



**El seguiment de  
papallones  
diürnes a  
Collserola:  
tendències i  
indicadors  
Anys 1994-2019**

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



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

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

*Citació recomanada:* Stefanescu, C. i Ubach, A., (2021). *El seguiment de papallones diürnes a Collserola: tendències i indicadors. Anys 1994-2019.* Estudi finançat pel Consorci del Parc Natural de la Serra de Collserola.

Redacció:

Constantí Stefanescu, Andreu Ubach

*Museu de Ciències Naturals de Granollers*

*Carrer Palaudàries 102 "Jardins d'Antoni Jonch i Cuspinera"*

08402 GRANOLLERS

Tel/fax: [93 870 96 51](tel:938709651)

a/e: [m.granollers.cn@diba.cat](mailto:m.granollers.cn@diba.cat)

[www.museugranollersciencies.org](http://www.museugranollersciencies.org)

## Resum

En aquest informe se sintetitzen els resultats del seguiment del CBMS al Parc de Collserola, amb un focus a les dues estacions per a les quals es disposa de sèries temporals de dues dècades i mitja, Can Ferriol i el Turó d'en Fumet. Es fa una síntesi de la metodologia utilitzada per a l'obtenció de les dades i del tractament se'n fa, i es descriuen una sèrie d'indicadors sobre l'estat de les comunitats de papallones. Fins ara s'han detectat 70 espècies de ropalòcers al Parc, la qual cosa representa un 35% de la fauna catalana. L'anàlisi d'aquesta informació mostra com des de la dècada dels 90 fins a l'actualitat, les poblacions de papallones s'han empobrit notablement. La davallada ha afectat sobretot els especialistes d'espais oberts. L'anàlisi de la vegetació dels itineraris i dels impactes que han rebut mostra que tant la successió vegetal, en el cas del Turó d'en Fumet, com la reducció en la intensitat de la pressió de pastura, a Can Ferriol, són els factors que més versemblantment han provocat els canvis negatius. No es pot descartar, però, que altres processos de reducció i fragmentació dels hàbitats a escala de paisatge hagin contribuït als patrons observats. El seguiment del CBMS es mostra com una eina robusta i útil per documentar i entendre els canvis que està patint aquest grup d'insectes bioindicadors. A una escala local, els resultats que es presenten s'emmarquen dins de la davallada general que molts insectes, i més particularment les papallones, estan patint arreu del Planeta. En aquest context, disposar de sèries llargues de seguiment té un gran valor i, per tant, es considera molt important mantenir els censos del CBMS al Parc sense interrupcions en el futur.

## 1. Introducció

El Butterfly Monitoring Scheme a Catalunya (CBMS) és un projecte de seguiment de les papallones diürnes (ropalòcers), que es coordina des del Museu de Ciències Naturals de Granollers a través d'un conveni amb el Departament de Territori i Sostenibilitat de la Generalitat de Catalunya. Anualment recull dades de l'abundància de les poblacions de papallones en una xarxa d'estacions repartides per tota la geografia catalana i també a les illes Balears. Andorra compta amb una xarxa pròpia del BMS (BMSAnd), les dades de la qual es tracten, no obstant, conjuntament amb les del CBMS. La xarxa del CBMS permet conèixer amb precisió els canvis d'abundància de les papallones, tant en la totalitat de la xarxa com en les diferents estacions, i relacionar-los amb diferents factors ambientals. Els detalls sobre el funcionament del CBMS i els resultats a nivell d'estacions i espècies individuals es poden consultar al web del projecte: [www.catalanbms.org](http://www.catalanbms.org)

Al Parc de Collserola es disposa de dades del seguiment en 5 estacions del CBMS (Fig. 1). Can Ferriol i el Turó d'en Fumet disposen de sèries temporals molt extenses, de 26 i 24 anys, respectivament, que documenten els canvis a llarg termini que han patit les comunitats de papallones. L'estació de Torre Negra té una sèrie de 8 anys, segmentada en 3 períodes compresos entre 2007 i 2020, i la del Turó de Montcada una sèrie de 7 anys iniciada el 2014. Finalment, Roques Blanques només disposa de dades dels darrers dos anys, i representa una situació particular perquè l'itinerari mostreja principalment la zona de jardins del cementiri, sotmesa actualment a un procés de canvis molt dràstics.

