



**Universitat de les  
Illes Balears**

Facultat de Ciències

**Memòria del Treball de Fi de Grau**

# La urbanització de la fauna silvestre. Efectes en ecosistemes insulars, en un context global.

Maria Magdalena Horrach Munar

**Grau de Biologia**

Any acadèmic 2018-19

Treball tutelat per Claudia Caterina Paredes Esquivel  
Departament de Zoologia

S'autoritza la Universitat a incloure aquest treball en el Repositori Institucional per a la seva consulta en accés obert i difusió en línia, amb finalitats exclusivament acadèmiques i d'investigació	Autor		Tutor	
	Sí	No	Sí	No
	X		X	

Paraules clau del treball:

urbanització, espècies silvestres, zoonosis, paràsits, relacions interespecífiques, ecosistemes insulars



## **Resum**

Des de finals del segle XIX, el procés d'urbanització ha crescut exponencialment a tot el món. Per una banda, comporta una pèrdua de biodiversitat i, per l'altre, l'adaptació i proliferació d'algunes espècies silvestres a aquest ambient. Aquestes espècies tenen unes característiques en comú que els permeten fer front als desavantatges que hi ha al llarg del gradient urbà. S'han observat, especialment, en el cas d'aus i mamífers, diferències de comportament i morfològiques respecte a les poblacions rurals. En el present treball, es determina quines espècies s'han establert a les zones urbanes i suburbanes de la Península Ibèrica i de les Illes Balears. En segon lloc, s'analitza com es veuen modificades les relacions interespecífiques, quin és el mecanisme d'adaptació (plasticitat fenotípica o variació genètica) i quines repercussions té en l'evolució de les espècies urbanes. Finalment, es determinen els factors que afecten a l'ecologia de les malalties parasitàries i si existeix risc de zoonosis a les Illes Balears com es pot prevenir. Hi ha hagut l'establiment d'espècies al·lòctones a les Balears, amb potencial per urbanitzar-se, que posen en risc la salut dels humans i les espècies locals ja que es poden veure modificades les seves relacions interespecífiques. A més, per a les espècies autòctones que queden aïllades, la urbanització suposa una pèrdua de diversitat genètica dificultant la seva evolució. Hi pot haver canvis en l'ecologia de les malalties parasitàries que incrementin el risc de transmissió i d'infecció. De manera que fan falta estudis a les zones urbanes de les Illes Balears per determinar la presència i prevalença de paràsits en espècies urbanitzades i poder establir mesures de prevenció i detecció, així com, un control de les espècies que actuen com a reservoris.

## **Abstract**

Since the end of the 19th century, the process of urbanization has grown exponentially throughout the world. On the one hand, it involves a loss of biodiversity and, on the other, the adaptation and proliferation of some wild species to this environment. These species have common characteristics that allow them to cope with the disadvantages that exist along the urban gradient. They have observed, especially in the case of birds and mammals, differences in behavior and morphology with respect to rural populations. In this paper, we determine which species have been established in the urban and suburban areas of the Iberian Peninsula and in the Balearic Islands. Secondly, it analyzes how inter-specific relationships are modified, what the adaptation mechanism is (phenotypic plasticity or genetic variation) and what repercussions they have on the evolution of urban species. Finally, the factors that affect the ecology of parasitic diseases will be determined and if there is a risk of zoonosis in the Balearic Islands, how can it be prevented. There has been the establishment of allochthonous species in the Balearic Islands, with potential for urbanization, which put the health of humans and local species at risk as it is possible to modify the inter-specific relationships. In addition, for the autochthonous species that are isolated, the urbanization supposes a loss of genetic diversity making its evolution difficult. There may be changes in the ecology of parasitic diseases that increase the risk of transmission and infection. Thus, studies are needed in the urban areas of the Balearic Islands to determine the presence and prevalence of parasites in urbanized species and to establish preventive and detection measures, as well as control of the species that act as reservoirs.

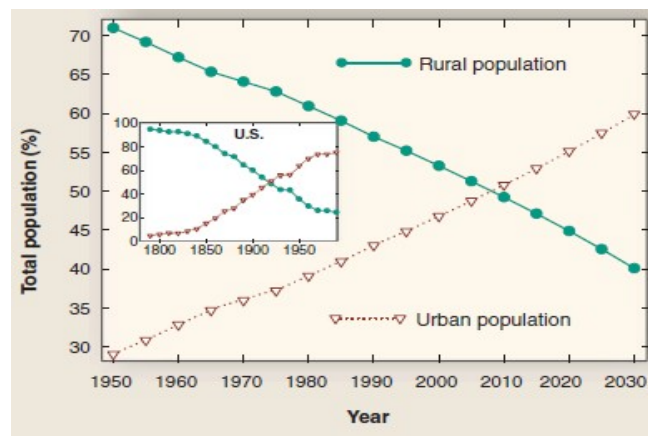
# ÍNDIX

<b>I. Introducció.....</b>	<b>4</b>
<b>II. Urbanització d'espècies: situació global.....</b>	<b>5</b>
II.I Aus.....	5
II.II Mamífers.....	6
II.III Rèptils i amfibis.....	7
II.IV Invertebrats.....	7
<b>III. Efectes de la urbanització en espècies d'Espanya i de les Illes Balears.....</b>	<b>7</b>
III.I Illes Balears.....	9
<b>IV. ¿Quins efectes té el procés d'urbanització en l'evolució de les espècies?.....</b>	<b>10</b>
IV.I El paper de la plasticitat fenotípica en l'evolució.....	11
IV.II Pèrdua de diversitat genètica.....	12
<b>V. Relacions interespecífiques producte de la urbanització.....</b>	<b>12</b>
V.I Disponibilitat de preses.....	13
V.II Competència interespecífica i agressivitat.....	13
V.III Depredació.....	14
V.IV Interaccions amb plantes.....	14
V.V Càrrega parasitària.....	15
<b>VI. Efecte de la urbanització en l'ecologia de les malalties parasitàries.....</b>	<b>15</b>
VI.I Aprovisionament de recursos i taxa de contacte amb els reservoris.....	15
VI.II Pèrdua de biodiversitat i efecte dilució.....	16
VI.III Sistema immunitari i condició corporal.....	17
VI.IV Vectors i migracions humanes.....	17
<b>VII. Zoonosis parasitàries potencials a les Illes Balears.....</b>	<b>18</b>
VII.I <i>Myopsitta monachus</i> .....	19
VII.II <i>Columba livia</i> i <i>Larus</i> sp.....	19
VII.III <i>Procyonidae</i> .....	20
VII.IV <i>Aedes albopictus</i> .....	20
VII.V <i>Phlebotomus perniciosus</i> .....	20
<b>VIII. Descripció d'alguns paràsits i anàlisi del risc de transmissió de zoonosis a Balears.....</b>	<b>21</b>
VIII.I <i>Cryptosporidium parvum</i> .....	21
VIII.II <i>Baylisascaris procyonis</i> .....	22
VIII.III <i>Dirofilaria immitis</i> i <i>Dirofilaria repens</i> .....	24
<b>IX. Discussió.....</b>	<b>25</b>
<b>X. Conclusió.....</b>	<b>27</b>
<b>XI. Bibliografia.....</b>	<b>28</b>

## I) Introducció

Des de la segona meitat del segle XX, la velocitat, la freqüència i la magnitud dels canvis sobre el paisatge natural han incrementat considerablement. Els impulsors més importants d'aquest canvi són la urbanització, els efectes de les xarxes de transport i la globalització. La urbanització és un procés complex de transformació del paisatge format per un estil de vida rural a un urbà o industrial. El paisatge urbà es caracteritza per una homogeneïtzació generalitzada i la creació de patrons, la majoria d'ells, caòtics (Antrop, 2000).

La urbanització s'ha vist incrementada de manera quasi exponencial, des de finals del segle XIX, vinculat al desenvolupament industrial i al comerç. *The Revision of World Urbanization Prospects* (2018) indica que la població urbana del món ha crescut de 751 milions al 1950 a 4,2 bilions al 2018. Mentre que al 1900 un 10% de la població mundial vivia a zones urbanes, al 2018 ha arribat a un 55% i es preveu que seguirà augmentant fins a un 68% al 2050 (Figura 1). Avui en dia, les regions més industrialitzades són Amèrica del Nord (82%), Amèrica Llatina i el Carib (80%) i Europa (74%).



**Figura 1:** Evolució de la població mundial urbana i rural (%) del 1950 al 2030 i als Estats Units del 1790 al 1990. Font: *Revision of World Urbanization Prospects* (2018).

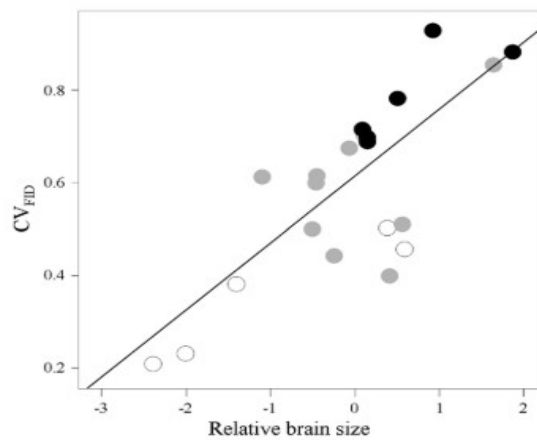
El procés d'urbanització afecta als elements abiòtics i biòtics del paisatge. Hi ha una pèrdua de riquesa d'espècies perquè les autòctones es veuen reemplaçades, cada vegada més, per espècies no-natives generalistes, el que promou l'homogeneïtzació a diferents escales (Olden & Poff, 2003). Hi ha a tres variables que promouen la invasió i el creixement d'espècies invasores a les ciutats: la proporció de recursos a àrees urbanes, la reducció dels depredadors i l'alteració de l'entorn físic. Un cas especial serien les aus i els petits mamífers, que la seva riquesa pot ser elevada a nivells intermedis d'urbanització on hi ha una major heterogeneïtat de vores d'hàbitats (Racey & Euler, 1982).

La ciutat actua com un filtre, ja que presenta canvis al llarg del gradient com la densitat de població i vial, compactació i alcalinitat del sòl, els contaminants de l'aire i el sol, la mitjana de temperatura (efecte de «l'illa de calor») i de precipitacions anuals (MCKinney, 2002). De manera que algunes espècies i algunes característiques individuals tenen més èxit que d'altres a les zones urbanes.

Hi ha una sèrie de característiques que presenten en comú les espècies amb el major èxit colonitzant ciutats: altes capacitats de dispersió, alta taxa d'innovació, prenen més riscos i tenen un cicle de vida curt. A més, Ballester (2016) va observar que les aus més exitoses, tenien una major resistència als paràsits i a la depredació per tenir un sistema immunitari desproporcionadament forts.

També s'ha observat que les espècies que habiten amb major abundància les ciutats, mostren una correlació positiva entre la mida relativa del cervell (RBS), més gran a zones urbanes, i la variabilitat en la distància d'inici de vol (FID) individual, és a dir, la distància a la qual fugen els ocells davant la

presència humana (Figura 2). De manera que una major mida relativa del cervell pot tenir un efecte positiu indirecte en la invasió urbana aportant-li més variabilitat comportamental (Carrete & Tella, 2011).



**Figura 2:** Relació entre la variabilitat en la distància d'inici del vol (CV<sub>FD</sub>) i la mida relativa del cervell en 21 espècies. Com més obscur el punt major es la presència i abundància de l'espècie a zones urbanes. Font: Carrete & Tella (2011).

La urbanització afecta en aspectes de la biologia dels organismes, com el comportament animal. Així aparegué, el terme sinurbització que fa referència a la sinantropització (adaptació de les poblacions animals a les condicions antropogèniques) baix les condicions específiques d'urbanització. Aquest terme es refereix més específicament al canvi de comportament en zones urbanes. S'utilitza quan l'existència d'una població és regular i relativament densa en estat salvatge, també com a lloc de cria. Les espècies no són sinúrbiques quan un animal està a una àrea urbana accidentalment i per un temps limitat.

El terme sinurbització s'utilitza sense especificar si la resposta adaptativa està associada a la selecció natural, que condueix a la diferenciació genètica, o està lligada a la plasticitat fenotípica. La plasticitat com a resposta a les variables ambientals és comuna a moltes espècies, llavors, les poblacions urbanes no necessàriament haurien d'estar evolucionant sinó simplement responent amb la seva variabilitat natural al paisatge urbà. Però la selecció natural i la microevolució urbana amb una base genètica han agafat interès recentment (Luniak, 2004).

De manera que, les espècies urbanes presenten diferències ecològiques i de comportament respecte a les poblacions no urbanitzades per fer front als reptes que hi ha a la ciutat. En aquesta revisió s'analitzaran quins canvis de comportament o morfològics s'han observat a les poblacions urbanes i com es veuen modificades les relacions interespecífiques. A més, es determinarà com afecta a l'evolució de les espècies i a l'ecologia de les malalties parasitàries. Finalment, es donarà una visió local de les espècies urbanes a Espanya i a les Illes Balears i quines són les possibles malalties parasitàries i els factors de risc per a la població de les illes. Per realitzar aquesta tasca s'han consultat les bases de dades (Web of Science, ScienceDirect, Google Scholar) i pàgines web (Centers for Disease Control and Prevention (CDC) i The Center for Food Security and Public Health (CFSPH)).

## II) Urbanització d'espècies: situació global

### II. 1) Aus

La majoria de treballs són sobre aus. A les àrees urbanes, sobretot es veuen afavorides les espècies omnívores, granívores i generalistes (Silva, Sepúlveda, & Barbosa, 2016). Algunes d'elles, mostren una major taxa poblacional a ambients urbans com la merla (*Turdus merula*), la urraca (*Pica pica*) i el cernícal (*Falco zumbido*) a algunes ciutats europees (Luniak, 2004).

Pel que fa a la cria, s'ha observat que els jocs foscs mascles (*Junco Hyemalis*), a la ciutat de San Diego, Califòrnia, inverteixen més temps en les seves cries per l'augment de disponibilitat d'aliments a les ciutats. D'aquesta manera, tenen un nombre menor de generacions i inverteixen menys en la selecció de matrimonis (Yeh, 2004). Per altra banda, a l'hora de nidificar, algunes espècies com la cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*) construeixen els nius a estructures antròpiques (Figura 3) i d'altres com el búlbuls xinès (*Pycnonotus sinensis*) utilitzen materials antròpics per fer els seus nius (Francis & Chadwick, 2012)



**Figura 3:** Nius típics de la cotorra argentina a estructures antròpiques a Nova Jersey.  
Font: Yeh (2004).

Hi ha algunes aus que en ambients rurals utilitzen composts volàtils, per exemple els de les plantes fresques, per repel·lir els paràsits dels nius i, en canvi, en ambients urbans utilitzen materials antròpics com les burilles de cigarrets perquè contenen nicotina. Es va observar que la quantitat d'acetat de cel·lulosa de les burilles s'associava negativament amb el nombre de paràsits que habitaven els nius d'algunes aus (Suárez-Rodríguez, López-Rull, & Macías García, 2012). Encara que es redueix el nombre d'ectoparàsits, té afectes perjudicials en els gens de les espècies que habiten el niu.

El renou estressant urbà és un factor limitant a l'hora d'establir-se les aus, ja que s'ha observat que les zones verdes a pesar de tenir grans extensions, tenen una baixa diversitat ornitològica. A un estudi realitzat als parcs urbans d'Espanya i Portugal s'ha observat que les aus que poden tolerar per damunt de 50 dB són les espècies més comunes (Patón, Romero, Cuenca, & Escudero, 2012). Per combatre aquest problema, els ocells eleven la freqüència de les seves cançons per superar el soroll de fons de baixa freqüència que hi ha a les ciutats. D'aquesta manera es facilita la comunicació sigui per l'aparellament o la defensa territorial. Un dels exemples més clars és el de la mallerenga carbonera, *Parus major* (Slabbekoorn & Ripmeester, 2008).

