espècie, una zona amb una densitat moderada de senglars i amb una disminució de les poblacions (Rosell et al. 2019). Es va decidir crear una estructura d'acer galvanitzat per protegir-los, solució ja implementada en les estacions de la franja i del Centre d'Informació durant l'any 2020. Tot i això, les cobertes no semblen infalibles, i encara reben atacs que comporten la destrucció dels paranys. Sembla necessari redissenyar aquesta estructura, incrementant la seva longitud, per augmentar la seva eficiència.

7. AGRAÏMENTS

Al Francesc Llimona i Sean Cahill, pel seu interès en aquest projecte de seguiment, i al Consorci del Parc de Collserola pel suport econòmic i logístic. Volem agrair a la SECEM, per l'interès mostrat en el projecte SEMICE, i pel seu suport econòmic i logístic. Al *Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino*, pel seu suport econòmic des de l'any 2011 al 2013, i a la Fundació Biodiversidad pel seu ajut concedit l'any 2015. Durant la seva fase inicial, el seguiment ha estat finançat bàsicament per la Diputació de Barcelona a través dels diferents parcs naturals que gestiona: Agrair als tècnics d'aquests espais naturals l'interès en el projecte i el seu suport: Durant la seva fase inicial, el seguiment ha estat finançat bàsicament per la Diputació de Barcelona a través dels diferents parcs naturals que gestiona: Agrair als tècnics d'aquests espais naturals l'interès en el projecte i el seu suport: Daniel Guinart (Parc del Montseny), Toni Bombí (Parc del Montnegre-Corredor), Mireia Vila (Parcs del Montnegre-Corredor i Serralada de Marina), Daniel Pons (Parc de Sant Llorenç del Munt i l'Obac), Roser Loire (Parc de la Serralada Litoral), Emilio Valbuena-Ureña (Parcs del Garraf i Foix), Joan Carles Àngel (Parc de Montesquiu) i Alba Ludevid (Guilleries-Savassona) .

A l'Alfons Raspall per la seva implicació en la coordinació del seguiment SEMICE, i en particular per la seva aportació al seguiment de petits mamífers a Collserola. Volem agrair també la implicació del personal tècnic del Parc i altres col·laboradors habituals en la creació de la nova parcel·la de seguiment al costat del Centre d'Informació del Parc. En particular al Sean Cahill, Dani Díaz, Andrea Garmendia, i Josep López.

Agrair també als diversos col·laboradors voluntaris del projecte a la XPN de Barcelona: Alfons Raspall, Tomàs Pulido, Dolors Escruela, James Manresa, Joan Manuel Riera, Cristina Terraza, Oriol Palau, Marc Vilella.