A causa de l'excepcionalitat de l'any 2020 i les dificultats que va suposar per mostrejar regularment, la darrera temporada es va interrompre el seguiment a Can Ferriol i al

Turó d'en Fumet. Aprofitant aquest punt d'inflexió que ha suposat la darrera temporada, s'ha considerat oportú presentar un balanç dels resultats del CBMS a Collserola. En aquest informe s'han sintetitzat les dades que han aportat les diferents estacions, amb un focus especial en les de Can Ferriol i el Turó del Fumet, que posen de manifest unes tendències a llarg termini molt clares, i alhora preocupants, pel que fa a les comunitats de papallones d'aquest espai protegit. A partir d'una sèrie d'indicadors de l'estat de les comunitats es discuteix quins són els factors que poden generar els canvis observats. D'altra banda, també es fa un recull sobre la pròpia metodologia del seguiment perquè els tècnics del Parc disposin d'un document on fàcilment puguin consultar els aspectes més importants sobre el funcionament i anàlisi de dades que genera el CBMS.

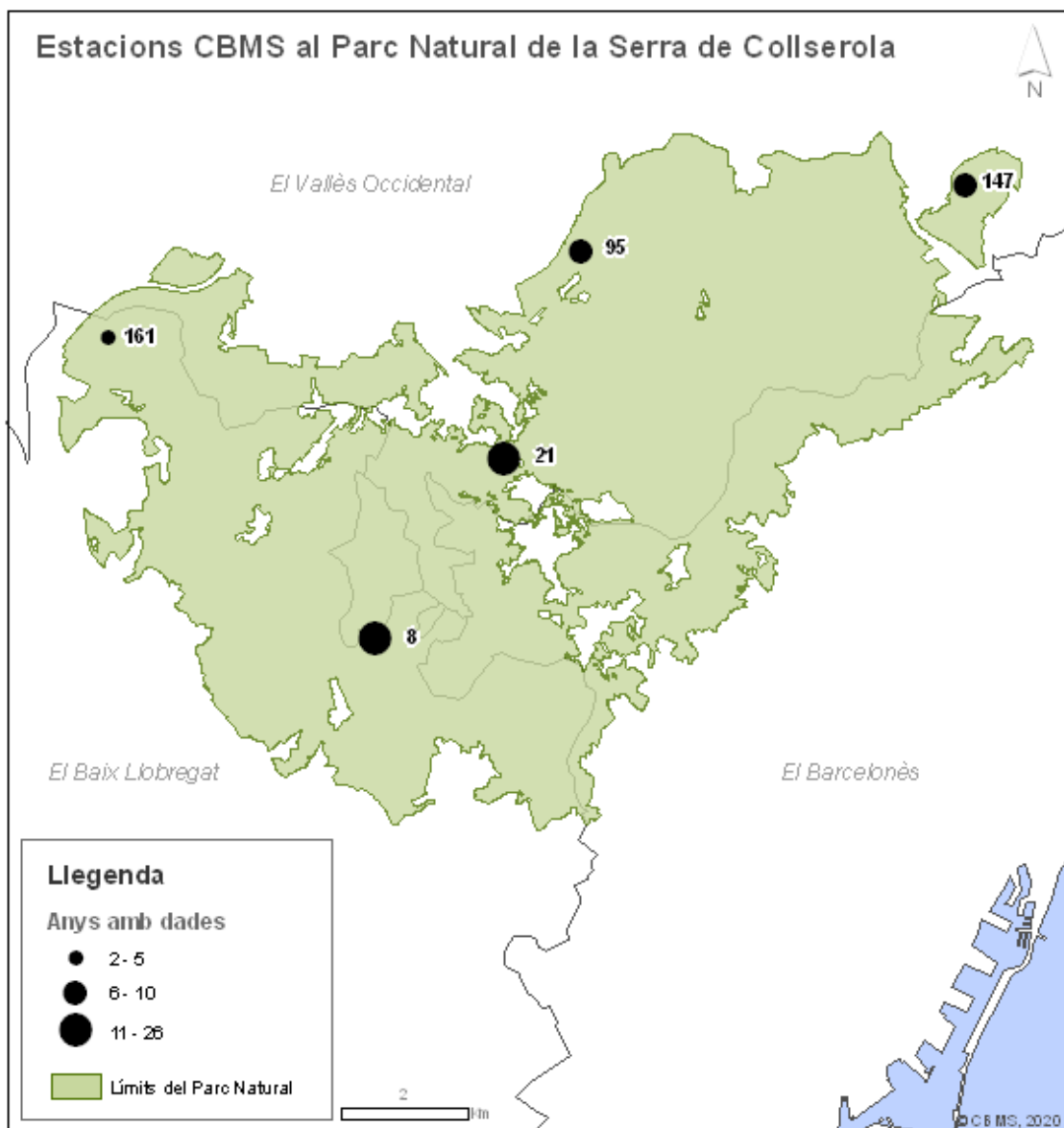


Fig. 1. Estacions de seguiment del CBMS al Parc de Collserola. 8: Can Ferriol; 21: Turó d'en Fumet; 95: Torre Negra; 147: Turó de Montcada; 161: Roques Blanques.

## 2. Material i mètodes

### 2.1. Obtenció de dades: metodologia BMS

#### Transsectes i recomptes

La metodologia del BMS parteix de **recomptes visuals d'exemplars adults de ropalòcers al llarg d'un itinerari o transsecte**. El transsecte es recorre idealment un cop per setmana, a una velocitat constant, i solament es compten les papallones que estan a una distància de 5 m per davant i als costats de l'observador. **L'itinerari es divideix en diferents seccions** (al voltant d'unes 10, depenent de la zona concreta), cadascuna corresponent a un hàbitat particular, i en la major part dels casos té una longitud de 1,5-2 km. Els recomptes es duen a terme durant el matí, sempre que les condicions meteorològiques siguin favorables, i les dades es recullen en fitxes de camp especialment dissenyades, on s'anota per a cada espècie el nombre d'individus vistos per secció.