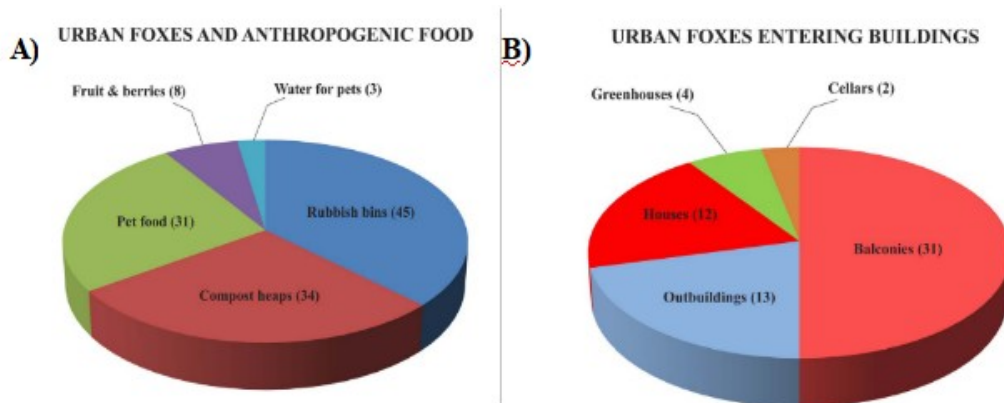
A més de canvis comportamentals, algunes espècies han mostrat diferències fenotípiques entre les poblacions rurals i les urbanes. *Parus major*, a les zones rurals eren més alts, pesats i tenien un plomatge més groc gràcies als carotenoids. De manera que les dietes més restringides a la ciutat influeixen en el desenvolupament (Nivière et al., 2017).

## **II.1) Mamífers**

Els estudis en mamífers són menys comuns que amb aus però també hi ha espècies que s'han pogut adaptar força bé com els talps (*Talpidae*), la marmota monax (*Marmota monax*) i l'armadillo de nou bandes (*Dasypus novemcinctus*). Aquestes espècies troben refugi a estructures antròpiques i a les llúdries poden esquivar el contacte amb els humans. A més, per alimentar-se poden utilitzar les plantes ornamentals, les herbes anuals i els invertebrats que hi ha a la gespa urbana (McKinney, 2002). *Martes foina* es va observar que inclús habitaven preferentment edificis i jardins urbans que llocs naturals (Herr, Schley, Engel, & Roper, 2010).

Un exemple clau, és la guineu europea, *Vulpes vulpes*, que té facilitat a l'hora de canviar la seva conducta: la utilització d'aliments antròpics, l'explotació de les construccions urbanes, més activitat nocturna i la tolerància cap als humans. A un estudi, s'ha observat que més de la mitat del contingut intestinal de la guineu era d'origen antròpic i augmentava amb el grau d'urbanització (Figura 4) (Plumer, Davison, Saarma, & Cameron, 2014).

S'ha observat que l'espècie *Crocuta crocuta*, a les zones més pertorbades pels humans, és menys neofòbica, és a dir, té menys tendència a evitar coses no familiars i a tenir un comportament més explorador. A més, mostraven canvis en la seva personalitat, eren menys audaços el que els permetia sobreviure més (Greenberg & Holekamp, 2017).



**Figura 4:** A) Tipus d'aliment i B) tipus de construccions explotades per les guineus urbanes a Estònia. El nombre indica el nombre de persones que ho han reportat. Font: Plumer et al. (2014).

### II.III) Rèptils i amfibis

Els estudis comportamentals en rèptils a zones urbanes són molt més limitats però segueixen la mateixa línia que en aus i mamífers. Tenen comportaments més neofílics, exploradors, agressius i prenen més riscos a les àrees urbanes.

Destaca el gènere *Anolis*. Al variar les condicions ambientals i a l'utilitzar substrats artificials, *Anolis cristatellus*, tendeix a ser més ample, a més de tenir les extremitats més llargues en relació amb el cos i més escames subdigitals (laminetes) (Winchell, Reynolds, Prado-Irwin, Puente-Rolón, & Revell, 2016). A més, aquesta espècie mostra canvis en el seu comportament com temps més prolongats d'exploració i de farratge, disminució de la resposta davant depredadors i la presència humana i canvis l'hora de percebre el risc.

Pel que fa als amfibis, són propensos a tenir problemes amb la urbanització perquè són més sensibles a les substàncies tòxiques i a l'augment de temperatura per tenir la pell permeable, són més sensibles al renou i, a més, la capacitat per dispersar-se i criar es veu limitada. Però a un estudi, es va observar que a les àrees urbanes es veia incrementat el pes dels amfibis generalistes (*Pelophylax perezi*, *Triturus marmoratus* i *Salamandra salamandra*) i hi havia una millora de la condició física a dues espècies de tritons aquàtics d'hàbitat més restringit (*Lissotriton helveticus* i *Triturus marmoratus*). Aquest fet es pot explicar per la falta de depredadors o per un canvi en la dieta (Iglesias-Carrasco, Martín, & Cabido, 2017).

### II.IV) Invertebrats

No hi ha gaires estudis en invertebrats però mereixen més atenció, ja que tenen cicles de vida curts de manera que poden mostrar respostes adaptatives més ràpides i, a més, molts d'ells són vectors de malalties. Els exemples més destacats són els mosquits invasors com *Aedes albopictus*, *Aedes notoscriptus* i *Aedes aegypti*, que utilitzen materials antròpics pel desenvolupament larvari (Leishnam, 2012). En un estudi es va determinar que no hi havia una correlació entre els metalls pesants presents a les ciutats i una sèrie de larves mosquits, a pesar d'haver-hi unes concentracions relativament altes. Es va suggerir que les poblacions locals de larves s'havien adaptat per poder tolerar nivells elevats d'aquests metalls (Mireji et al., 2008).

### III) Efectes de la urbanització en espècies d'Espanya i de les Illes Balears.

L'impacte de la urbanització sobre el territori espanyol creix contínuament. Segons el Ministeri de Foment (2018), durant les darreres dècades hi ha hagut una substitució de l'impuls industrial a ciutats septentrionals, per una àmplia xarxa urbana al litoral mediterrani i als arxipèlags, on el turisme és la



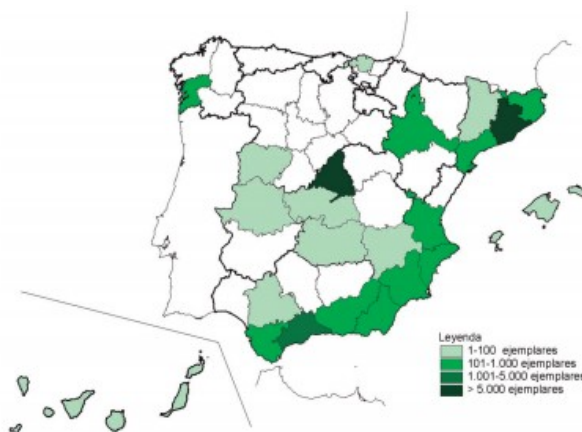
principal activitat econòmica. Del 1978 al 2017 ha incrementat la població de 36,7 a 46,6 milions d'habitants i un 75% el nombre d'habitatges.

La urbanització afecta negativament a la riquesa d'espècies d'aus de la Península Ibèrica. La transformació del paisatge agrícola, en el sud de la Península Ibèrica, en extensos cultius sense vegetació natural, potencia encara més la pèrdua de biodiversitat (Delibes-Mateos, Farfán, Olivero, Márquez, & Vargas, 2009). A més, les zones costaneres i insulars de la Península Ibèrica suposen un punt calent per l'arribada i l'establiment d'espècies al·lòctones i/o invasives, ja que les condicions climàtiques més suaus afavoreixen el seu establiment (Reyes-López & Carpintero, 2014). En un estudi realitzat a Cadis, sud d'Espanya, situat a una zona costanera molt transitada pel comerç i el transport, es varen recollir quinze formigues en àrees verdes urbanes, nou de les quals varen ser exòtiques i/o invasives (Taheri & Reyes-López, 2018). Els espais verds urbans de la Península Ibèrica, també recullen les condicions òptimes per ser refugi i hàbitat d'alguns amfibis (Haro-gil, Torres-riera, Bustillo-delarosa, & Sánchez-vialas, 2017).

La guineu vermella, *Vulpes vulpes*, és una espècie comuna a la Península Ibèrica, excepte a les Illes Canàries i a les Illes Balears (només hi consta una cita (Pinya & Bestard, 2010)), que està ben adaptada als paisatges periurbans. García et al (2009), va observar l'activitat i l'ús de l'espai de l'erició europeu (*Erinaceus europaeus*) al municipi de Badalona, Barcelona. L'erició seleccionava positivament zones amb una àmplia cobertura arbòria i zones urbanitzades però no s'aprecia una tendència cap a un l'altre, sinó que es desplacen preferentment per l'ecotò, és a dir, zones periurbanes. També s'han trobat poblacions sinúrbiques de porc senglar a Espanya, en particular a Barcelona, a més d'altres zones europees.

Un cas curiós és el del cernícal primilla, *Falco naumanni*, que a Sevilla va presentar la primera descripció de la seva activitat nocturna. La catedral El Salvador presenta llums que il·luminen l'edifici de nit atraient insectes i ratpenats *Pipistrellus pipistrellus*, presents en la seva dieta. Quan està il·luminat, el cernícal primilla allarga la seva activitat de manera inusual de nit, fins que els llums s'apaguen. Aquest canvi d'horari permet que augmenti la seva pròpia ingesta diària i no la dels polls. D'aquesta manera, durant l'època de cria els adults estan en una millor condició i això permet que puguin mantenir-se presents en el centre de Sevilla (Negro et al., 2000).

Finalment, cal esmentar dues espècies distribuïdes al llarg del paisatge urbà d'Espanya: els coloms, *Columba livia* i la cotorra argentina, *M. monachus*. *M. monachus*, és una espècie nativa d'Amèrica del Sud que es comercialitza com a mascota i s'ha establert a nombrosos països a ambients antròpics. Aquesta espècie genera molèsties i són capaces de transmetre als humans el bacteri causant de la psitacosi. La cotorra argentina es va calcular que en el 2015 tenia un cens poblacional a Espanya entre 18.980 - 21.455 exemplars, amb les majors poblacions a Madrid i a Catalunya (Figura 5) (Molina, Postigo, Muñoz, & del Moral, 2015).



**Figura 5:** Distribució de la cotorra argentina al 2015. Es representa l'abundància d'individus estimats per província. Font: Molina et al. (2015)

Els coloms, presents en tot el territori urbà de la Península Ibèrica, són una font important d'infecció i de transmissió de malalties a través dels excrements i l'orina (Silva & Baldo, 2007). S'ha determinat una alta prevalença de paràsits a *C. livia* a diferents parcs públics d'Espanya. *C. livia* és la que més s'apropa als humans però, recentment, hi ha diferents espècies de coloms que han constituït poblacions urbanes fortes. Els individus de *Columba Palumbus* troben al sud-est de la Península Ibèrica un lloc on hivernar i presenten paràsits com *Trichomonas* sp. (Höfle, Gortazar, Ortíz, Knispel, & Kaleta, 2004).

### **III.1) Illes Balears**

Les Illes Balears són una destinació turística important a la mar Mediterrània. Mallorca és la principal destinació turística de l'arxipèlag i és una de les pioneres mundials del turisme de masses. Com a conseqüència, des dels anys 90, el turisme residencial a Mallorca ha potenciat l'expansió urbana, començant primer a les zones turístiques ja establertes i després passant a les zones interiors i rurals de l'illa (Buswell, 2011).

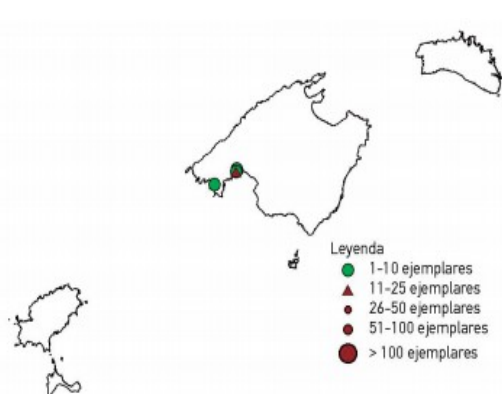
Durant les darreres dècades, els problemes ambientals causats per les espècies animals superabundants, sobretot en el cas de les aus, s'ha magnificat. A l'àrea mediterrània, incloses les Illes Balears, hi ha hagut una explosió poblacional de les gavines al ser una de les principals zones de pesca de la FAO (Food and Agriculture Organization) amb la disponibilitat més alta de descarts per espècies d'ocells marins (Real, Tavecchia, Genovart, & Sanz-aguilar, 2018). Aquesta espècie mostra una certa tendència cap a les ciutats costaneres.

La gavina de potes grogues, *Larus cachinnans*, s'ha establert a les illes mediterrànies gràcies a tres principals factors: presència d'un gran nombre d'abocadors de deixalles a l'aire lliure periurbà, el desenvolupament de la pesca industrial i la protecció de diverses zones on es reproduïx l'espècie (illots). Aquesta espècie té un efecte sobre la fauna local de les Balears, ja que mata als llargardaixos endèmics, com *Podarcis lilfordi* i *Podarcis pityusensis* (Salvador, 2009).

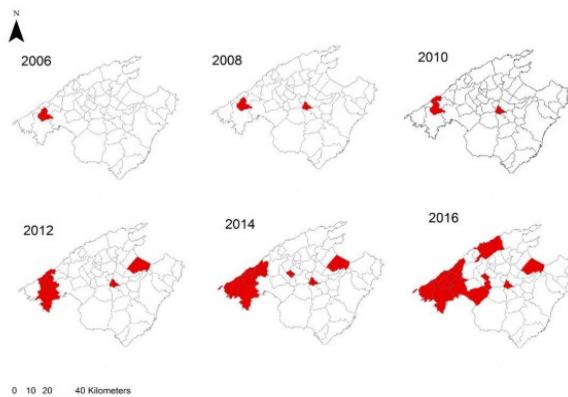
La gavina vulgar, *Larus michahellis*, és una altra espècie superabundant a les illes que va veure limitats els seus recursos alimentaris durant el tancament de l'abocador de Son Reus a Mallorca (2009-2010) per observar la dinàmica de població de la Dragonera. Es va observar un canvi notable en la seva dieta, una disminució de la supervivència, de la condició física individual i una sensible disminució dels seus paràmetres reproductius com la mida de posta i de l'ou (Steigerwald, Igual, Payo-Payo, & Tavecchia, 2015). El tancament de l'abocador implica haver d'explotar noves zones o diversificar la seva dieta, ja sigui incrementant la seva presència a zones urbanes o augmentant la depredació local sobre espècies d'interès. Gràcies al marcatge amb anelles s'han obtingut uns resultats provisionals que indiquen que no hi ha una resposta clara pel que fa al moviment, al lloc de cria i al farratge. No hi ha un comportament definit però habitualment entren a l'interior de l'illa o a Palma per cercar aliment. També s'han observat desplaçaments a Barcelona, al delta de l'Ebre, i a l'abocador d'Eivissa, per després tornar al seu niu a Mallorca (Igual & Tavecchia, 2018).

Un altre cas important és el de la cotorra argentina. Al 2015 només es varen detectar dues colònies establertes, una a Palma i l'altra a Calvià (entre 66-75 exemplars) (Figura 6). Gràcies a la gestió establerta, s'ha aconseguit reduir la població que al 1999 es va estimar que era de 99 parelles a Mallorca i entre 115-135 exemplars a Eivissa (Molina et al., 2015).

S'han trobat espècies de mamífers a les Illes Balears que, encara que actualment no siguin abundants a les zones urbanes, tenen potencial per urbanitzar-se suposant un risc tant per a la salut pública com per la fauna autòctona. L'ós rentador, *Procyon lotor*, viu en altes densitats gràcies a que pot aprofitar les fonts suplementàries d'aliments en forma d'escombraries, és un reservori per a organismes patògens (Gehrt, 2003). S'ha detectat la seva presència a diferents regions d'Espanya. A Mallorca es va observar per primer cop a Puigpunyent l'any 2006, a Lloret de Vistalegre (2007) i dos anys després a Banyalbufar. A partir d'aquest moment es varen expandir per tot el sud-oest de l'illa i, a partir de 2016 ja comença a colonitzar la part nord de la Serra de Tramuntana (Figura 7) (Ballester, 2016).



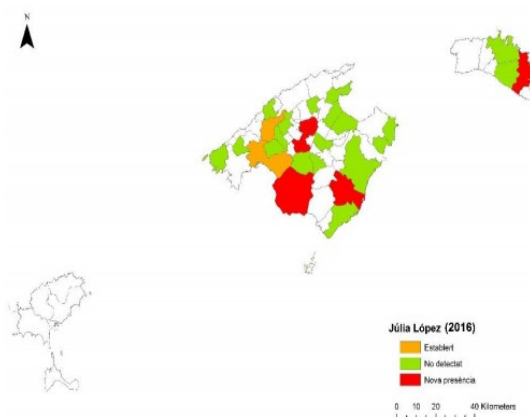
**Figura 6:** Nuclis de nidificació de la cotorra argentina a les Illes Balears. Font: Molina et al. (2015)



**Figura 7:** Distribució acumulada de les captures de *Procyon lotor* a Mallorca des de l'any 2006 al 2016. Font: Ballester (2016).