8. BIBLIOGRAFIA

- Başnou, C., Álvarez, E., Bagaria, G., Guardiola, M., Isern, R., Vicente, P., Pino, J., 2013. Spatial patterns of land use changes across a mediterranean metropolitan landscape: Implications for biodiversity management. *Environ. Manage.* 52, 971–980. doi:10.1007/s00267-013-0150-5
- Battersby, J. E. and J. J. D. Greenwood (2004). Monitoring terrestrial mammals in the UK: Past, present and future, using lessons from the bird world. *Mammal Review* 34(1-2): 3-29
- Bombí, A. (1997). Pla de seguiment de paràmetres ecològics, Parc Natural del Montnegre i el Corredor. Diputació de Barcelona, 47 pgs.
- Bombí, A. (2001). El Pla de seguiment del Montnegre i el Corredor. Primers passos d'un projecte (1996-1999). III Trobada d'Estudiosos del Montnegre i el Corredor, Monografies 32: 17-20.
- Bombí, A., Castell, C., Guinart, D. Llacuna, S. & Miño, A. (2002). Los planes de seguimiento en los parques naturales gestionados por la Diputación de Barcelona. *Ecosistemas* 2.
- Brotons, L.; Pou, N.; Herrando, S.; Bota, G.; Villero, D.; Garrabou, J.; Ordóñez, J. L.; Anton, M.; Gual, G.; Recoder, L.; Alcaraz, J.; Pla, M.; Sainz de la Maza, P.; Pont, S. i Pino, J. (2020) Estat de la Natura a Catalunya 2020. Departament de Territori i Sostenibilitat. Generalitat de Catalunya. Barcelona.
- Bubb P.J., Almond R., Kapos V., Stanwell-Smith D., Jenkins M., 2010. *Guidance for national biodiversity indicator development and use*. UNEP-WCMC, Cambridge, UK. 120 pp.
- Carrilho M, Teixeira D, Santos-Reis M, Rosalino LM (2017) Small mammal abundance in Mediterranean Eucalyptus plantations: how shrub cover can really make a difference. *For Ecol Manage* 391:256–263.
- Castell, C. (1998). Els programes de seguiment ecològic als parcs naturals de la Diputació de Barcelona. II Trobada d'Estudiosos del Garraf, Monografies 26: 9-12.
- Castell, C. (2000). El programa de seguiment ecològic del Parc Natural de Sant Llorenç del Munt i l'Obac (1994-1998). IV Trobada d'Estudiosos de Sant Llorenç del Munt i l'Obac, Monografies 29: 17-19.
- Diaz M., Concepcion E.D., Alonso C.L., 2015. Conservacion de la biodiversidad en los sistemas forestales de Andalucía. En: *Biodiversidad, usos del agua forestal y recolección de setas silvestres en los sistemas forestales de Andalucía* (Campos P., Diaz M., eds). Memorias científicas de RECAMAN. Volumen 2. Memoria 2.1. Editorial CSIC, Madrid.
- Environment Agency (EEA), 2010. Assessing biodiversity in Europe — the 2010 report. EEA, Copenhagen. 45 pp.
- European Environment Agency (EEA), 2012. Streamlining European biodiversity indicators 2020: Building a future on lessons learnt from the SEBI 2010 process. EEA, Copenhagen. 50 pp.
- Flowerdew, J.R., Shore, R.F., Poulton, S.M. i Sparks, T.H. (2004). Live trapping to monitor small mammals in Britain. *Mammal Review* 34: 31-50.
- Gao, T., Nielsen, A. B., & Hedblom, M. (2015). Reviewing the strength of evidence of biodiversity indicators for forest ecosystems in Europe. *Ecological Indicators*, 57, 420-434.
- Gotelli, N.J. and G.L. Entsminger. 2001. EcoSim: Null models software for ecology. Version 7.0. Acquired Intelligence Inc. & Kesey-Bear. <http://homepages.together.net/~gentsmin/ecosim.htm>.
- Gregory, R.D., van Strien, A. va, Vorisek, P., Gmelig Meyling, A.W., Noble, D.G., Foppen, R.P.B. & Gibbons, D.W., (2005). Developing indicators for European birds. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 360: 269-288.