**El període oficial de recollida de dades comprèn 30 setmanes, des de la primera de març fins a l'última de setembre.**

#### Vegetació dels transsectes

Des de l'any 2000, el CBMS també recull dades relatives a la vegetació existent en cada secció de cada itinerari. Un cop cada 6 anys, es fa una caracterització de les comunitats vegetals dominants al llarg de la ruta de cens, i s'estima la cobertura en cada secció. Aquesta caracterització de la vegetació es fa seguint els criteris proposats pel catàleg dels hàbitats naturals de Catalunya (una adaptació del *CORINE Biotopes Manual* elaborada per investigadors del Departament de Botànica de la Universitat de Barcelona). La informació sobre la vegetació de les seccions és bàsica per a calcular dos dels índexs que s'han utilitzat en les anàlisis que es presenten (TAO i SSI).

### 2.2. Anàlisi de dades: índexs locals i regionals d'abundància

La metodologia del BMS s'ha dissenyat per estimar quantitativament i de manera senzilla els canvis numèrics en les poblacions de ropalòcers. Amb aquest objectiu, al final de cada temporada es calcula per a cada espècie i estació del CBMS un **índex anual d'abundància** que inclou els valors estimats per a les setmanes en què no es disposa de comptatges. L'estimació d'aquests comptatges no existents s'aconsegueix amb màxima fiabilitat a partir de la modelització de la corba de vol de les espècies mitjançant el mètode denominat GAM regional (Schmucki et al., 2016). Aquest mètode consisteix en ajustar, cada temporada, un model general additiu als comptatges setmanals d'una espècie als diferents itineraris que pertanyen a una regió climàtica concreta. D'aquesta manera, es calcula una corba fenològica única per regió i temporada que, adaptada segons l'abundància de l'espècie a cada localitat, permet després estimar els comptatges de les setmanes no mostrejades. La suma dels mostreigs reals i estimats és el que proporciona l'índex anual d'abundància d'una espècie en una localitat. En un segon pas, els índexs d'abundància locals s'integren en un **índex d'abundància regional**, que permet analitzar les fluctuacions poblacionals d'una espècie al llarg del temps dins de la regió considerada. En el cas del seguiment al Parc de Collserola, totes les estacions es troben dins de la regió climàtica definida com a mediterrània humida (per a més detalls, vegeu <https://www.catalanbms.org/ca/analisi/>). Tots aquests càlculs es duen a terme amb el

paquet estadístic rbms (Schmucki et al., 2021), que es pot considerar com una actualització i adaptació del programa TRIM al cas d'organismes amb fenologies complexes.