El mateix ocorre amb el coati, *Nasua Nasua*, és un carnívor diürn, ximple i sociable que s'importa per tenir en captivitat. De manera voluntària o accidental s'han produït alliberaments de coatis a Mallorca. Es varen reportar 50 observacions a la zona del Raiguer i a la Serra de Tramuntana al 2003. Hi havia la presència de juvenils el que indicava amb seguretat que es poden reproduir en llibertat suposant un risc d'expansió. Al 2004, la Conselleria de Medi Ambient va promoure la recollida d'informació i la captura d'aquesta espècie. De manera que al 2009 es preveia que quedava un grup de 15 exemplars juvenils entre els municipis de Mancor, Lloseta, Alaró, i un nombre indeterminat d'individus solitaris en altres municipis. Freqüenta les zones urbanes en la recerca de residus alimentaris de les escombraries o oferits pels humans de manera que posa en risc els ciutadans perquè és un reservori de paràsits i gèrmens. A més, la presència d'aquesta espècie posa en perill les colònies d'aus marines si colonitzessin illots, les reserves ornitològiques o si penetressin les zones humides, ja que s'ha vist que quan han colonitzat altres illes, com la de Robison Crusoe o la d'Anchietam, han tingut un impacte negatiu sobre les aus endèmiques (Mayol, Álvarez, & Manzano, 2009).

El mosquit tigre, *Aedes albopictus*, és una espècie molt invasora i un vector de virus d'importància i d'altres patògens infecciosos pels animals domèstics i els humans. A la tardor de 2015 es va recopilar a 228 llocs de l'illa de Mallorca i es va observar la seva presència a zones de menor altitud, és a dir, zones costaneres on hi ha una major presència de turistes i piscines associades a jardins amb vegetació i una font d'aigua dolça (Sanz-Aguilar et al., 2018). Al 2016, es va observar al voltant dels nuclis urbans de Palma, Felanitx, Inca i Maó (Figura 8). La urbanització massiva pot haver modificat potencialment l'ecologia d'*Aedes albopictus* perquè la distribució va ser diferent que al 2013 (López, 2017).



**Figura 8:** Distribució d'*Aedes albopictus* a les Illes Balears. En taronja les zones establertes i en vermell zones amb nova presència. Font: López (2016).

#### IV) Quins efectes té el procés d'urbanització en l'evolució de les espècies?

Les espècies necessiten una sèrie de mecanismes per poder adaptar-se al ràpid ritme canviant de l'entorn. Els ecosistemes urbans estan caracteritzats per un gradient de conductors que exerceixen una pressió sobre la fisiologia, la morfologia i el comportament dels organismes. Hi ha dues tècniques tal com s'ha introduït en el capítol I, mitjançant una resposta genètica per selecció natural (microevolució) o la plasticitat fenotípica en els valors dels trets.

Alguns autors han demostrat una diferenciació genètica, per exemple, en la divergència en la morfologia de la fractura de les llavors i la força de mossegada dels pinsans, *Carpodacus mexicanus*, en resposta a la diferent disponibilitat de llavors. Hi ha una transformació dels teixits ontogenètics primerencs de la mandíbula, una expressió abans i major activitat de les proteïnes morfogenètiques (BMP) en els primordis mandibulars dels pinsans de zones urbanes. Les proteïnes BMP s'encarreguen de la remodelació del creixement epigenètic en ossos i cartílags i de l'evolució de les principals divergències adaptatives, per tant, es pot parlar d'una evolució a escala local (Badyaev, Young, Oh, & Addison, 2008). En canvi, alguns autors han demostrat que en alguns casos no hi ha divergència genètica entre poblacions urbanes i rurals, com en la freqüència del cant de *Parus major* (Nivière et al., 2017).

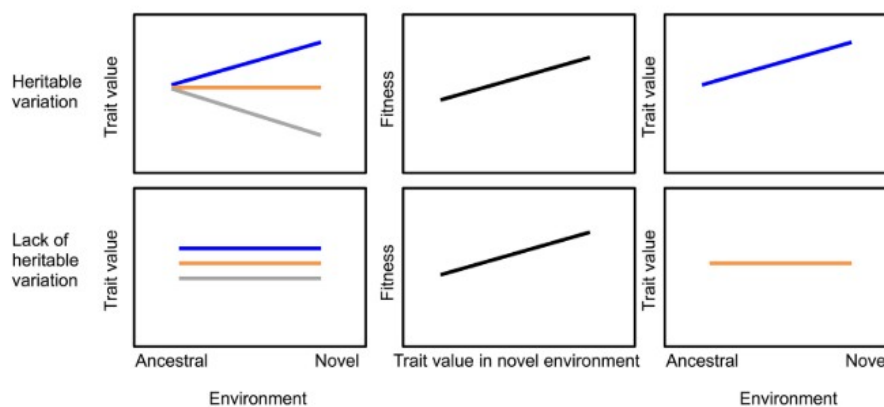
Encara que hi hagi bases genètiques no sempre significa que el tret sigui adaptatiu, és a dir, podria no haver-hi actuat la selecció natural i que no li oferesqui cap avantatge per l'individu. Llavors, Donihue i Lambert (2015) en una metanàlisi van establir tres criteris per demostrar que un canvi evolutiu és adaptatiu en resposta a la urbanització: I) quantificació de canvis fenotípics en trets, II) la mesura dels efectes físics i la base genètica d'aquests trets i III) la identificació de controladors dels canvis de trets. Només un estudi faunístic va complir amb els tres. Va ser la resposta de *Fundulus heterclitus* a la pressió del canvi d'ús del sòl i a la toxicitat ambiental elevada a entorns urbans de bifenil policlorat .

#### IV.1) El paper de la plasticitat fenotípica en l'evolució

La plasticitat fenotípica és la solució més immediata i, per tant, la causant de la majoria de canvis fenotípics per la brusquedat dels canvis a l'ambient. La plasticitat pot ser especialment eficaç, ja que els efectes de la novetat mediambiental poden arribar a cada individu de la població, a diferència de les mutacions que sorgeixen en un sol individu i que llavors probablement desapareixen.

Si la plasticitat fenotípica suposa una plasticitat adaptativa, ajuda a la persistència de la població, debilita la força de la selecció al nou ambient i retarda el canvi genètic amagant la variabilitat genètica. Aquest fet ocorre quan el nou entorn és similar als originals i, per tant, la plasticitat és el producte de la selecció passada. Les variacions en el fenotip hereditàries que no s'expressaren als entorns nadius però que apareixen quan hi ha un canvi ambiental que estan fora dels rangs experimentats s'anomenen variacions genètiques críptiques (Figura 9).

En canvi, aquesta plasticitat fenotípica pot produir canvis fenotípics però que no siguin suficients per fer front al canvi ambiental o que no siguin adaptatius, ja que un fenotip òptim depèn de l'ambient. En aquests casos, augmenten els costos físics disminuint la població fins a un nivell on pugui actuar la selecció. Com a conseqüència hi ha un increment de la pressió de selecció el que afavoreix el canvi genètic davant el plàstic (Diamond & Martin, 2016).



**Figura 9:** A la part superior es representa com en ambients novedosos es pot expressar una variació genètica oculta, la selecció pot refinar aquest tret i que sigui òptim. En ausència de variabilitat genètica no es pot evolucionar cap a un tret òptim (part inferior). Font: Diamond & Martin (2016).

Per tant, la plasticitat fenotípica juga un paper important facilitant o accelerant l'evolució adaptativa. Cal tenir en compte que la quantitat de variació genètica també es veu limitada per diversos factors: les taxes de mutació, els compromisos físics, la força i la consistència de la selecció. Per tant, les dues per separat poden ser insuficients. En algunes situacions es requereixen respostes adaptatives i plàstiques al mateix temps. Partecke, Van't Hof, & Gwinner (2004) van observar que en el laboratori els canvis en el període reproductiu de *Turdus merula* determinats a ambients urbans no persistien. Aquest fet suggeria que jugaven un paper important tant les respostes plàstiques com adaptatives.

#### IV.II) Pèrdua de la diversitat genètica

La fragmentació de l'hàbitat causa l'aïllament i extirpacions de les poblacions locals. Així i tot hi ha espècies que són capaces de persistir a l'interior de masses de vegetació, com els parcs, envoltats d'una matriu impermeable d'edificis o carreteres. A causa de l'aïllament, es produeix una diferenciació genètica entre les poblacions i disminueix la diversitat de gens (reducció d'al·lels). La pèrdua de varietat genètica dificulta l'adaptació i l'evolució als entorns canviants (Frankham, Bradshaw, & Brook, 2014).

Es varen estudiar 5 poblacions aïllades de salamandres fosques, *Desmognathus fuscus*, a la ciutat de Nova York i es va observar que totes les poblacions es diferenciaven genèticament unes de les i amb menor grau les poblacions més aïllades a Manhattan. A més, la majoria d'elles mostraven proves de colls d'ampolla genètics, és a dir, grans pèrdues de la variabilitat genètica de quan es van extirpar i reduir les poblacions durant l'expansió de Nova York i la destrucció del seu hàbitat. De manera que tenien un distintiu evolutiu més baix que les poblacions rurals (Munshi-South, Zak, & Pehek, 2013).

Un cas curiós d'aïllament, és a la ciutat de Londres on la població de *Culex pipiens* es va establir al metro subterrani i es va observar que picaven als humans voraçment. Encara que es poden distingir morfològicament de la població de la superfície, mostren diferències notables en el comportament i l'ecologia (Figura 10). L'adaptació de la població a les condicions subterrànies ha donat lloc a l'aïllament reproductiu i diferenciació genètica. Aquesta variació genètica fa que autors les consideren espècies diferents, *C. molestus*. Existeix una certa controvèrsia ja que a les poblacions del Sud d'Europa s'ha observat un flux de gens entre les dues poblacions, (Byrne & Nichols, 1999).

Character	<i>molestus</i>	<i>pipiens</i>
Breeding site	Hypogeous (underground)	Epigeous (above ground)
Mating	Stenogamous (occurs in confined spaces)	Eurygamous (cannot occur in confined spaces)
Host preference	Mammophilic (bites mammals)	Ornithophilic (bites birds)
Egg production	Autogenous (oviposition without blood meal)	Anautogenous (requires blood meal for oviposition)
Life cycle	Homodynamic (no winter diapause)	Heterodynamic (winter diapause)

**Figura 10:** Diferències comportamentals i ecològiques entre *Culex pipiens* i *Culex molestus*.  
Font: Byrne & Nichols (1999)

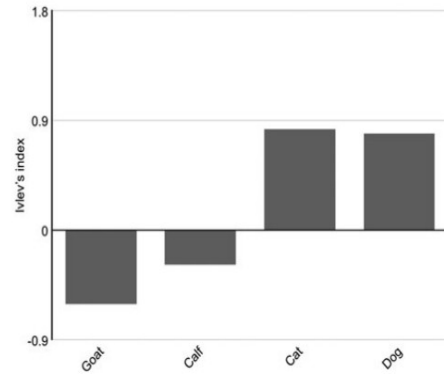
#### V) Relaciones interespecífiques producte de la urbanització

Els animals adapten la seves activitats biològiques en relació amb el medi biòtic segons la disponibilitat de preses, risc de depredació, nivells de competència o càrrega parasitària. La urbanització altera aquestes interaccions entre les espècies i fan que en sorgesquin de noves.

## V.I) Disponibilitat de preses

Tant l'abundància com la diversitat de preses es pot veure limitada en els nuclis urbans, com passa amb alguns insectes que es correlacionen negativament amb la urbanització per la pèrdua de vegetació nativa o per la il·luminació artificial que facilita la seva captura. A l'incrementar la urbanització, en general, els petits dípters augmenten i els grans insectes disminueixen, de manera que es veuen afavorides o perjudicades diferents espècies de ratpenats, *Myotis* spp i *Eptesicus fuscus* respectivament (Coleman & Barclay, 2012).

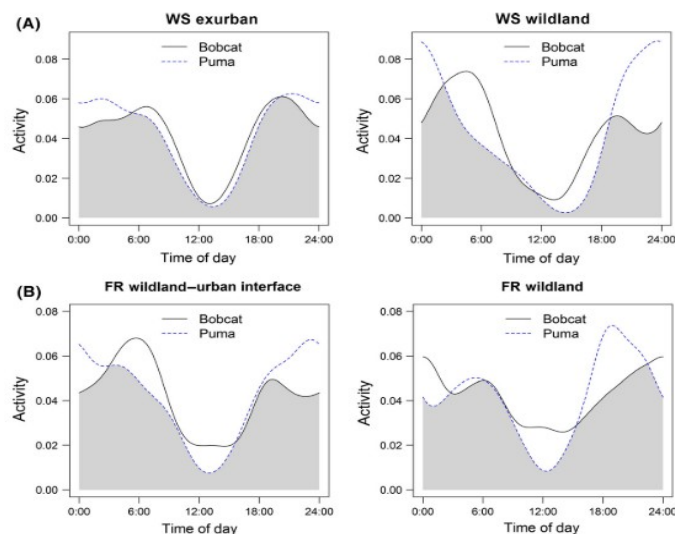
Contràriament, als països tropicals, hi ha una gran abundància de preses domèstiques a les zones urbanes que condueix a una densitat relativament alta de depredadors. Espècies com el lleopard, *Panthera Pardus*, mostren una dependència dels animals domèstics com a presa al districte d'Ahmednagar, Maharashtra, Índia. De la seva dieta un 87% de la biomassa provenia d'animals domèstics, un 39% de la qual corresponia únicament de *Canis lupus familiaris*. L'índex de preferència d'Ivlev (Figura 11) va indicar que encara que hi hagués densitats més altes de cabres i bestiar, els cans i els moixos estaven sobrerrepresentats a la dieta del lleopard sigui per una major preferència o disponibilitat (Athreya, Odden, Linnell, Krishnaswamy, & Karanth, 2016).



**Figura 11:** Índex d'Ivlev de la cabra *Capa aegagrus*, el vedell *Bos taurus*, el moix *Felis catus* i el ca *Canis lupus familiaris*, basat en l'anàlisi de les preses de lleopard a Maharashtra. Font: Athreya et al. (2016)

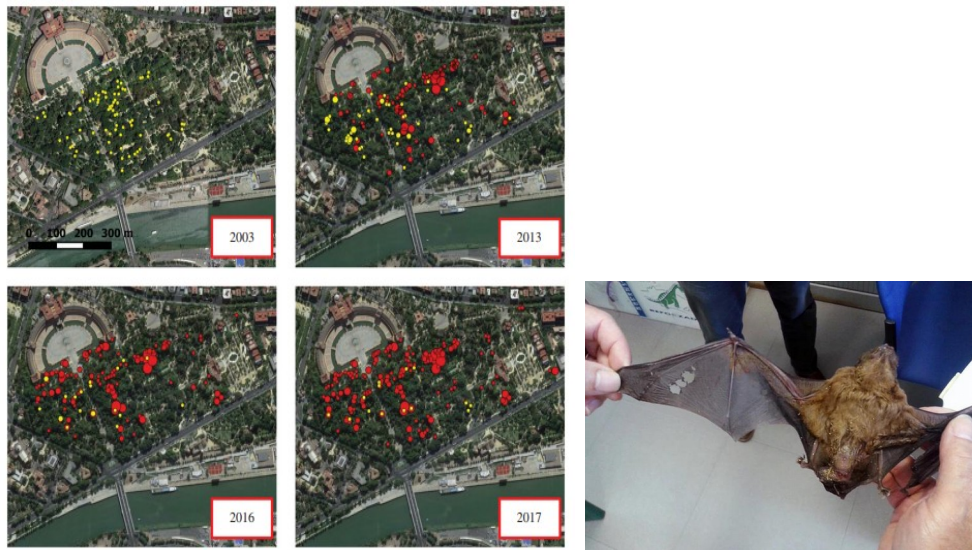
## V.II) Competència interespecífica i agressivitat

En un estudi de Lewis et al. (2015), s'ha observat que la urbanització influeix en la interacció competitiva entre els mamífers carnívors, en particular sobre els fèlids silvestres. La urbanització va augmentar l'oportunitat d'interaccions interespecífiques entre el linx i el puma gràcies a tres factors: I) Evitar les perturbacions humanes durant el dia augmentant la seva activitat de nit; II) Freqüentar àrees similars a l'augmentar la fragmentació del paisatge com els corredors; III) Eliminació o emmascarament del rastre de l'olor que deixen a causa de les activitats humanes. A les zones més urbanitzades on el puma havia estat recentment el linx no l'evitava, en canvi, així com s'allunyaven de a zona urbana el linx reduïa a escala temporal i espacial la trobada amb el puma. A més, els patrons d'activitat circadiana entre les dues espècies es superposaven amb l'augment del desenvolupament urbà, de manera que estaven més actius durant temps similars (Figura 12). Com a conseqüència, les trobades agressives i la transmissió de malalties poden augmentar exponencialment.