- Harris S, Yalden DW. 2004. An integrated monitoring programme for terrestrial mammals in Britain. *Mamm Rev.* 34(1-2):157-167. doi:10.1046/j.0305-1838.2003.00030.x
- Herrando, S. et al. (2016). Assessing impacts of land abandonment on Mediterranean biodiversity using indicators based on bird and butterfly monitoring data. *Environmental Conservation.*
- Herrando, S., Stefanescu, C., Villero, D., Torre, I. (2018). Un indicador de l'estat de les poblacions d'animals. Report núm. 16 del Programa SOCC, 8-9.
- Lima, M., Keymer, J.E. and Jaksic, F.M. (1999). ENSO-driven rainfall variability and delayed density-dependence cause rodent outbreaks in western South America: linking demography and population dynamics. *American Naturalist* 153: 476-491.
- MacKenzie, D.I., 2012. PRESENCE User Manual.
- Mackenzie DI, Nichols JD, Lachman GB, et al (2002) Estimating site occupancy rates when detection probabilities are less than one. *Ecology* 83:2248–2255
- Mackenzie DL, Nichols JD, Royle JA, et al (2018) Occupancy Estimation and Modeling Inferring Patterns and Dynamics of Species Occurrence. Elsevier, London, UK
- Marsh, A. (1999). The National Yellow-Necked Mouse Survey. The Mammal Society Research report n° 2.
- McDonald, D.W., Mace, G. & Rushton, S.P. (1998). Proposals for the Future Monitoring of British Mammals. DETR, London.
- Miño, A. (1999). Pla de seguiment i control de paràmetres físics, químics i biològics de la reserva de la biosfera del Montseny. III i IV Trobada d'Estudiosos del Montseny, Diputació de Barcelona, pgs.15-19.
- Newman, C., Buesching, C. D., & Macdonald, D. W. (2003). Validating mammal monitoring methods and assessing the performance of volunteers in wildlife conservation - "Sed quis custodiet ipsos custodiet?" *Biological Conservation*, 113(2), 189–197. [http://doi.org/10.1016/S0006-3207\(02\)00374-9](http://doi.org/10.1016/S0006-3207(02)00374-9)
- Overmars, K. P., Schulp, C. J., Alkemade, R., Verburg, P. H., Temme, A. J., Omtzigt, N., & Schaminée, J. H. (2014). Developing a methodology for a species-based and spatially explicit indicator for biodiversity on agricultural land in the EU. *Ecological Indicators*, 37, 186-198.
- Pannekoek, J. & van Strien, A.J., (2006). TRIM 3 Manual (TRends & Indices for Monitoring data). Statistics Netherlands, The Netherlands. <http://www.ebcc.info>.
- Peris, A. (2019). Ecología del jabalí (*Sus scrofa*) en ambientes mediterráneos. Tesis Doctoral, UAB, 164 pàgs.
- Pino, J., et al. (2013). Anàlisi en el marc del SITxell dels canvis en el paisatge (1956-2005) i de la seva repercussió en la conservació dels espais naturals protegits de la província de Barcelona. Diputació de Barcelona, 1-67 pàgs.
- Previtali, M.A., Lima, M., Meserve, P.L., Kelt, D.A., Gutierrez, J.R., 2009. Population dynamics of two sympatric rodents in a variable environment: rainfall, resource availability, and predation. *Ecology* 90, 1996–2006. doi:10.1890/08-0405.1
- Regos, A., D'Amen, M., Titeux, N., Herrando, S., Guisan, A., Brotons, L., 2016. Predicting the future effectiveness of protected areas for bird conservation in Mediterranean ecosystems under climate change and novel fire regime scenarios. *Divers. Distrib.* 22, 83–96. doi:10.1111/ddi.12375
- Rosell, C., Pericas, B., Colomer, J., Navàs, F., and Colomer, A. (2019). Programa de seguiment de les poblacions de senglar a catalunya temporada 2018-2019. Generalitat de Catalunya.