En aquest informe, les tendències poblacionals de les espècies presents a Can Ferriol i al Turó d'en Fumet s'han analitzat a partir dels seus respectius índexs locals d'abundància, aplicant un model lineal entre log (IA+1) -variable dependent- i els anys de mostreig -variable independent-. Aquestes regressions només s'han calculat per a les espècies que apareixen almenys 4 anys seguits en la localitat d'estudi, ja que aquest és el criteri que utilitzem al CBMS per definir la presència d'una població reproductora. La tendència de les espècies ocasionals no s'ha avaluat. Igualment, s'ha considerat que una població s'ha extingit d'una localitat quan, després d'haver estat enregistrada almenys 4 anys seguits, ha deixat d'aparèixer almenys durant 4 anys.

### 2.3. Indicadors de l'estat de les comunitats

Per posar de manifest tendències en el conjunt de la comunitat de ropalòcers d'una localitat, s'han calculat dos paràmetres descriptius bàsics: l'**abundància de les poblacions** (número d'individus detectats anualment) i la **riquesa específica** (número d'espècies detectades anualment). Les tendències d'aquests dos paràmetres al llarg del temps s'han analitzat a partir d'un model lineal.

Aquestes anàlisis es complementen amb una anàlisi de quatre indicadors de comunitat, que són un resum de com la composició de la comunitat de papallones canvia al llarg del temps en relació a característiques del clima (temperatura i precipitació) i dels hàbitats (fragmentació i grau d'obertura de la vegetació). Aquests indicadors es construeixen a partir de quatre índexs específics, dos de tipus climàtic (STI: índex tèrmic; SPI: índex de precipitació) i dos d'hàbitat (SSI: índex d'especialització; TAO: índex de preferència per ambients tancats o oberts). El significat dels índexs específics i la forma en què es calculen es descriu seguidament:

**Species Temperature Index (STI):** mitjana de la temperatura mitjana anual que experimenta una espècie en el conjunt de la seva distribució. La distribució correspon a les quadrícules UTM 10x10 km segons l'Atlas ibèric dels ropalòcers (García-Barros et al. 2004), actualitzat amb dades dels autors, que consideren que l'escala geogràfica ibèrica és més adequada que l'europea. Les dades climàtiques provenen de Worldclim i tenen una resolució de 1x1 km (Fick et al. 2017); a cada quadrícula UTM 10x10 se li assigna una temperatura calculada com la mitjana de les 100 dades dels quadrats 1x1 km que inclou.

**Precipitation Temperature Index (SPI):** mitjana de la precipitació total anual que experimenta una espècie en el conjunt de la seva distribució. Calculada aplicant la mateixa metodologia que en el cas del STI.

**Índex tancat-obert (TAO):** Aquest índex situa la preferència d'una espècie al llarg d'un gradient que va des d'ambients tancats (forestals) a ambients oberts (prats i erms). L'índex es calcula a partir de les dades de densitat de les espècies al conjunt de seccions dels itineraris del CBMS, que prèviament han estat classificades com 'obertes' o 'tancades' en funció de les comunitats vegetals dominants. El càlcul segueix la fórmula i aproximació descrita a Ubach et al. (2020), amb l'índex acotat entre -1 (per a una espècie totalment forestal) i +1 (per a una espècie totalment lligada a ambients oberts).

**Índex d'especialització (SSI):** Calcula el grau d'especialització d'una espècie en quant l'ús de diferents tipus d'hàbitat en funció de la distribució de la densitat dels adults en les seccions dels itineraris del CBMS, prèviament assignades a 19 categories d'hàbitat. Aquestes categories s'estableixen a partir de la caracterització de la vegetació que es fa al CBMS, aplicant els criteris CORINE. El càlcul de l'índex segueix la fórmula i aproximació descrita per Julliard et al. (2006). L'índex pot anar des de 0 (per a una espècie totalment generalista que no té cap tipus de preferència) fins a valors positius no acotats (encara que amb les dades del CBMS no s'arriba mai a un valor de 4 per a les més especialistes d'un tipus d'hàbitat).