**Figura 12:** Patrons d'activitat circadiana del linx i el pumà a diferents zones: exurbana, salvatge i a l'interfase entre les dues. Font: Lewis et al. (2015)

Es va estudiar la interacció de dues aus, *Troglodytes pacificus* i *Thryomanes bewickii*, una especialista i una altra generalista respectivament. La composició del territori, al ser cada vegada més similar cap al centre de la ciutat, va conduir a la superposició del territori reproductiu. Les dues espècies varen interactuar agressivament de manera que la població de l'especialista va disminuir mentre l'altre va augmentar (Farwell & Marzluff, 2013). El mateix ocorre amb la cotorra de Kramer, *Psittacula krameri*, als parcs urbans de Sevilla. Aquesta espècie ocupa els nius dels arbres on es refugia el nòdul major, *Nyctalus lasiopterus*, de manera que ha disminuït la presència dels nòduls als arbres un 81% (Figura 13) i hi ha hagut un declivi de la població per la interrupció el seu comportament social (Ibáñez, Hernández-Brito, Tella, Carrete, & Juste, 2018). Una conducta més agressiva de les espècies també s'ha observat cap als humans. El milà negre, *Milvus migrans*, ataca als humans per obtenir aliment a certes àrees urbanes de Japó (Galbreath, Ichinose, Furutani, Yan, & Higuchi, 2014).



**Figura 13:** A l'esquerra, evolució dels nius de la cotorra de Kramer (vermell) i refugis del nòdul major(groc) al parc de Sevilla. A la dreta, ferides causades al nòdul major per la cotorra de Kramer. Font: Ibáñez et al. (2018).

### VIII) Depredació

Els depredadors més generalistes tendeixen a tenir una abundància igual o major a les ciutats, mentre que els especialistes tendeixen a disminuir, però no totes les espècies mostren aquest patró. En general, hi ha poca riquesa i abundància de depredadors a zones urbanes el que pot donar lloc a canvis en la selecció de l'hàbitat d'algunes espècies. El mussol *Athene cunicularia*, espècie amenaçada i especialista en pastures, va mostrar una tendència cap als hàbitats urbans on mostrava un increment de la densitat de reproducció (Rebolo-Ifrán, Tella, & Carrete, 2017).

En una metanàlisi sobre la depredació als nius d'ocells al llarg del gradient urbà, es va concloure que en la majoria d'estudis realitzats amb nius naturals, la supervivència augmentava de la mateixa manera que ho feia el nivell d'urbanització. En canvi, quan els nius eren artificials disminuïa el risc de supervivència amb la urbanització. Es deu al fet de que alguns estudis confonen la depredació amb altres causes de mortalitat i, a més, s'han de tenir en compte diferències en el disseny experimental i intrínseques, com la protecció parental en el niu natural (Vincze et al., 2017).

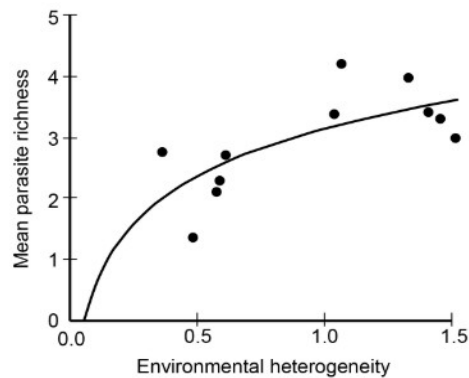
### V.IV) Interaccions amb plantes

Cal mencionar el cas dels colibrís que s'alimenten en menjadors artificials com a font alternativa al nèctar de les plantes amb flors. La presència de menjadors pot provocar un augment de les poblacions locals de colibrís però alhora disminuir la interacció amb les plantes natives. S'ha observat que l'ús regular de menjadors per colibrís, que augmenta durant períodes de baixa disponibilitat floral, pot tenir

conseqüències en la relació pol·linitzador-planta reduint la taxa de reproducció de les plantes (McCaffrey & Wethington, 2008).

#### ***V.V) Càrrega parasitària***

La proliferació dels animals a àrees urbanes afecta a la prevalença i a l'impacte de les malalties parasitàries de vida silvestre sobre les poblacions urbanes (Bradley & Altizer, 2007). En alguns casos, la prevalença de paràsits és menor a les ciutats perquè la urbanització interromp les interaccions hoste-paràsit. Calegaro-Marques & Amato (2014) varen observar que hi havia una relació directa entre la riquesa de paràsits a l'espècie *Turdus rufiventris* i l'heterogeneïtat ambiental (Figura 14). Al disminuir la quantitat i la diversitat dels elements del paisatge disminueix l'abundància d'hostes intermediaris i vectors i, per tant, el cicle de vida del paràsit es veu limitat. McMahon, Rohr i Bernal (2017) també varen observar que no estava correlacionada la urbanització amb la presència de la granota túngara (*Engystomops pustulosus*) però sí amb la del mosquit vector (*Corethrella spp.*), que era sensible a la contaminació lluminosa i acústica. Per tant, la relació del paràsit amb la granota túngara també es troba limitada. Així, hi tot hi pot haver vectors o hostes que s'adaptin a les zones urbanes, proliferen i incrementen la taxa de transmissió donant lloc a una major càrrega parasitària.



**Figura 14:** Relació entre la varietat de paràsits i l'heterogeneïtat ambiental.  
Font: Calegaro-Marques & Amato (2014).

En canvi, hi ha altres estudis que mostren una major prevalença i intensitat d'infecció a les zones urbanes, com és el cas de *Trichomonas* a falcons urbans a Tucson (EE. UU) que es transmet de manera directa (Boal, Mannan, & Hudelson, 1998). Els paràsits que es transmeten indirectament, tenen cicles més complexos on poden afectar les perturbacions a diferents etapes i que es vegi interromput el cicle. Llavors la prevalença de paràsits depèn de diferents factors: la ciutat, l'abundància i la riquesa de vectors i hostes, el tipus de paràsit i la seva forma de transmissió.

#### **VI) Efecte de la urbanització en l'ecologia de les malalties parasitàries**

Hi ha diferents factors a les zones urbanes que afecten a l'ecologia de les malalties parasitàries afectant la propagació, l'impacte i la resposta dels patògens silvestres a les zones urbanes. De manera, que hi ha hagut un increment del risc d'infecció pels humans, pels animals domèstics i per a les poblacions de fauna silvestre vulnerables, ja que pot afectar més enllà dels límits de la ciutat.

##### ***VI.I) Aprovisionament de recursos i taxa de contacte amb els reservoris***

La congregació de molts d'individus al mateix lloc per la provisió de recursos alimentaris, ja sigui de manera intencional com accidental, genera nuclis de transmissió de paràsits via oral-fecal o per contacte directe. Augmenta el contacte entre individus de la mateixa espècie però també es posen en contacte espècies que de manera natural no s'associarien. A més, l'aprovisionament de recursos millora la condició física dels individus, donant lloc a una major taxa de natalitat que alhora incrementa l'abundància d'hostes juvenils susceptibles a ser infectats (Bradley & Altizer, 2007).

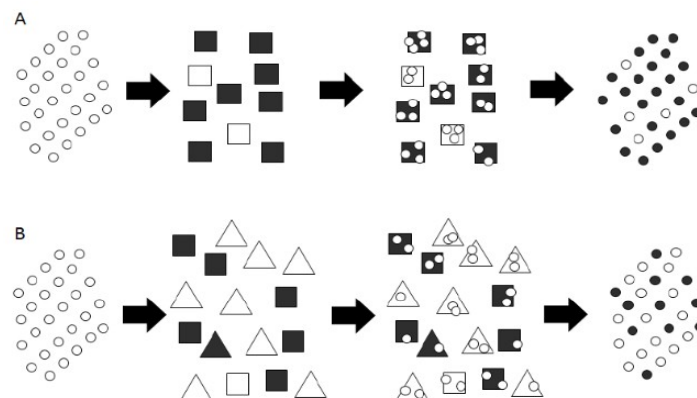


A un estudi realitzat amb l'ós rentador, *Procyon lotor*, es va observar que l'aportació de recursos augmentava el contacte intraespecífic i, conseqüentment, la prevalença del nematode intestinal, *Baylisascaris procyonis*. També va proporcionar evidència d'una major riquesa d'espècies de paràsits per cada hoste individual (Wright & Gompper, 2005). L'augment d'aquesta espècie, que actua com a reservori de paràsits, pot influir a espècies silvestres que viuen més enllà de la ciutat com la rata de la fusta de Allegheny, *Neotoma magister*, que s'ha erradicat a bona part de Nord Amèrica (Woolhouse, Taylor, & Haydon, 2001).

Les guineus visiten les zones urbanes en la recerca d'aliments de les escombraries i destinats a animals domèstics, el que condueix a un major risc de transmissió de patògens als animals domèstics i als humans (Plumer et al., 2014). Les aus que per l'alimentació suplementària visiten les àrees urbanes també incrementen el risc de transmissió de patògens (Bradley & Altizer, 2007)

### VI.II) Pèrdua de biodiversitat i efecte dilució

L'efecte dilució explica la facilitat de transmissió de paràsits per la pèrdua de biodiversitat i l'augment de densitat poblacional. La competència de l'hoste reservori és la capacitat de l'hoste de transmetre un patògen al vector. Les comunitats d'hostes amb una alta riquesa contenen, probablement, una proporció d'hostes incompetents major a l'hora transmetre la malaltia al vector, el que s'anomena «efecte dilució». Com més gran sigui l'abundància d'espècies poc competents, més fort l'efecte dilució i menor probabilitat de transmissió de la malaltia (Figura 15). No obstant, la presència de moltes espècies incompetents també pot augmentar la densitat poblacional de vectors. A les zones urbanitzades, la diversitat d'hostes baixa i augmenta l'abundància proporcional d'hostes clau pels vectors i la probabilitat de transmissió d'infeccions (Schmidt & Ostfeld, 2018).



**Figura 15:** Esquema de l'efecte de dilució. Les paparres (punts blancs) en un entorn de baixa biodiversitat (A) tenen més probabilitat de trobar un hoste competent (quadrat) i la majoria de les paparres s'infectaran (punts grisos). Si hi ha més diversitat d'hostes (B), és més probable que hi hagi hostes poc competents i s'infectaran menys.

S'ha observat aquest fenomen, en la relació entre la incidència de la infecció pel virus del Nil Occidental humà (VNO) i la diversitat d'ocells (hostes) a l'est dels EUA. Hi ha una menor incidència de VNV humà als comtats de l'est dels Estats Units que tenen una major diversitat d'hostes (Swaddle & Calos, 2008).

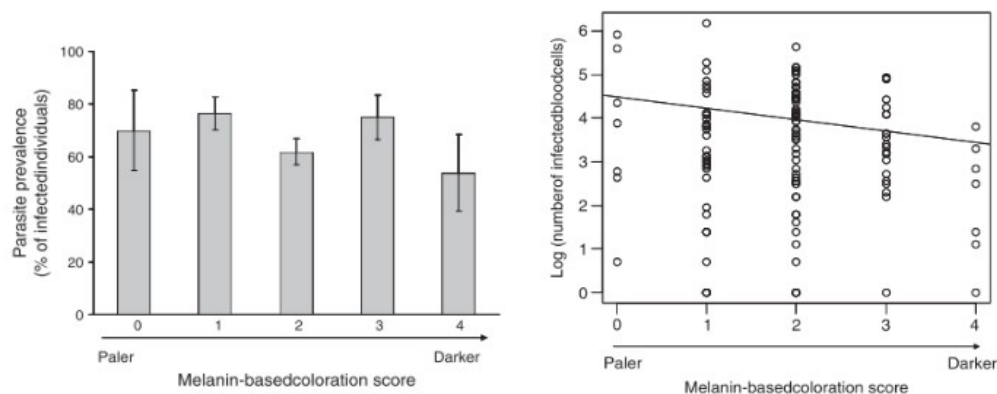
La hipòtesi de l'efecte dilució es controvertida. En una metanàlisi de Civitello et al., (2015), es determinava, amb una àmplia evidència, que una major diversitat d'hostes inhibia l'abundància de paràsits. La magnitud d'aquest efecte era independent de la densitat de l'hoste, el disseny de l'estudi i el tipus i l'especialització del paràsit. També va mostrar evidències significatives de l'efecte dilució sobre els paràsits zoonòtics. Llavors, apareixen iniciatives de conservació de la biodiversitat que proposen augmentar la diversitat d'espècies i, així al mateix temps, reduir el risc de malalties que suposen problemes de salut públics.

Contràriament, una metanàlisi dels agents de malalties zoonòtiques no dona suport a l'efecte dilució (Salkeld, Padgett, & Jones, 2013). Els seus resultats suggereixen que el risc de malaltia és, probablement, un fenomen local que depèn de l'ecologia dels hostes i vectors, en lloc de la biodiversitat d'espècies. Per tant, defensen que entendre l'ecologia específica i la relació paràsit-hoste de cada malaltia, és més important per determinar el risc de zoonosis.

### V.III) Sistema immunitari i condició corporal

Als hostes vertebrats, que viuen a les zones urbanes experimenten una tensió addicional en comparació amb aquells que habiten zones més naturals. Experimenten un major estrès i contaminació, que afecta a la condició corporal i al sistema immunitari sent més susceptibles davant els patògens (Bradley & Altizer, 2007). Es va observar que l'índex de condició física de *Podarcis muralis* era inferior a les àrees urbanes, sobretot a les femelles, de manera que tenia un efecte negatiu sobre l'aptitud individual i veien compromesa la seva supervivència i reproducció (Lazic, Carretero, & Crnobrnja-Isailovic, 2017)

Els contaminants mediambientals poden estar associats a la prevalença d'una malaltia infecciosa a la vida silvestre. Els metalls traça, presents a les zones urbanes, tenen efectes negatius sobre les aus i poden interferir en el funcionament del sistema immunitari i alterar la relació paràsit-hoste. La concentració de plom en les plomes de *Passer domesticus* es correlaciona positivament amb la prevalença del paràsit *Plasmodium relictum*. Es suggereix que el plom podria interferir amb el funcionament normal del sistema immunitari (Bichet et al., 2013). Un altre estudi, va demostrar que els coloms salvatges melànics, més foscos, tenien una intensitat menor de l'endoparàsit (que reflectia la susceptibilitat de l'amfitrió) i una resposta immune cel·lular més gran. D'aquesta manera, a pesar d'estar exposats d'igual manera (prevalença similar) podien controlar millor la infecció (Figura 16) (Jacquin, Lenouvel, Haussy, Ducatez, & Gasparini, 2011). S'ha observat que a Anglaterra i Rússia hi ha una major freqüència de coloms melànics a les àrees molt urbanitzades (Obukhova, 2001), segurament perquè poden fer front millor als paràsits. Així i tot, no es veu una marcada tendència evolutiva cap a coloms més obscurs el que suggereix que aquest fet implica certs costos.



**Figura 16:** A l'esquerra, es representa la prevalença de paràsits i, a la dreta, el logartime del nombre de cèl·lules sanguínies infectades segons la coloració. Font: Jacquin et al. (2011).

### V.IV) Vectors i migracions humanes

Un canvi en l'hàbitat del vector d'una malaltia també és un factor clau en l'ecologia de les malalties parasitàries com, per exemple, és el cas de *Panstrongylus geniculatus* considerat vector de poca importància de *Trypanosoma cruzi*. S'han trobat exemplars d'aquest insecte a dins habitats de qualitat amb parets ben construïdes al centre d'una ciutat altament urbanitzada (Veneçuela), quan normalment habiten dins llúdries d'altres animals, a llocs obscurs de la selva o a parets amb mal estat. Aquest fet,

podria implicar canvis epidemiològics en la malaltia, ja que s'han trobat espècimens infectats amb *Trypanosoma cruzi* (Javitt & Traviezo, 2012).