- Sibbald, S., Carter, P. & Poulton, S. (2006). Proposal for a National Monitoring Scheme for Small Mammals in the United Kingdom and the Republic of Eire. The Mammal Society Research Report n° 6.
- Slade, N.A. and Blair, S.M. (2000). An empirical test of using counts of individuals captured as indices of population size. *Journal of Mammalogy* 81, 1035-1045.
- Solari, S., Rodriguez, J. J., Vivar, E., & Velazco, P. M. (2002). A framework for assessment and monitoring of small mammals in a lowland tropical forest. *Environmental Monitoring and Assessment*, 76(1), 89–104. <http://doi.org/10.1023/a:1015272905263>
- Stefanescu, C., Soldevila, A., Gutiérrez, C., Torre, I., Ubach, A., Miralles, M., 2020. Explosions demogràfiques de l'eruga peluda del suro, *Lymantria dispar* (Linnaeus, 1758), als boscos del Montnegre el 2019 i 2020: possibles causes, impactes i idoneïtat dels tractaments per combatre la plaga. Butlletí la Inst. Catalana d'Història Nat.
- Szpunar, G., Aloise, G., Mazzotti, S., Nieder, L., & Cristaldi, M. (2008). Effects of global climate change on terrestrial small mammal communities in Italy. *Fresenius Environmental Bulletin*, 17(9B), 1526–1533.
- Toms, M.P., Siriwardena, G.M., & Greenwood, J.J.D. (1999). Developing a mammal programme for the UK. British Trust for Ornithology, Report n° 223.
- Torre, I. (1997, inèdit). Petis mamífers i ecologia forestal: els rosegadors com a agents dispersants de les llavors dels arbres mediterranis. Premis Fundació Caixa de Sabadell, 102 pgs.
- Torre, I. & Arrizabalaga, A. (2000). Patrons de predació de llavors d'arbres mediterranis pel ratolí de bosc (*Apodemus sylvaticus*). I Jornades sobre Recerca en els sistemes naturals de Collserola: aplicacions a la gestió del Parc (F. Llimona, J.M. Espelta, J.C. Guix, E. Mateos, J.D. Rodríguez-Teijeiro, eds.), pàgs. 101-104.
- Torre, I. & Arrizabalaga, A. (2001, inèdit). Els petits mamífers i la gestió forestal al Parc metropolità de Collserola. Patronat del Parc metropolità de Collserola, 41 pgs
- Torre I, Diaz M (2004). Small mammal abundance in Mediterranean post-fire habitats: a role for predators? *Acta Oecologica* 25:137–142 . doi: 10.1016/j.actao.2003.10.007
- Torre, I., Arrizabalaga A, Freixas, L., Pertierra, D., & Raspall, A. (2011). Primeros resultados del programa de seguimiento de micromamíferos comunes de España (SEMICE). *Galemys*, 23 (NE), 81–89.
- Torre, I., Gracia-Quintas, L., Arrizabalaga, A., Baucells, J., & Díaz, M. (2015). Are recent changes in the terrestrial small mammal communities related to land use change? A test using pellet analyses. *Ecological Research*. <http://doi.org/DOI> 10.1007/s11284-015-1279-x
- Torre, I., Freixas, L., Arrizabalaga, A., Díaz, M. (2016). The efficiency of two widely used commercial live-traps to develop monitoring protocols for small mammal biodiversity. *Ecological Indicators* 66: 481-487.DOI:10.1016/j.ecolind.2016.02.017
- Torre, I., Raspall, A., Arrizabalaga, A., Díaz, M. (2018a). SEMICE: An unbiased and powerful monitoring protocol for small mammals in the Mediterranean Region. *Mammalian Biology* 88: 161-167.
- Torre, I., Raspall, A., Arrizabalaga, A., Díaz, M., (2018b). Weasel (*Mustela nivalis*) decline in NE Spain: prey or land use change? *Mammal Res*. doi:doi.org/10.1007/s13364-018-0388-7
- Torre I, Raspall A, Arrizabalaga A, Díaz M (2019). Evaluating trap performance and volunteers' experience in small mammal monitoring programs based on citizen science: the SEMICE case study. *Mammalian Biology* 95:26–30 . doi: 10.1016/J.MAMBIO.2019.01.004

- Torre I, Bastardas-Llabot J, Arrizabalaga A, Díaz M (2020). Population dynamics of small endotherms under global change: Greater white-toothed shrews *Crocidura russula* in Mediterranean habitats. *Sci Total Environ*.
- Torre, I.; López-Baucells, A.; Stefanescu, C.; Freixas, L.; Flaquer, C.; Bartrina, C.; Coronado, A.; López-Bosch, D.; Mas, M.; Míguez, S.; et al. (2021). Concurrent Butterfly, Bat and Small Mammal Monitoring Programmes Using Citizen Science in Catalonia (NE Spain): A Historical Review and Future Directions. *Diversity*, 13, 454, doi:10.3390/D13090454.
- Torre, I.; Cahill, S.; Grajera, J.; Raspall, A.; Raspall, A.; Vilella, M. Small mammal sampling incidents related to wild boar (*Sus scrofa*) in natural peri-urban areas (2022). *Anim. Biodivers. Conserv.*, 45, 33–42, doi:10.32800/ABC.2022.45.0033.
- Torre I, Jaime-González C, Díaz M (2022) Habitat Suitability for Small Mammals in Mediterranean Landscapes: How and Why Shrubs Matter. *Sustain*, Vol 14, Page 1562 14:1562 . doi: 10.3390/SU14031562
- Voříšek P, Klvaňová A, Wotton S, Gregory RD (2010) A best practice guide for wild bird monitoring schemes. Brussels: European Union.
- Watkins, A.F., McWhirter, J.L., King, C.M., 2010. Variable detectability in long-term population surveys of small mammals. *Eur. J. Wildl. Res.* 56, 261–274.
- Wright, L. J., Newson, S. E., & Noble, D. G. (2014). The value of a random sampling design for annual monitoring of national populations of larger British terrestrial mammals. *European Journal of Wildlife Research*, 60(2), 213–221.