D'aquests quatre indicadors específics s'han calculat també indicadors de comunitat, que són un resum del conjunt de la comunitat de papallones en un moment determinat. Per a fer-ho es parteix del conjunt d'espècies que apareixen un any en una localitat i es multiplica l'índex d'abundància relativa de cadascuna (transformat amb l'arrel quadrada) pel valor del seu índex específic climàtic o d'hàbitat per a obtenir un valor mitjà general per a cadascun dels anys. De l'índex específic de temperatura s'extreu l'**índex tèrmic de comunitat (CTI)**, de l'índex específic de precipitació s'extreu l'**índex de precipitació de comunitat (CPI)**, de l'índex específic d'especialització s'extreu l'**índex d'especialització de comunitat (CSI)** i de l'índex tancat-obert s'extreu l'**índex tancat-obert de comunitat (TAOC)**.

Si les comunitats de papallones estan responent als diferents motors del canvi global en la direcció que prediu la teoria, esperariem trobar els següents resultats:

1. L'augment de les temperatures que comporta el canvi climàtic en principi ha d'afavorir les espècies més termòfiles i, en canvi, repercutir negativament sobre les que estan adaptades a climes freds (Fig. 2a). Per tant, esperarem que en les darreres dècades hi hagi una tendència a l'augment del CTI (Fig. 2d; Devictor et al. 2012).

2. El canvi climàtic no només comporta un augment de les temperatures sinó també un major impacte de la sequera a la regió mediterrània. En condicions de major sequera esperariem que, en una determinada localitat, les espècies amb majors requeriments hídrics (per tant, un SPI més elevat) pateixin un major estrés i mostrin tendències poblacionals més negatives (Fig. 2b). Per tant, a nivell de comunitat esperarem una disminució del CPI (Fig. 2c).

3. Un dels canvis paisatgístics més evidents a Catalunya en les darreres dècades ha estat l'augment de la massa forestal, a causa de l'abandonament de les activitats agrícoles i ramaderes tradicionals. Ubach et al. (2020) han trobat recentment una resposta significativa de les comunitats de papallones envers aquest fenomen en un nombre important de localitats catalanes. Per tant, en aquelles localitats en què l'augment de la massa forestal i la pèrdua d'espais oberts sigui un fenomen vigent, esperarem trobar una relació negativa entre l'índex TAO i les tendències poblacionals, ja que els valors més alts (positius) d'aquest índex corresponen a les espècies que prefereixen els espais oberts (Fig. 2b). A nivell de comunitat, esperarem doncs que l'índex TAOc disminueixi (Fig. 2c).

4. Un fenomen associat amb el canvi global és el de l'homogeneïtzació de les comunitats naturals, tal com apunten diversos estudis (p. ex. Ekroos et al. 2010, Le Viol et al. 2012). Bàsicament, aquest fenomen descriu com les comunitats són progressivament dominades per espècies generalistes, més capaces de fer front als canvis ambientals que comporta el canvi global (climàtics, paisatgístics -p. ex. fragmentació del paisatge-, ecològics -p. ex. augment d'espècies invasores). Per tant,

esperarem que en localitats afectades per factors diversos del canvi global hi hagi una relació inversa entre les tendències poblacionals i el índex SSI (que pren valors més alts per a les espècies especialistes) (Fig. 2b), i que a nivell de comunitat l'índex CTI disminueixi al llarg del temps (Fig. 2c).