Per altra banda, les àrees urbanes a l'actuar com un gran reservori fa que els humans, al migrar d'un lloc a l'altre, contribueixin a la transmissió de paràsits zoonòtics tenint una gran importància en l'ecologia d'aquestes malalties. Es poden donar diferents escenaris: I) Quan les persones infectades arriben a zones urbanes d'una àrea no endèmica suposa un risc d'infecció sobretot per la transmissió de sang infectada per transfusió. II) Quan persones infectades introdueixen noves espècies de paràsits a zones urbanes no endèmiques i aquestes troben vectors adequats. Es poden estendre els límits geogràfics de la infecció, iniciar nous focus o agreujar la transmissió. III) Quan persones infectades entren a zones urbanes endèmiques i contribueixen directament a la propagació i l'agreujament i, fins i tot, a un augment de la transmissió. IV) Quan les persones no infectades entren a zones urbanes endèmiques i mai no han estat exposades a la infecció poden desenvolupar formes més severes i agudes de la malaltia que aquelles que viuen a zones endèmiques. V) Urbanització o domesticació de focus zoonòtics naturals: als tròpics i subtòpics, una ràpida expansió urbana pot posar en contacte la població urbana amb les zones rurals adjacents i afectar al cicle silvestre. El paràsit pot presentar una patogenicitat diferent a la que sol infectar l'home. VI) Vectors que entren a zones urbanes no endèmiques: a través de persones rurals que arriben a zones urbanes i porten tant els paràsits com els seus vectors adequats (Mott, Desjeux, Moncayo, Ranque, & de Raadt, 1990)

En el cas d'Espanya, hi ha un flux migratori d'aus i humans amb Àfrica que crea un risc d'infecció de malalties parasitàries. A més, el canvi climàtic potencia l'expansió geogràfica de vectors i l'establiment nous de vectors subtropicals. Llavors, Espanya té un alt risc de que apareguin casos de malalties no reportades fins al moment a aquesta zona. Però per a l'establiment com a malalties endèmiques seria necessari un flux simultani i massiu de reservoris animals o humans i un deteriorament de les condicions sanitàries (López & Molina, 2005).

## VII) Zoonosis parasitàries potencials a les Illes Balears

Les Illes Balears, al trobar-se aïllades entre si i de la resta del continent, presenten nombroses espècies endèmiques i autòctones que es veuen limitades per les pertorbacions humanes i mostren dificultats per adaptar-se a les zones urbanes. Llavors, la urbanització suposa problemes de conservació per a la majoria de fauna present a les Illes Balears. Tal com indica el Llibre Vermell del Vertebrats de les Balears (2006), només unes poques espècies autòctones han trobat avantatges a les zones urbanes i molt poques es coneix que tinguin un risc de zoonosis. Un exemple és el ratpenat autòcton *Pipistrellus pipistrellus*, que té una clara tendència a les zones periurbanes de Menorca on s'alimenta dels insectes atrets per la llum artificial. Poden presentar diverses espècies de paràsits que en ocasions parasiten als humans com l'helmit *Plagiorchis vespertilionis* o com l'àcar *Argas vespertilionis*.

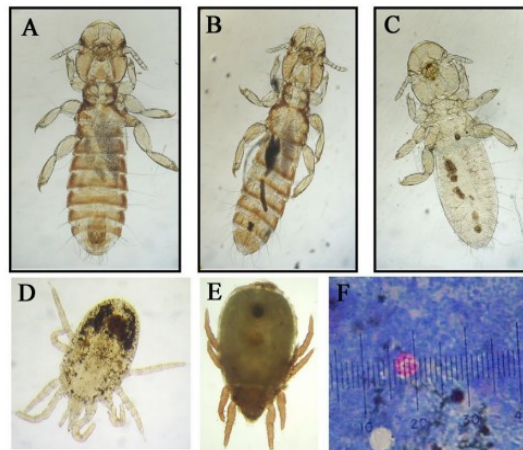
Llavors, tal com s'ha vist en el capítol II, la majoria de casos d'espècies silvestres que s'han urbanitzat a les illes són espècies invasores que arriben com a animals de companyia i acaben en llibertat, o a través del transport de manera accidental. Aquestes espècies troben avantatges a les ciutats i formen grans densitats poblacionals. A més, d'ocasionar pèrdues econòmiques, molèsties pels ciutadans i danys a espècies locals, poden dur associats problemes de salut per presentar paràsits zoonòtics.

Als ecosistemes aïllats com les illes, els rosegadors tenen un rol important com a reservori de zoonosis parasitàries, sobretot pel que fa als paràsits helmints (Milazzo et al., 2010). Les poblacions de rosegadors es veuen afavorides per la urbanització igual que les aus marines. Són una altra font important de paràsits i patògens a les illes per diversos factors: recorren llargues distàncies, viuen molts d'anys i es reproduïxen en grans colònies a ubicacions específiques. A un estudi realitzat a les Illes Esparses on hi ha grans metapoblacions d'aus marines, es va poder associar la seva presència amb la riquesa de patògens infecciosos (McCoy et al., 2016).

A continuació, s'explicaran alguns exemples d'espècies invasores que tenen risc de zoonosis parasitàries potencials a les Balears per la presència dels seus hostes a les illes.

### VII.I) *Myiopsitta monachus*

La cotorra argentina, *M. monachus*, establerta actualment a dos nuclis urbans de Mallorca, té patògens potencialment zoonòtics. En un estudi recent realitzat a Santiago (Chile), es va observar que dels 92 individus un 45.7% presentaven polls que es van identificar per primer cop com *Paragoniocoltes fulvofasciatum*, 1.1% àcars mesostigmàtids i un 8.9% tenien àcars de rang lliure. Es va determinar per primera vegada a les mostres d'excrements, mitjançant la tècnica de Ziehl Neelsen, la presència d'ooquistes de *Cryptosporidium* a aquesta espècie, en el 19,1% d'exemplars (Figura 17). Tant les espècies *C. meleagridis* i *C. baileyi* com els àcars de l'ordre Mesostigmata, quan estan presents a aus, tenen un risc zoonòtic potencial (Briceño, Surot, González-Acuña, Martínez, & Fredes, 2017).



**Figura 17:** Paràsits que es troben a *Myiopsitta monachus*, capturats a Santiago, Xile. (A-C): *Paragoniocoltes fulvofasciatum*. (D): Àcar Mesostigmatida. (E): Àcar lliure. (F) Ooquist de *Cryptosporidium* spp. 10X, excepte (F), que és a 100X. Font: Briceño et al.(2017).

### VII.II) *Columba livia* i *Larus* sp

Tant els coloms com les gavines, porten molts de patògens associats i alguns d'ells poden ser zoonòtics. És interessant, per exemple, l'ectoparàsit *Argas reflexus* dels coloms, que al centre d'Europa viu exclusivament a edificis urbans on hi ha nius de coloms salvatges a prop. És una espècie d'ectoparàsit original de la Mediterrània que pot mossegar als humans quan l'hoste natural no està disponible podent provocar infeccions secundàries més greus (Dautel & Kahl, 1999).

En un estudi de Koompapong & Sukthana (2012), es van estudiar masses d'aigua del centre de la ciutat i del mar, a Tailàndia, i estaven contaminades per diverses espècies del paràsit intestinal *Cryptosporidium*. La principal espècie zoonòtica del gènere, *C. parvum*, va donar positiu a totes les mostres del riu i del mar. *C. meleagridis*, que també pot infectar als humans, i *C. serpentis* varen donar positiu al mar. Els nivells màxims de contaminació al mar es determinaren amb episodis de molta pluja on hi havia la presència de més gavines migratòries i quan l'escorrentia transporta l'aigua contaminada amb patògens de la ciutat cap a l'aigua del mar. Els mamífers, els animals de granges o les mascotes podien ser la font de *C. parvum* a l'aigua del mar però, cal tenir en compte que les aus aquàtiques migratòries són considerades els principals difusors i fonts potencials de *Cryptosporidium* i de *Giardia*. (Majewska et al., 2009).

El govern de les Illes Balears, va iniciar un programa de sacrifici de gavines al Murterar a l'illa de Mallorca per controlar la població de *Larus michahellis* a l'arxipèlag. Encara que mostraven una baixa prevalença de paràsits externs, la mitad d'individus examinats tenien paràsits interns i la majoria d'ells eren cestodes (Genovart et al., 2010). Es necessiten anàlisis posteriors per determinar quines espècies de cestodes són per saber si tenen un potencial zoonòtic.

### VII. III) *Procyonidae*

La família Procyonidae inclou moltes espècies ben adaptades a les ciutats i amb forta càrrega parasitària. Un cas important és el de *Procyon lotor*, una espècie que sol presentar paràsits zoonòtics. En un estudi realitzat a l'est de Colorado per Chavez et al., (2012), *Baylisascaris procyonis* i *Cryptosporidium* spp eren molt prevalents a l'ós rentador. També es varen trobar quists de *Giardia* però no es van poder determinar. Cinc dels sis quists de *Cryptosporidium* aïllats, van ser 100% homòlegs al genotip de la mofeta (risc zoonòtic mínim), mentre que el sext va ser 100% homòleg a *Cryptosporidium parvum*.

*B. procyonis*, no és molt comú en humans però pot provocar severos dèficits neurològics i ser fatal. De manera que l'establiment de l'ós rentador a Mallorca, posa en alerta a la comunitat de les illes. S'han reportat infeccions a infants a zones suburbanes de Nord Amèrica i Europa i a àrees urbanes de Nova York, per l'exposició a materials contaminats pels excrements i els ous dels paràsits (Perlman et al., 2010).

L'ós rentador també és un reservori de *Trypanosoma cruzi* causant de la malaltia de Chagas, igual que altres prociònids, com els coatis (*Nasua nasua*) (Herrera et al., 2008). El coatí també pot presentar endoparàsits del gènere *Leishmania* com *L. shawi* causant de leishmaniasis cutània a les persones a l'hemisferi occidental.

### VII.IV) *Aedes albopictus*

Aquesta espècie present a les zones urbanes i més turístiques de les Balears, és un vector potencial de *Dirofilaria repens* i *Dirofilaria immitis*, ambdós causants de la malaltia de dirofilariasis. Actuen com a paràsits d'animals domèstics, com cans i moixos, i els humans són un hoste accidental d'aquestes espècies. Actualment es considera que *D. repens* és un dels paràsits humans i animals més difusos a Europa. Hi ha dos factors que influeixen a que aquesta malaltia sigui emergent: a) el comportament humà respecte a les mascotes i b) factors climàtics que permeten la presència del vector i el desenvolupament de la larva (Simón et al., 2012).

### VII.V) *Phlebotomus perniciosus*

La leishmaniosi tant canina com humana, causada per *Leishmania infantum*, és endèmica de les Illes Balears. Alguns anys mostren els registres més elevats d'Espanya i es declaren entre 7 i 33 casos a Mallorca cada any. *Phlebotomus perniciosus* és un vector de *L. infantum*, i és el responsable de la leishmaniasis humana i canina a la conca Mediterrània. Tenir un jardí amb cans a les zones periurbanes i el microclima que hi ha a aquestes zones, fa que de cada cop les àrees periurbanes siguin els ecosistemes més adequats per a les mosques de la sorra, ja que hi ha molts d'hostes vertebrats disponibles (Figura 18) (Velez et al., 2019).



**Figura 18:** Casos de leishmaniasis cutània a zones urbanes de Veneçuela.  
Font: Velez et al. (2019).

Es suggereix que hi ha un risc de transmissió de leishmaniasis a l'illa de Mallorca i la presència de turistes durant el període d'activitat de *P. perniciosus* podria afavorir la dispersió de la malaltia a altres països amb l'arribada de persones infectades i animals (Alcover et al., 2014). Als països d'Europa central i septentrional els casos de leishmaniasis han estat reportats repetidament en humans i cans que han visitat àrees endèmiques d'Espanya.

En un estudi realitzat a Mallorca, es va determinar *L. infantum* a moixos salvatges (*Felis silvestris catus*), a la geneta (*Genetta genetta*) i, per primer cop, a martes de pi (*Martes martes*). Aquestes espècies no presenten lesions com els cans, que són el principal reservori. De manera que, els moixos i les martes de pi podrien actuar com a hostes primaris o secundaris de *L. infantum* a Mallorca per la seva abundància i per no presentar símptomes (Millán et al., 2011). Encara que la marta eviti les zones urbanes, la geneta sí que s'ha deixat veure en urbanitzacions i inclús al voltant de barris de grans ciutats i són comuns les visites en presència d'humans per cercar aliment (Sáez & Montiel, 2006).

### VIII) Descripció d'alguns paràsits i anàlisi del risc de transmissió de zoonosis a Balears

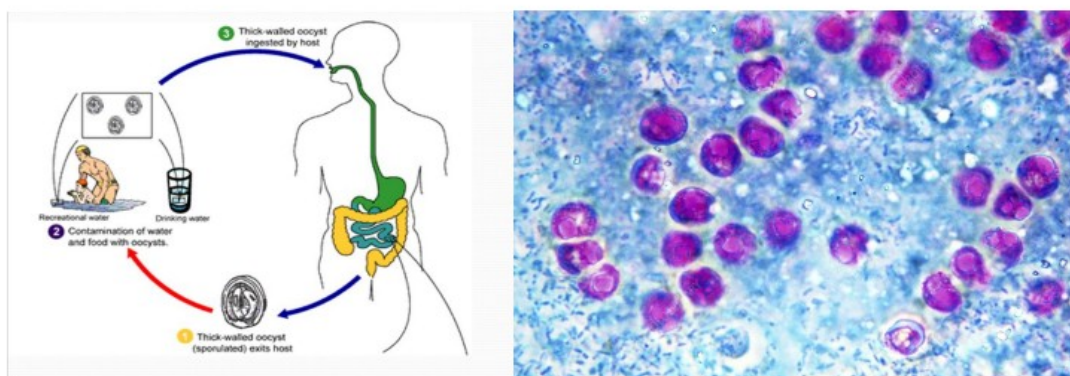
Dels paràsits zoonòtics esmentats al capítol anterior, no hi ha cap estudi realitzat a zones urbanes de les Illes Balears. Així i tot, la presència dels seus hostes a les illes suposa un risc per a la salut pública dels ciutadans. A continuació, s'analitzaran amb més detalls els paràsits que tenen un potencial d'infecció major per tal d'intentar prevenir aquestes malalties.

#### VIII.1) *Cryptosporidium parvum*

El gènere *Cryptosporidium*, del filum Apicomplexa, inclou espècies de protozous intestinals la majoria d'ells específics per cada hoste, humans i altres vertebrats. Són un grup de coccidis que donen lloc a la malaltia de criptosporidiosis. A Espanya s'han detectat casos en humans de *C. parvum*, *C. hominis*, *C. meleagridis* i *C. felis* (Navarro-I-Martinez, Del Àguila, & Bornay-Llinares, 2011). L'espècie *C. parvum* és la que té més importància mèdica (90% dels casos) i econòmica, ja que també afecta al bestiar.

L'ooquist esporulat, a través dels excrements de l'hoste infectat, arriba a l'entorn. La infecció es produeix quan els ooquistes són ingerits per l'hoste, viatgen a l'intestí i invadeixen els revestiments epitelials dels intestins. S'alliberen un gran nombre d'ooquistes infecciosos amb una àmplia capacitat per fer front a les condicions adverses i de difusió (Figura 19).

Aquest paràsit afecta principalment al tracte gastrointestinal limitant l'absorció de líquids i nutrients. *C. parvum*, és la causa de severes diarrees que deriven en deshidratació, pèrdua de pes, febre, inapetència, apatia, depressió i en molts de casos fins i tot la mort. La severitat i la duració depèn de l'edat de l'hoste i el estat immune, sent més greu en nounats i en persones immunocompromeses (nins, ancians i persones amb VIH) (Ramirez, Ward, & Sreevatsan, 2004).



**Figura 19:** A l'esquerra, cicle vital de *Cryptosporidium parvum*. A la dreta, ooquistes de *Cryptosporidium parvum*. Font: CDC.

### **Factors de risc:**

*C. parvum* podria estar present a varies espècies silvestres que s'han urbanitzat a les illes: els coloms salvatges, les gavines i l'ós rentador. Els ooquistes infecciosos resideixen en aliments i aigua. Per tant, s'han de controlar aquests focus de transmissió, especialment l'aigua d'ús recreatiu com les piscines de les illes. A Balears es va detectar un brot important que va afectar a 214 turistes britànics a un hotel de Mallorca al 2003 (Galmes, Nicolau, & Arbona, 2003). El motiu va ser l'aigua d'una piscina contaminada per *Cryptosporidium*. També hi ha hagut brots importants a través del subministrament d'aigua potable a altres llocs del món. Un brot relacionat amb aigua potable contaminada va afectar a més de 400.000 persones a Milwaukee, Wisconsin (Fayer, Morgan, & Upton, 2000).

### **Mesures de prevenció:**

La potabilització convencional per tractar l'aigua no és útil amb l'espècie *Cryptosporidium parvum*: els ooquistes són resistents als desinfectants químics comuns com el clor i l'àcid, i travessen els filtres potabilitzadors a causa de la seva mida petita i estructura elàstica. El Centre de Control de Malalties dels Estats Units (CDC) recomana filtres d'aigua que tinguin porus d'una micra a les persones que tenen una descompensació immunològica o immunodeficiència adquirida. A més, se'ls recomana prendre mesures higièniques i altres recomanacions com no consumir glaçons fabricats a partir de l'aigua de l'aixeta o evitar ingerir marisc cru. Els tractaments amb ozó són més efectius que els desinfectants químics davant els ooquistes però presenta inconvenients ja que, no assegura l'eliminació total dels quists a l'aigua embotellada (García et al., 2004).