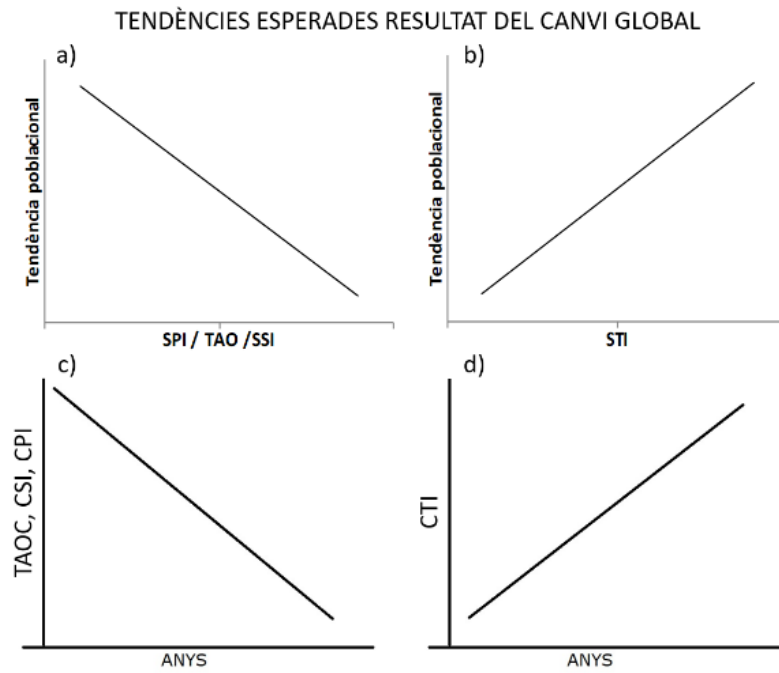


Figura 2. Tendències esperades resultat del canvi global per als indicadors ecològics usats a la xarxa CBMS (a i b) i evolució esperada per als seus indicadors de comunitat (c i d).

## 3. Resultats i discussió

### 3.1. Espècies detectades

Des de l'inici dels seguiments, l'any 1994, als itineraris del Parc de Collserola s'han enregistrat 70 espècies de ropalòcers, un 34,8% de la fauna catalana (Taula 1). En quant a riquesa d'espècies, l'itinerari de Can Ferriol, amb 67 espècies, és molt més divers que els de Torre Negra, amb 49 espècies, Turó d'en Fument, amb 48 espècies, Turó de Montcada, amb 46 espècies, o Roques Blanques, amb 37 espècies. Encara que per a fer una comparativa correcta caldria corregir pels anys de mostreig (p. ex. mitjançant corbes de rarefacció), la major riquesa de Can Ferriol respecte la resta dels itineraris és manifesta, també per la presència d'espècies molt rares dins l'àmbit del Parc de Collserola. Les comunitats de papallones de cadascun dels itineraris es poden consultar fàcilment al web del CBMS, a l'apartat: <https://www.catalanbms.org/ca/itineraris/>

El nombre d'espècies detectades al CBMS representa una bona estima del que pugui haver al conjunt del Parc de Collserola. Ens consta que històricament s'havien citat algunes espècies no aparegudes al seguiment CBMS, però en són unes poques que amb molta probabilitat estan extingides a la zona (p. ex. *Zerynthia rumina*, *Iolana debilitata*, *Nymphalis antiopa*). No obstant, per poder elaborar un catàleg complet caldria fer un buidat bibliogràfic i també consultar dades recents en portals de biodiversitat com ara Ornitho.cat o Insectarium virtual (p. ex. ens consta que *Limenitis camilla* ha estat enregistrada al vessant nord del Parc).

De la llista d'espècies no en trobem cap que aparegui dins del Catàleg d'Espècies Amenaçades de Catalunya, publicat pel Departament de Territori i Sostenibilitat de la Generalitat de Catalunya i actualment en procés de revisió. Tot i així, des del Museu de Ciències Naturals de Granollers es va proposar incloure en aquesta llista l'escac ferruginós, *Melanargia occitanica*, una espècie que es troba en forta regressió a la gran majoria de les estacions del CBMS on hi apareix i que encara manté alguna població a Collserola. La població abundant que havia estat ben present a Can Ferriol a la dècada dels 90 (Jubany & Rovira, 2000) va patir una forta davallada a principis dels 2000 i es va extingir completament uns anys més tard (i no s'ha tornat a detectar des de 2009). Seria molt interessant dedicar esforços a conèixer l'estatus d'aquesta papallona al Parc de Collserola, fent un cens actualitzat de les poblacions que encara hi puguin existir, i fins i tot plantejant la possibilitat d'establir micro-reserves per conservar l'hàbitat allà on encara hi sigui present en un estat saludable.

A la localitat de Can Ferriol també hi ha una població del brocat variable, *Euphydryas aurinia*, espècie que figura com a protegida a l'Annex 2 de la Directiva d'Hàbitats. Malgrat ser una espècie prou comuna a Catalunya, a l'ambient mediterrani es troba en regressió, per la qual cosa la població de Can Ferriol -fins ara estable- és destacable. Aquesta espècie també ha aparegut com a ocasional al Turó d'en Fument.

Altres dues espècies destacables que han aparegut als censos són: la marbrada zebrada, *Euchloe belemia*, fins ara citada únicament dos cops a Catalunya, en tots dos casos a la zona de Collserola (Anton-Recasens et al., 2007; Guzmán, 2011), però sense indicis de què hi mantingui poblacions estables; i la tornassolada petita, *Apatura illia*, enregistrada per primer cop el 2020 a Torre Negra, i que es troba en procés d'expansió en altres àrees properes (p. ex. en jardins de la ciutat de Barcelona; Stefanescu, 2014).