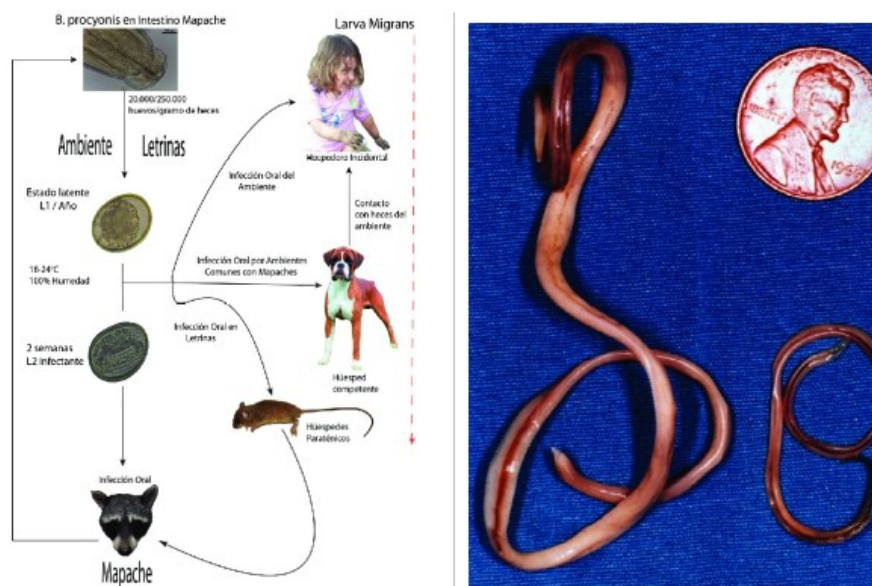
Com a mesures preventives generals es recomana un control sanitari dels animals, manipulació i eliminació adequada dels residus (excrements) i el personal de centres sanitaris adoptar les precaucions per contacte. S'ha de seguir amb els esforços per controlar les poblacions d'espècies silvestres amb potencial per envair les zones urbanes de l'illa i així minimitzar el risc d'infecció.

En el cas de la cotorra argentina ja s'han iniciat estratègies de control de la població a Calvià i a Palma. S'han reduït les poblacions però és pràcticament inviable erradicar-les, ja que el comerç està autoritzat i sempre hi haurà risc de soltes. A més, tornen a formar els seus nius ràpidament quan els destrueixen i no responen correctament al trampeig, sobretot durant la temporada alta, quan els turistes les alimenten (Álvarez-Pola & Muntaner, 2009). També s'està realitzant un control poblacional a les Balears de coloms i gavines, de manera que ja hi ha hagut un descens d'ambdues poblacions. S'han pres mesures com la retirada de fems de l'exterior dels mercats que suposen un focus d'alimentació important per les gavines o programes de sacrifici. En el cas dels coloms, està previst subministrar pinso amb hormones que impedeixin la calcificació dels ous dels coloms. En aquests moments, Cort controla la població de coloms de palma capturant els adults en gàbies fixes o amb canons de xarxes, de manera que al 2017 es varen sacrificar 1.762 exemplars. Les recomanacions per reduir el contacte amb l'ós rentador i mantenir un control de la població s'exploraran a continuació.

### **VIII.II) *Baylisascaris procyonis***

*Baylisascaris procyonis* és un nematode intestinal de la família Ascarididae. És l'única espècie del gènere que pot ser transmesa als humans de manera accidental. L'ós rentador és l'hoste definitiu de *B. procyonis* però els cans i el kinkajú, *Potos flavus*, també poden funcionar com a hostes definitius. Aquest paràsit pot causar baylisascariasis en humans i a altres hostes intermediaris com rosegadors, conills, aus i primats.

Els hostes poden infectar-se a l'ingerir ous embrionats en el medi ambient (Figura 20). A l'hoste intermediari, els ous eclosionen a l'intestí prim i migren als diferents teixits. La migració extraintestinal no pareix produir-se a l'ós rentador, però sí que s'ha observat a cans.



**Figura 20:** A l'esquerra, cicle vital de *Baylisascaris procyonis*. A la dreta, una femella i un mascle a l'esquerra i a la dreta respectivament. Font: CFSPH

Encara que els casos clínics reportats són poc freqüents, si es presenten són severes i molt difícils de tractar. Les larves migrans d'aquesta espècie produeixen danys generalitzats als hosts intermediaris i en ocasions invadeixen el sistema nerviós central i la vista. Poden afectar a la retina i a altres estructures de la visió produint ceguera. A nivell del SNC pot causar signes lleus al principi, però ràpidament es transformen en greus (atàxia, paràlisi, involució del desenvolupament, tremolors, torticolis, nistagme, convulsions i coma). En alguns casos, la malaltia pot ser mortal i si es sobreviu els pacients presenten defectes neurològics greus a pesar del tractament. S'han detectat alguns casos a Europa però a Espanya o a les Balears no (CFSPH).

### **Factors de risc:**

La presència de l'ós rentador va en augment a zones urbanes, de manera que hi ha un major contacte amb els humans i/o animals de companyia. Els cans, capaços d'eliminar ous d'aquesta espècie de manera efectiva, incrementen el risc perquè defequen a qualsevol lloc a diferència de l'ós rentador que ho fan a llocs determinats. Generalment es produeix la infecció a través dels aliments presents a llocs on han defecat óssos rentadors. En el cas, dels nins també es solen infectar per ingerir ous jugant amb la terra i al posar-se objectes contaminats a la boca. L'aigua també és un factor d'infecció.

### **Mesures de prevenció:**

Primer de tot, cal reduir el contacte amb els hosts definitius, sobretot amb l'ós rentador, i amb els seus excrements. Els humans amb una exposició constant a aquests animals haurien de ser tractats amb Albendazol per prevenir els símptomes clínics. També és recomanable reforçar en nins les mesures higièniques com rentar-se les mans i, sobretot, que evitin les zones recreatives i parcs que freqüenten els hosts definitius.

És difícil evitar que les mascotes que estan a l'aire lliure s'infectin però per evitar el rol del ca com a hoste es recomana realitzar anàlisis coprològics, regularment, a les àrees amb un risc d'infecció alt, utilitzar profilàctics i desparasitar els cans amb antihelmíntics intestinals. Per desinfectar les superfícies en ambients contaminats es recomana utilitzar calor intens com vapor d'aigua o flameig. També es recomana utilitzar aigua bullint i clor comercial sense diluir o una combinació de xilè-etanol després de retirar el material fecal sòlid.



Per evitar la proximitat dels óssos rentadors a les cases o àrees públiques com parcs es recomana: evitar l'accés a menjar, mantenir els contenidors d'escombraries ben tancats, limitar l'accés als àtics i soterranis, mantenir els dipòsits de sorra coberts quan s'estiguin utilitzants, eliminar les fonts d'aigua i les basses amb peixos on s'alimenten i beuen els óssos rentadors (CDC).

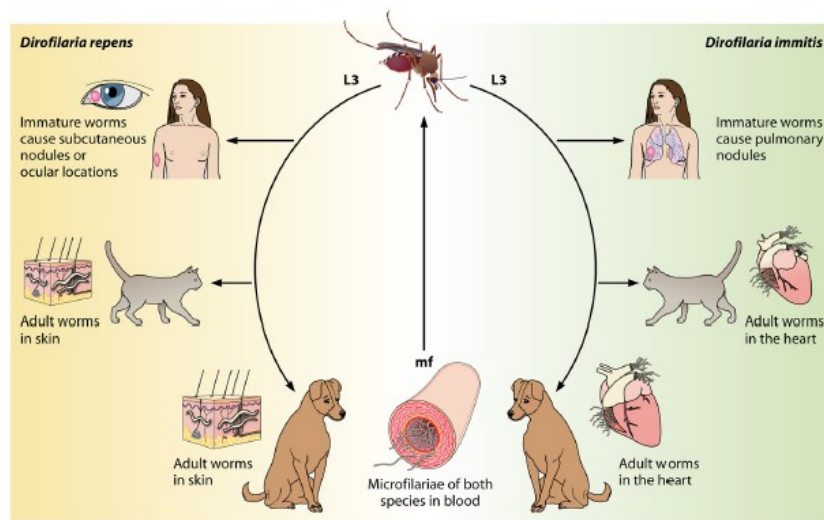
Finalment, s'hauria d'obligar als cridadors a notificar la tinença de l'ós rentador per evitar les soltes. Cal iniciar una campanya de control i d'erradicació com a espècie exòtica invasora, ja que només és efectiu erradicar l'ós rentador en estadis inicials de la invasió i a illes petites (Wise, Sorvillo, Shafir, Ash, & Berlin, 2005).

### VIII.III) *Dirofilaria immitis* i *Dirofilaria repens*

Dins de la família de nematodes Onchocercidae trobem algunes espècies, del gènere *Dirofilaria* que poden causar dirofilariasis: *Dirofilaria immitis*, el paràsit del cor dels cans però que pot infectar a una gran varietat d'animals, *Dirofilaria repens* que afecta als cans i a altres mamífers carnívors, i *Dirofilaria tenuis* que generalment parasita a l'ós rentador. *D. immitis* i *D. repens* generalment causen la dirofilariasis en humans.

Es transmet a través del mosquit infectat (*Aedes*, *Culex*, *Anopheles*, *Mansonia*) que introdueix amb la seva picada les larves a l'hoste definitiu. En el cas de *D. immitis*, resideixen principalment a les artèries pulmonars i, en escasses ocasions, en el ventricle dret del cor. En el cas de *D. repens*, els adults resideixen en els teixits subcutanis. En els dos casos, les femelles adultes són capaces de produir microfilariasis a la sang.

*D. immitis* pot causar dirofilariasis pulmonar que en la majoria de casos és asimptomàtic però quan els pacients tenen símptomes presenten dolor toràcic i, de vegades, febre, malestar, escalfreds, miàlgies i vessament pleural. En canvi, la infecció pot caracteritzar-se per un bony dolorós davall la pell o una infecció a l'ull quan la causa *D. Repens* (Figura 21) (Simón et al., 2012).



**Figura 21:** Cicle vital de *Dirofilaria repens* i *Dirofilaria immitis*.  
Font: Simón et al. (2012).

Existeixen pocs casos clínics de dirofilariasis denunciats en humans i la majoria són a Estats Units. A Espanya es considera una zona endèmica (Figura 22) i es van determinar 8 casos pulmonars i 8 subcutanis/oculars. En el primer cas, varen ser detectats a la part oest del país i, en el segon cas al llarg de la costa mediterrània. *D. immitis* és endèmica a Eivissa però s'han reportat uns quants casos en cans a Mallorca a zones amb aigua dolça com l'Albufera i l'Albufereta. S'han detectat alguns casos de dirofilariasis subcutània humana a Eivissa, causada per *D. repens* (Salgado, 2015).



**Figura 22:** Distribució geogràfica de *Dirofilariosis* a Espanya.  
Font: Simón et al. (2012)

### **Factors de risc:**

Al ser la transmissió biològica través d'un vector, a les zones amb més presència de mosquits el risc d'infecció serà major: les zones costaneres, al voltant de les masses d'aigua dolça i als jardins. A més, en algunes zones d'Espanya s'ha observat un increment de la seroprevalença en humans que es pot explicar per un desenvolupament de les zones urbanes amb un conseqüent increment de la població canina i la falta de mesura preventives.

### **Mesures de prevenció:**

Es recomana aplicar un tractament profilàctic als cans, especialment, des de l'inici de l'època de desenvolupament dels vectors fins dos mesos després de finalitzar utilitzant Dietilcarbamacina o Ivermectina. Cal seguir el tractament clínic quan doni positiu. També s'hauria de realitzar un control dels mosquits, mitjançant l'ús de mosquiteres i repel·lents, i vigilar els llocs de posta a les masses d'aigua dolça de les illes (Simón et al., 2012).

## **IX) Discussió**

Les Illes Balears són un lloc sensible a l'establiment d'espècies invasores, ja que ofereixen un clima adequat, hi ha pocs depredadors i les preses són generalment ingènues (Simón et al., 2012). La urbanització potencia aquest fenomen perquè les espècies que poden adaptar-se a les àrees urbanes i periurbanes troben més recursos i poden proliferar més.

Recentment, s'han establert algunes espècies amb potencial per urbanitzar-se a les illes com l'ós rentador, el coati, la cotorra argentina i el mosquit tigre. Totes aquestes espècies porten paràsits infecciosos. També hi ha espècies que en un principi no suposaven problemes sanitaris greus, però que actualment ha incrementat el risc d'infecció perquè formen grans poblacions i/o freqüenten les àrees urbanes. És el cas dels coloms, algunes gavines i la mosca de la sorra.

Algunes d'aquestes espècies urbanes són reservoris paràsits zoonòtics. Els coloms salvatges, les gavines i l'ós rentador són reservoris de *Cryptosporidium parvum*, espècie amb un potencial zoonòtic molt alt del qual ja s'ha reportat un brot important de criptosporidiosis a les Balears. El coati és portador de *Trypanosoma cruzi* que causa de la malaltia de Chagas. L'ós rentador també és un reservori de *Trypanosoma cruzi*, a més de *Giardia* sp. i *Baylisascaris procyonis* del qual encara no s'ha detectat cap cas a Espanya. Per altra banda, hi ha malalties endèmiques de les illes que es veuen

potenciades per la urbanització, com la leishmaniasis i la dirofilariasis ja que els seus vectors proliferen a les àrees perirubanes on troben més hostes i més facilitats a l'hora de completar el seu cicle vital.

Moltes d'aquestes malalties poden ser transmeses als animals de companyia, per exemple, l'espècie *Baylisascaris procyonis* pot ser transmesa als cans. A l'augmentar les interaccions dels animals silvestres, sobretot carnívors, amb els animals domèstics incrementa la taxa de transmissió (Quammen, 1996). Alhora a l'estar amb contacte més directe els animals domèstics amb els humans, el risc d'infecció pels humans també incrementa.

No s'han realitzat estudis parasitològics de les espècies silvestres que s'urbanitzen a les Illes Balears però és necessari realitzar-los en un futur proper ja que, la majoria d'espècies poden presentar paràsits zoonòtics. El Govern de les Illes Balears hauria d'implantar mètodes de detecció i de diagnosi actualitzats per identificar aquests paràsits infecciosos. A més, de seguir amb els programes de control poblacional de les espècies que afecten a les àrees urbanes de les illes. Ja s'han pogut observar els primers esforços per reduir algunes poblacions i els resultats han estat satisfactoris.

Per altra banda, s'hauria de controlar el tràfic comercial d'espècies exòtiques ja que, els ecosistemes de les illes són més vulnerables a l'establiment d'espècies invasores. S'hauria d'iniciar un pla de campanyes d'educació i divulgació per conscienciar del risc de tenir aquestes espècies i d'aquesta manera intentar reduir l'alliberament intencional o accidental. També s'hauria d'informar als ciutadans per a que preguin les mesures preventives adients: tractaments profilàctics per mascotes, evitar fonts de contagi o recomanacions per no incrementar la població d'aquests individus amb certes activitats com l'aprovisionament de recursos.

Llavors, els nuclis urbans actuen com a grans reservoris de paràsits i els humans som agents de transmissió al migrar d'un territori a l'altre. L'activitat turística a les illes també afavoreix la transmissió de paràsits cap a altres territoris, com el cas de la leishmaniasis reportat a zones no endèmiques d'Europa. Però també afavoreix que arribin persones infectades amb paràsits d'altres regions que si troben hostes o vectors adequats podrien generar un focus d'infecció. Al ser un arxipèlag, l'arribada d'hostes i vectors, a més de pel turisme, es veu potenciat encara més per l'intercanvi comercial.

Tant l'arribada d'espècies al·lòctones com les poblacions que incrementen molt gràcies a les àrees urbanes, afecten negativament a les espècies autòctones i endèmiques de les illes. Per exemple, la presència de l'ós rentador suposa un greu risc per a les aus marines endèmiques si colonitzessin illots, les reserves ornitològiques o zones humides de l'illa. En el cas de les gavines, la privació de l'aprovisionament de recursos dels abocadors o la limitació de consumir els descarts pesquers, pot conduir a canvis en la dieta perjudicials per a les espècies locals d'interès. De fet ja s'ha observat que les gavines suposen una amenaça per alguns llangardaixos endèmics a les Illes Balears.

Aquest fet suposa una pèrdua de riquesa d'espècies d'interès a les illes ja que, es poden veure modificades les interaccions entre espècies. Es pot incrementar la competència interespecífica per assolir l'aliment o per l'espai de manera que una població pot créixer a costa l'altre, normalment les generalistes. S'hauria d'estudiar si l'espècie autòctona de ratpenat, *Pipistrellus pipistrellus*, que mostra una tendència a colonitzar àrees urbanes es veu perjudicada per altres espècies no autòctones a les ciutats. A més, a les Illes Balears igual que les Illes Canàries, hi ha grans poblacions de depredadors generalistes com els moixos salvatges que obtenen recursos de les escombraries o reben aliments dels humans de manera que gaudeixen d'una bona condició física. Aquests depredadors tenen repercussions sobre la diversitat i l'abundància d'altres espècies (Medina & García, 2007).

Una menor diversitat d'espècies i un major nombre d'hostes competents incrementa la transmissió de patògens tal com ho indica l'efecte dilució. Aquest fet explicaria perquè les grans poblacions de moixos salvatges de les Balears tenen una alta prevalença d'helminths zoonòtics i la seroprevalença més elevada a nivell europeu de *Toxoplasma gondii*. Existeix un risc alt de zoonosis, ja que en un

estudi es va observar que el 18% dels pacients amb SIDA van desenvolupar toxoplasmosi cerebral a Mallorca i Eivissa (Medina & García, 2007).

Però la prevalença a les zones urbanes també depèn de l'ecologia del paràsit i del mecanisme de transmissió. En el cas, que el paràsit necessiti un vector es pot veure limitat per l'absència d'aquest, ja que és més senzill alterar el cicle quan és indirecte, o incrementat perquè el vector s'hagi urbanitzat com d'*Aedes albopictus*. En el cas de paràsits que es transmeten directament a través de l'aigua és més fàcil observar un increment de la taxa d'infecció com passa amb *Cryptosporidium*.

L'ecologia de les malalties parasitàries està canviant i sorgeixen moltes malalties emergents el 75% de les quals són zoonòtiques (Millán, Cabezón, Pabón, Dubey, & Almería, 2009). La urbanització té un paper clau en l'aparició de malalties emergents, ja que hi ha una sèrie de factors que en conjunt incrementen la transmissió d'infeccions: la pèrdua de biodiversitat i l'efecte dilució, l'aprovisionament de recursos i taxa de contacte interespecífica i intraespecífica, les interaccions amb els reservoris, els contaminants ambientals, l'estrès de l'hoste i la susceptibilitat a la infecció. Un canvi en el comportament del vector adaptatiu per l'ambient urbà pot significar un canvi en l'ecologia de la malaltia. Tal com passa amb la leishamaniasis, que si el paràsit utilitza com a hostes la geneta o els moixos salvatges, que són molt abundants a l'illa i freqüenten àrees urbanes, pot incrementar el risc d'infecció.

Al llarg dels taxons, les espècies amb més èxit colonitzant ciutats tenen unes característiques en comú que els permeten fer front al gradient urbà: menys neofòbiques, més capacitat de dispersió, una mida relativa del cervell més gran, alta taxa d'innovació, prenen més riscos i un sistema immunitari més fort. Els taxons més estudiats són les aus i mamífers que mostren més canvis de comportament com: pèrdua de territori individual i major agressivitat dins la mateixa espècie, menys migracions per la possibilitat d'hivernar a la ciutat, elongació de la temporada de cria però menys cries per naixement, major temps de vida, docilitat cap a les persones, canvis en els hàbitats dels nius (en el cas de les aus) i en el comportament alimentari. Seria interessants realitzar més estudis en invertebrats perquè poden ser vectors de malalties.

Les espècies urbanes solen presentar una variació genètica críptica que davant la pressió del nou ambient fa que aparegui un nou fenotip. Posteriorment la selecció pot refinar aquest tret i que sigui òptim. En general a les Illes Balears la urbanització suposa una amenaça per les espècies ja que, la majoria estan adaptades a ambients específics i per tant tenen menys variabilitat genètica. La urbanització fa que les poblacions quedin extirpades i reduïdes per les construccions antròpiques el que condueix a que hi hagi una major pèrdua de diversitat genètica o que quedin aïllades i no hi hagi intercanvi genètic entre elles. En ambdós casos, es dificulta l'adaptació i evolució a aquests nous ambients canviant en expansió, les zones urbanes.

## **X) Conclusió**

L'establiment d'espècies al·lòctones a les Balears amb potencial per urbanitzar-se, posa en risc la salut dels humans i de les espècies locals. Les espècies urbanes poden veure modificades les seves relacions interespecífiques i l'aïllament de les poblacions suposa una pèrdua de diversitat genètica dificultant la seva evolució. Pel que fa el risc d'infecció pels humans, la urbanització pot conduir a canvis en l'ecologia de les malalties parasitàries que incrementin el risc de transmissió i infecció. De manera que fan falta estudis a les zones urbanes de les Illes Balears per determinar la presència i prevalença de paràsits en espècies urbanes i poder establir mesures de prevenció.

## **Agraïments**

Agraïr a la meva tutora, Claudia Paredes, per l'ajuda proporcionada i a Àlvaro Luna per concedir-me una entrevista i encaminar-me en aquest tema.

## XI) Bibliografia

### Pàgines web:

Centers for Disease Control and Prevention (CDC):  
<http://www.cdc.gov/ncidod/dpd/parasites/baylisacaris/default.htm>

Revision of World Urbanization Prospects (2018):  
<https://www.un.org/development/desa/publications/2018-revision-of-world-urbanization-prospects.html>

The Center for Food Security and Public Health (CFSPH): <http://www.cfsph.iastate.edu/?lang=es>

### Referències:

- Adrover, J. (2006). *Libro Rojo de los Vetebrados de las Baleares*. (D. G. de la B. Servei de Protecció ó d'espècies, Ed.) (3rd ed.).
- Alcover, M. M., Ballart, C., Martín-Sánchez, J., Serra, T., Castillejo, S., Portús, M., & Gállego, M. (2014). Factors influencing the presence of sand flies in Majorca (Balearic Islands, Spain) with special reference to *Phlebotomus perniciosus*, vector of *Leishmania infantum*. *Parasites and Vectors*, 7(1), 1–12.
- Álvarez-Pola, C., & Muntaner, J. (2009). Control de aves invasoras en las islas Baleares. *Anuari Ornitològic de Les Balears*, 24, 67–71. Retrieved from <http://www.raco.cat/index.php/AnuariOrnitologic/article/download/244672/327694>
- Antrop, M. (2000). Background concepts for integrated landscape analysis. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 77(1–2), 17–28. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(99\)00089-4](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(99)00089-4)
- Athreya, V., Odden, M., Linnell, J. D. C., Krishnaswamy, J., & Karanth, K. U. (2016). A cat among the dogs: Leopard *Panthera pardus* diet in a human-dominated landscape in western Maharashtra, India. *Oryx*, 50(1), 156–162. <https://doi.org/10.1017/S0030605314000106>
- Badyaev, A. V., Young, R. L., Oh, K. P., & Addison, C. (2008). Evolution on a local scale: Developmental, functional, and genetic bases of divergence in bill form and associated changes in song structure between adjacent habitats. *Evolution*, 62(8), 1951–1964. <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.2008.00428.x>
- Ballester, N. L. (2016). Colonització de l'os rentador (*Procyon lotor*) a l'illa de Mallorca, 1–27.
- Bichet, C., Scheifler, R., Cœurdassier, M., Julliard, R., Sorci, G., & Loiseau, C. (2013). Urbanization, Trace Metal Pollution, and Malaria Prevalence in the House Sparrow. *PLoS ONE*, 8(1), 1–10. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0053866>
- Boal, C. W., Mannan, R. W., & Hudelson, K. S. (1998). Trichomoniasis in Cooper ' S From Arizona. *Journal of Wildlife Diseases*, 34(3), 590–593.
- Bradley, C. A., & Altizer, S. (2007). Urbanization and the ecology of wildlife diseases. *Trends in Ecology and Evolution*, 22(2), 95–102.
- Briceño, C., Surot, D., González-Acuña, D., Martínez, F. J., & Fredes, F. (2017). Parasitic survey on introduced monk parakeets (*Myiopsitta monachus*) in Santiago, Chile. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinaria*, 26(2), 129–135. <https://doi.org/10.1590/s1984-29612017023>
- Buswell, R. J. (2011). *Mallorca and Tourism—History, Economy and Environment; Channel View*. Bristol, UK: Channel View Publications.
- Byrne, K., & Nichols, R. A. (1999). *Culex pipiens* in London Underground tunnels: Differentiation between surface and subterranean populations. *Heredity*, 82(1), 7–15. <https://doi.org/10.1038/sj.hdy.6884120>
- Calegari-Marques, C., & Amato, S. B. (2014). Urbanization breaks up host-parasite interactions: A case study on parasite community ecology of rufous-bellied thrushes (*Turdus rufiventris*) along a rural-urban gradient. *PLoS ONE*, 9(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0103144>
- Carrasco, H. J., Torrellas, A., García, C., Segovia, M., & Feliciangeli, M. D. (2005). Risk of *Trypanosoma cruzi* I (Kinetoplastida: Trypanosomatidae) transmission by *Panstrongylus geniculatus* (Hemiptera: Reduviidae) in Caracas (Metropolitan District) and neighboring States, Venezuela. *International Journal for Parasitology*, 35(13), 1379–1384. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2005.05.003>
- Carrete, M., & Tella, J. L. (2011). Inter-individual variability in fear of humans and relative brain size of the species are related to contemporary urban invasion in birds. *PLoS ONE*, 6(4). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0018859>
- Charles, R. A., Kjos, S., Ellis, A. E., Barnes, J. C., & Yabsley, M. J. (2013). Southern Plains Woodrats (*Neotoma micropus*) from Southern Texas Are Important Reservoirs of Two Genotypes of *Trypanosoma cruzi* and Host of a Putative Novel *Trypanosoma* Species. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 13(1), 22–30. <https://doi.org/10.1089/vbz.2011.0817>
- Chavez, D. J., LeVan, I. K., Miller, M. W., & Ballweber, L. R. (2012). Baylisascaris procyonis in raccoons (*Procyon lotor*) from eastern Colorado, an area of undefined prevalence. *Veterinary Parasitology*, 185(2–4), 330–334. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.11.002>
- Civitello, D. J., Cohen, J., Fatima, H., Halstead, N. T., Liriano, J., McMahon, T. A., ... Rohr, J. R. (2015). Biodiversity inhibits parasites: Broad evidence for the dilution effect. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 112(28), 8667–8671.
- Coleman, J. L., & Barclay, R. M. R. (2012). Urbanization and the abundance and diversity of Prairie bats. *Urban Ecosystems*, 15(1), 87–102.
- Dautel, H., & Kahl, O. (1999). Ticks (Acari: Ixodoidea) and their medical importance in the urban environment. *Proceedings of the Third International Conference on Urban Pests: 19–22 July 1999.*, (January 2015), 73–82. Retrieved from <http://www.icup.org.uk/reports/ICUP481.pdf>
- Delibes-Mateos, M., Farfán, M. Á., Olivero, J., Márquez, A. L., & Vargas, J. M. (2009). Long-term changes in game species over a long period of transformation in the Iberian Mediterranean landscape. *Environmental Management*, 43(6), 1256–1268. <https://doi.org/10.1007/s00267-009-9297-5>

- Diamond, S. E., & Martin, R. A. (2016). The interplay between plasticity and evolution in response to human-induced environmental change. *FI000Research*, 5(0), 2835. <https://doi.org/10.12688/f1000research.9731.1>
- Donihue, C. M., & Lambert, M. R. (2015). Adaptive evolution in urban ecosystems. *Ambio*, 44(3), 194–203. <https://doi.org/10.1007/s13280-014-0547-2>
- Falk, J. H. (1976). Energetics of a Suburban Lawn Ecosystem. *Ecology*, 57(1), 141–150. <https://doi.org/10.2307/1936405>
- Farwell, L. S., & Marzluff, J. M. (2013). A new bully on the block: Does urbanization promote Bewick's wren (*Thryomanes bewickii*) aggressive exclusion of Pacific wrens (*Troglodytes pacificus*)? *Biological Conservation*, 161, 128–141. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.03.017>
- Fayer, R., Morgan, U., & Upton, S. J. (2000). Epidemiology of Cryptosporidium: Transmission, detection and identification. *International Journal for Parasitology*, 30(12–13), 1305–1322. [https://doi.org/10.1016/S0020-7519\(00\)00135-1](https://doi.org/10.1016/S0020-7519(00)00135-1)
- Francis, R. A., & Chadwick, M. A. (2012). What makes a species synurbic? *Applied Geography*, 32(2), 514–521. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2011.06.013>
- Frankham, R., Bradshaw, C. J. A., & Brook, B. W. (2014). Genetics in conservation management: Revised recommendations for the 50/500 rules, Red List criteria and population viability analyses. *Biological Conservation*, 170, 56–63. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.12.036>
- Galbreath, D. M., Ichinose, T., Furutani, T., Yan, W., & Higuchi, H. (2014). Urbanization and its implications for avian aggression: A case study of urban black kites (*Milvus migrans*) along Sagami Bay in Japan. *Landscape Ecology*, 29(1), 169–178. <https://doi.org/10.1007/s10980-013-9951-4>
- Galmes, A., Nicolau, A., & Arbona, G. (2003). No Tit/Cryptosporidiosis outbreak in British tourists who stayed at a hotel in Majorca, Spain. *Euro Surveill*, 7.
- García, A. M., Fernández, C., López García, C., Martos García, P., & Marín Casanova, P. (2004). Brotes epidémicos de Criptosporidiosis. *Sociedad Española de Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica (SEIMC)*, 1–10.
- García, S., Puig, X., & Peris, Y. A. (2009). Actividad y uso del hábitat por parte del erizo europeo (*Erinaceus europaeus* Linnaeus, 1758). En el parque natural de la Serralada de Marina (Barcelona, Cataluña). *Galemys*, 21, 13–23.
- Gehrt, S. D. (2003). Raccoon (*Procyon lotor* and allies). In G. A. Feldhamer, B. C. Thompson, & J. A. Chapman (Eds.), *Wild Mammals of North America*. (2nd ed., pp. 611–634). Johns Hopkins Univ. Press, Baltimore, Maryland.
- Genovart, M., Negre, N., Tavecchia, G., Bistuer, A., Parpal, L., & Oro, D. (2010). The young, the weak and the sick: Evidence of natural selection by predation. *PLoS ONE*, 5(3), 1–5. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0009774>
- Greenberg, J. R., & Holekamp, K. E. (2017). Human disturbance affects personality development in a wild carnivore. *Animal Behaviour*, 132, 303–312. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2017.08.023>
- Haro-gil, R., Torres-riera, A., Bustillo-delarosa, D., & Sánchez-vialas, A. (2017). en el Parque del Oeste , Madrid, 28, 2009–2011. <https://doi.org/10.1038/ncomms14557>.Silva-Rocha
- Herr, J., Schley, L., Engel, E., & Roper, T. J. (2010). Den preferences and denning behaviour in urban stone martens (*Martes foina*). *Mammalian Biology*, 75(2), 138–145.
- Herrera, H. M., Lisboa, C. V., Pinho, A. P., Olifiers, N., Bianchi, R. de C., Rocha, F. L., ... Jansen, A. M. (2008). Modulating Variables of *Trypanosoma cruzi* and *Trypanosoma evansi* Transmission in Free-Ranging Coati (*Nasua nasua*) from the Brazilian Pantanal Region. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 11(7), 835–841. <https://doi.org/10.1089/vbz.2010.0096>
- Höfle, U., Gortazar, C., Ortiz, J. A., Knispel, B., & Kaleta, E. F. (2004). Outbreak of trichomoniasis in a woodpigeon (*Columba palumbus*) wintering roost. *European Journal of Wildlife Research*, 50(2), 73–77. <https://doi.org/10.1007/s10344-004-0043-2>
- Ibáñez, C., Hernández-Brito, D., Tella, J. L., Carrete, M., & Juste, J. (2018). Nest-site competition and killing by invasive parakeets cause the decline of a threatened bat population. *Royal Society Open Science*, 5(5), 172477. <https://doi.org/10.1098/rsos.172477>
- Iglesias-Carrasco, M., Martín, J., & Cabido, C. (2017). Urban habitats can affect body size and body condition but not immune response in amphibians. *Urban Ecosystems*, 20(6), 1331–1338. <https://doi.org/10.1007/s11252-017-0685-y>
- Igual, J., & Tavecchia, G. (2018). Vuit gavines on aniran? *Es Busqueret*, 45, 9.14.
- Jacquin, L., Lenouvel, P., Haussy, C., Ducatez, S., & Gasparini, J. (2011). Melanin-based coloration is related to parasite intensity and cellular immune response in an urban free living bird: The feral pigeon *Columba livia*. *Journal of Avian Biology*, 42(1), 11–15. <https://doi.org/10.1111/j.1600-048X.2010.05120.x>
- Javitt, J., & Traviezo, V. (2012). la zona Este de Barquisimeto , estado Lara , Venezuela - Finding of *Panstrongylus geniculatus* in urbanization of the area east of Barquisimeto , Lara State , Venezuela, 1–10.
- Koompaong, K., & Sukthana, Y. (2012). Seasonal variation and potential sources of Cryptosporidium contamination in surface waters of Chao Phraya River and Band Pu Nature Reserve Pier, Thailand, 43(4).
- Lazic, M., Carretero, M., & Crnobraja-Isailovic, J. (2017). City life has fitness costs: lower body condition and increased parasite intensity in urban lizards *Podarcis muralis*. *Salamandra*, 53(1), 10–17.
- Leishnam, P. (2012). *Aedes albopictus* Skuse (Asian tiger mosquito). In *A Handbook of global Freshwater invasive species*.
- Lewis, J. S., Bailey, L. L., Vandewoude, S., & Crooks, K. R. (2015). Interspecific interactions between wild felids vary across scales and levels of urbanization. *Ecology and Evolution*, 5(24), 5946–5961. <https://doi.org/10.1002/ece3.1812>
- López, J. (2017). Estudi de la població d'*Aedes albopictus* a les Illes Balears.
- López, R., & Molina, R. (2005). Cambio climático en España y riesgo de enfermedades infecciosas y parasitarias transmitidas por artrópodos y roedores. *Revista Espanola de Salud Publica*, 79(2), 177–190. <https://doi.org/10.1590/S1135-57272005000200006>

- Luniak, M. (2004). Synurbization - adaptation of animal wildlife to urban development. *Proceedings Of The 4th International Symposium On Urban Wildlife Conservation*, 50–55. <https://doi.org/10.1099/mic.0.069724-0>
- Majewska, A. C., Graczyk, T. K., Słodkiewicz-Kowalska, A., Tamang, L., Jędrzejewski, S., Zduniak, P., ... Nowosad, P. (2009). The role of free-ranging, captive, and domestic birds of Western Poland in environmental contamination with *Cryptosporidium parvum* oocysts and *Giardia lamblia* cysts. *Parasitology Research*, 104(5), 1093–1099. <https://doi.org/10.1007/s00436-008-1293-9>
- Mayol, J., Álvarez, C., & Manzano, X. (2009). Presència i control del coati, *Nasua nasua* L., i d'altres carnívors introduïts en època recent a Mallorca. *Bolletí de La Societat d'Historia Natural de Les Balears*, 52, 183–191.
- McCaffrey, R. E., & Wethington, S. M. (2008). How the Presence of Feeders Affects the Use of Local Floral Resources By Hummingbirds: a Case Study From Southern Arizona. *The Condor*, 110(4), 786–791. <https://doi.org/10.1525/cond.2008.8621>
- McCoy, K., Dietrich, M., Jaeger, A., Wilkinson, D., Bastien, M., Lagadec, E., ... Lebarbenchon, C. (2016). The role of seabirds of the Iles Eparses as reservoirs and disseminators of parasites and pathogens Karen. *Acta Oecologica*, 1(12), 1–32.
- MCKinney, M. L. (2002). Urbanization, Biodiversity and Conservation. *BioScience*, 52(10). [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2002\)052\[0883:UBAC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2002)052[0883:UBAC]2.0.CO;2)
- McMahon, T. A., Rohr, J. R., & Bernal, X. E. (2017). Light and noise pollution interact to disrupt interspecific interactions. *Ecology*, 98(5), 1290–1299. <https://doi.org/10.1002/ecy.1770>
- Medina, F. M., & García, R. (2007). De Invertebrados En La Dieta Del Gato Cimarrón (*Felis silvestris catus* L., 1758) En La Isla De La Palma: Análisis e Interpretación De Las Presas Indirectas. *Revista de Estudios Generales de La Isla de La Palma*, 3, 385–404.
- Milazzo, C., Cagnin, M., Di Bella, C., Geraci, F., & Ribas, A. (2010). Helminth fauna of commensal rodents, *Mus musculus* (Linnaeus, 1758) and *Rattus rattus* (Linnaeus, 1758) (Rodentia, Muridae) in Sicily. *Revista Ibero-Latinoamericana de Parasitología*, 69, 194–198.
- Millán, J., Cabezón, O., Pabón, M., Dubey, J. P., & Almería, S. (2009). Seroprevalence of *Toxoplasma gondii* and *Neospora caninum* in feral cats (*Felis silvestris catus*) in Majorca, Balearic Islands, Spain. *Veterinary Parasitology*, 165(3–4), 323–326. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2009.07.014>
- Millán, J., Zanet, S., Gomis, M., Trisciuglio, A., Negre, N., & Ferroglio, E. (2011). An investigation into alternative reservoirs of canine leishmaniasis on the endemic island of Mallorca (Spain). *Transbound Emerging Disease*, 58, 352–357.
- Ministerio de Fomento. (2018). *Áreas urbanas en España 2018. Constitución, cuarenta años de las ciudades europeas*.
- Mireji, P. O., Keating, J., Hassanal, A., Mbogo, C. M., Nyambaka, H., Kahindi, S., & Beier, J. C. (2008). Heavy metals in mosquito larval habitats in urban Kisumu and Malindi, Kenya, and their impact. *Ecotoxicol Environ Saf*, 70(1), 147–153. <https://doi.org/10.1016/j.cll.2010.01.003> Lyme
- Molina, B., Postigo, J. L., Muñoz, A. R., & del Moral, J. C. (2015). *La cotorra argentina en España*.
- Mott, K. E. E., Desjeux, P., Moncayo, A., Ranque, P., & de Raadt, P. (1990). Parasitic diseases and urban development. *Bulletin of the World Health Organization*, 68(6), 691–698. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2393177/>
- Munshi-South, J., Zak, Y., & Pehek, E. (2013). Conservation genetics of extremely isolated urban populations of the northern dusky salamander (*Desmognathus fuscus*) in New York City. *PeerJ*, 1, e64. <https://doi.org/10.7717/peerj.64>
- Navarro-I-Martinez, L., Del Águila, C., & Bornay-Llinares, F. J. (2011). *Cryptosporidium*: A genus in revision. the Situation in Spain. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, 29(2), 135–143. <https://doi.org/10.1016/j.eimc.2010.12.002>
- Negro, J. J., Bustamante, J., Melguizo, C., Ruiz, J. L., & Grande, J. M. (2000). Nocturnal activity of Lesser Kestrels under artificial lighting conditions in Seville, Spain. *J. Raptor Res.*, 34(4), 327–329.
- Nivière, M., Biard, C., Brischoux, F., Vaugoyeau, M., Ruault, S., Angelier, F., ... Michaud, B. (2017). Growing in Cities: An Urban Penalty for Wild Birds? A Study of Phenotypic Differences between Urban and Rural Great Tit Chicks (*Parus major*). *Frontiers in Ecology and Evolution*, 5(July), 1–14. <https://doi.org/10.3389/fevo.2017.00079>
- Obukhova, N. Y. (2001). Geographic Variation of Color in the Synanthropic Blue Rock Pigeon. *Russian Journal of Genetics*, 37(6), 649–658.
- Olden, J. D., & Poff, N. L. (2003). Toward a Mechanistic Understanding and Prediction of Biotic Homogenization. *The American Naturalist*, 162(4), 442–460.
- Partecke, J., Van't Hof, T., & Gwinner, E. (2004). Differences in the timing of reproduction between urban and forest European blackbirds (*Turdus merula*): Result of phenotypic flexibility or genetic differences? *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 271(1552), 1995–2001.
- Patón, D., Romero, F., Cuenca, J., & Escudero, J. C. (2012). Tolerance to noise in 91 bird species from 27 urban gardens of Iberian Peninsula. *Landscape and Urban Planning*, 104(1), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.09.002>
- Payo-Payo, A., Oro, D., Igual, J. M., Jover, L., Sanpera, C., & Tavecchia, G. (2015). Population control of an overabundant species achieved through consecutive anthropogenic perturbations. *Ecological Applications*, 25(8), 2228–2239.
- Perlman, J. E., Kazacos, K. R., Imperato, G. H., Desai, R. U., Schulman, S. K., Edwards, J., ... Saffra, N. A. (2010). *Baylisascaris Procyonis* Neural Larva Migrants in an Infant in New York City. *J Neuroparasitology*, 1(1). <https://doi.org/10.2217/FON.09.6> Dendritic
- Pinya, S., & Bestard, M. (2010). Primera cita de zorro (*Vulpes vulpes*) en las Illes Balears. *Galemys*, 22(1), 116–118. Retrieved from [www.secem.es/wp.../Galemys-22-1-07-Pinya-116-118.pdf](http://www.secem.es/wp.../Galemys-22-1-07-Pinya-116-118.pdf)
- Plumer, L., Davison, J., Saarma, U., & Cameron, E. Z. (2014). Rapid urbanization of red foxes in estonia: distribution, behaviour, attacks on domestic animals, and health-risks related to zoonotic diseases. *PLoS ONE*, 9(12), 1–15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0115124>
- Polley, L. (2005). Navigating parasite webs and parasite flow: Emerging and re-emerging parasitic zoonoses of wildlife origin. *International Journal for Parasitology*, 35(11–12), 1279–1294. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2005.07.003>

- Quammen, D. (1996). *The Song of the Dodo: Island Biogeography in an Age of Extinction*. New York: Touchstone.
- Racey, G. D., & Euler, D. L. (1982). Small mammal and habitat response to shoreline cottage development in central Ontario. *Canadian Journal of Zoology*, 1982, 60(5), 865–880.
- Ramírez, N. E., Ward, L. A., & Sreevatsan, S. (2004). A review of the biology and epidemiology of cryptosporidiosis in humans and animals. *Microbes and Infection*, 6(8), 773–785.
- Real, E., Oro, D., Mart, A., Igual, M., Bertolero, A., Bosch, M., & Tavecchia, G. (2017). Predictable anthropogenic food subsidies, density-dependence and socio-economic factors influence breeding investment in a generalist seabird, (August). <https://doi.org/10.1111/jav.01454>
- Real, E., Tavecchia, G., Genovart, M., & Sanz-aguilar, A. (2018). Discard-ban policies can help improve our understanding of the ecological role of food availability to seabirds, (December). <https://doi.org/10.3989/scimar.04746.10A>
- Rebollo-Ifrán, N., Tella, J. L., & Carrete, M. (2017). Urban conservation hotspots: Predation release allows the grassland-specialist burrowing owl to perform better in the city. *Scientific Reports*, 7(1), 1–9. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-03853-z>
- Reyes-López, J., & Carpintero, S. (2014). Comparison of the exotic and native ant communities (Hymenoptera: Formicidae) in urban green areas at inland, Coastal and insular sites in Spain. *European Journal of Entomology*, 11(3), 421–428. <https://doi.org/10.14411/eje.2014.044>
- Sáez, P., & Montiel, C. (2006). Sobre la presencia de ginetas *Genetta genetta* (Linnaeus, 1758) y letrinas en zonas humanizadas. *Galemys*, 18(1–2), 53–55. Retrieved from <http://europa.sim.ucm.es/compludoc/AA?articuloId=549985&donde=castellano&zfr=0>
- Salgado, I. (2015). Mapache – *Procyon lotor* (Linnaeus, 1758). *Enciclopedia Virtual de Los Vertebrados Españoles*. Retrieved from <http://www.vertebradosibericos.org/>
- Salkeld, D. J., Padgett, K. A., & Jones, J. H. (2013). A meta-analysis suggesting that the relationship between biodiversity and risk of zoonotic pathogen transmission is idiosyncratic. *Ecology Letters*, 16(5), 679–686. <https://doi.org/10.1111/ele.12101>
- Salvador, A. (2009). Lagartija balear – *Podarcis lilfordi* (Günther, 1874). In *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles*.
- Sanz-Aguilar, A., Rosselló, R., Bengoa, M., Ruiz-Pérez, M., González-Calleja, M., Barceló, C., ... Tavecchia, G. (2018). Water associated with residential areas and tourist resorts is the key predictor of Asian tiger mosquito presence on a Mediterranean island. *Medical and Veterinary Entomology*, 32(4), 443–450. <https://doi.org/10.1111/mve.12317>
- Schmidt, K. A., & Ostfeld, R. S. (2018). Biodiversity and the Dilution Effect in Disease Ecology Author (s): Kenneth A. Schmidt and Richard S. Ostfeld Published by: Wiley on behalf of the Ecological Society of America Stable URL : <https://www.jstor.org/stable/2680183> REFERENCES Linked refer, 82(3), 609–619.
- Silva, C. P., Sepúlveda, R. D., & Barbosa, O. (2016). Nonrandom filtering effect on birds: Species and guilds response to urbanization. *Ecology and Evolution*, 6(11), 3711–3720. <https://doi.org/10.1002/ece3.2144>
- Silva, J. D. A., & Baldo, M. (2007). Parasitología latinoamericana Parasites of pigeons ( *Columba livia* ) in urban areas of lages , Southern Brazil, 1–7.
- Simón, F., Siles-Lucas, M., Morchón, R., González-Miguel, J., Mellado, I., Carretón, E., & Montoya-Alonso, J. A. (2012). Human and animal dirofilariasis: The emergence of a zoonotic mosaic. *Clinical Microbiology Reviews*, 25(3), 507–544. <https://doi.org/10.1128/CMR.00012-12>
- Slabbekoom, H., & Ripmeester, E. A. P. (2008). Birdsong and anthropogenic noise: Implications and applications for conservation. *Molecular Ecology*, 17(1), 72–83. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2007.03487.x>
- Steigerwald, E. C., Igual, J. M., Payo-Payo, A., & Tavecchia, G. (2015). Effects of decreased anthropogenic food availability on an opportunistic gull: Evidence for a size-mediated response in breeding females. *Ibis*, 157(3), 439–448. <https://doi.org/10.1111/ibi.12252>
- Suárez-Rodríguez, M., López-Rull, I., & Macías García, C. (2012). Incorporation of cigarette butts into nests reduces nest ectoparasite load in urban birds: new ingredients for an old recipe? *Biology Letters*, 9(1), 1–3. Retrieved from <http://rsbl.royalsocietypublishing.org/content/9/1/20120931.full.pdf+html>
- Swaddle, J. P., & Calos, S. E. (2008). Increased avian diversity is associated with lower incidence of human West Nile infection: Observation of the dilution effect. *PLoS ONE*, 3(6). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0002488>
- Taheri, A., & Reyes-López, J.-L. (2018). First checklist of ants (Hymenoptera, Formicidae) of urban green areas in Cádiz (Andalusia, Spain), (November).
- Velez, R., Ballart, C., Domenech, E., Abras, A., Fernández-Arévalo, A., Gómez, S. A., ... Gállego, M. (2019). Seroprevalence of canine *Leishmania infantum* infection in the Mediterranean region and identification of risk factors: The example of North-Eastern and Pyrenean areas of Spain. *Preventive Veterinary Medicine*, 162(October 2018), 67–75. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2018.10.015>
- Vincze, E., Seress, G., Lagisz, M., Nakagawa, S., Dingemanse, N. J., & Sprau, P. (2017). Does Urbanization Affect Predation of Bird Nests? A Meta-Analysis. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 5(April), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fevo.2017.00029>
- Winchell, K. M., Reynolds, R. G., Prado-Irwin, S. R., Puente-Rolón, A. R., & Revell, L. J. (2016). Phenotypic shifts in urban areas in the tropical lizard *Anolis cristatellus*. *Evolution*, 70(5), 1009–1022. <https://doi.org/10.1111/evo.12925>
- Wise, M. E., Sorvillo, F. J., Shafir, S. C., Ash, L. R., & Berlin, O. G. (2005). Severe and fatal central nervous system disease in humans caused by *Baylisascaris procyonis*, the common roundworm of raccoons: A review of current literature. *Microbes and Infection*, 7(2), 317–323.
- Woolhouse, M. E. J., Taylor, L. H., & Haydon, D. T. (2001). Population Biology of Multihost Pathogens. *Science*, 292(5519), 1109–1112.
- Wright, A. N., & Gompper, M. E. (2005). Altered parasite assemblages in raccoons in response to manipulated resource availability. *Oecologia*, 144(1), 148–156. <https://doi.org/10.1007/s00442-005-0018-3>
- Yeh, P. J. (2004). Rapid Evolution of a Sexually Selected Trait Following Population Establishment in a Novel Habitat, 58(1), 166–174.