Taula 1. Espècies de ropalòcers aparegudes als itineraris del CBMS al Parc de Collserola, amb indicació de la seva tendència poblacional a Can Ferriol i al Turó d'en Fumet i, a nivell comparatiu, al conjunt de Catalunya.

Família	Nom català	Nom científic	Nº itins	T Can Ferriol	T Turó Fumet	T General
Hesperiidae	Capgròs comú	Carcharodus alceae	5	Regressió	NA	Estable
Hesperiidae	Fúria	Erynnis tages	1	NA	NA	Regressió
Hesperiidae	Sageta negra	Gegenes nostrodamus	2	NA	NA	NA
Hesperiidae	Dard ros	Ochlodes sylvanus	2	NA	NA	Regressió
Hesperiidae	Merlet comú	Pyrgus malvoides	2	NA	NA	Incerta
Hesperiidae	Murri de la pimpinella	Spialia sertorius	4	Extingida	NA	Incerta
Hesperiidae	Daurat fosc	Thymelicus acteon	5	Estable	Extingida	Estable
Nymphalidae	Papallona del lledoner	Libythea celtis	5	Estable	NA	Incerta
Lycaenidae	Moreneta meridional	Aricia cramera	5	Estable	NA	Regressió
Lycaenidae	Blaveta de l'heura	Celastrina argiolus	5	Regressió	Estable	Estable
Lycaenidae	Verdeta d'ull ros	Callophrys avis	3	Regressió	Extingida	NA
Lycaenidae	Barrinadora del gerani	Cacyreus marshalli	3	NA	Extingida	Regressió
Lycaenidae	Verdeta d'ull blanc	Callophrys rubi	5	Regressió	Regressió	Incerta
Lycaenidae	Turquesa europea	Glaucopsyche alexis	3	Estable	NA	Regressió
Lycaenidae	Turquesa mediterrània	Glaucopsyche melanops	3	Regressió	Estable	Regressió forta
Lycaenidae	Blaveta dels pèsols	Lampides boeticus	5	Regressió	Regressió	Estable
Lycaenidae	Coure comú	Lycaena phlaeas	5	Estable	NA	Regressió
Lycaenidae	Blaveta estriada	Leptotes pirithous	5	Estable	Estable	Estable
Lycaenidae	Morada	Favonius quercus	4	Estable	NA	Incerta
Lycaenidae	Blaveta de l'astràgal	Polyommatus escheri	1	Estable	NA	Regressió
Lycaenidae	Griseta mediterrània	Lysandra hispana	1	NA	NA	Incerta
Lycaenidae	Blaveta comuna	Polyommatus icarus	5	Estable	NA	Estable
Lycaenidae	Blaveta de la farigola	Pseudophilotes panoptes	3	Estable	NA	Incerta
Lycaenidae	Blaveta de la trepadella	Polyommatus thersites	1	NA	NA	Regressió
Lycaenidae	Marroneta de l'alzina	Satyrium esculi	5	Increment	Estable	Increment
Lycaenidae	Coure verdet	Tomares ballus	4	Estable	NA	Incerta
Nymphalidae	Tornassolada petita	Apatura ilia	1	NA	NA	Incerta
Nymphalidae	Argentada comuna	Argynnis paphia	3	Extingida	NA	Estable
Nymphalidae	Migradora dels cards	Vanessa cardui	5	Estable	Estable	Regressió
Nymphalidae	Papallona de l'arboç	Charaxes jasius	5	Regressió	Regressió	Estable
Nymphalidae	Brocat variable	Euphydryas aurinia	2	Estable	NA	Regressió
Nymphalidae	Nimfa mediterrània	Limenitis reducta	4	Regressió	Estable	Estable
Nymphalidae	Damer dels conillets	Melitaea deione	2	Extingida	NA	Estable
Nymphalidae	Damer rogenc	Melitaea didyma	2	Extingida	NA	Estable
Nymphalidae	Damer de la centàurea	Melitaea phoebe	1	NA	NA	Estable
Nymphalidae	Nimfa dorment	Nymphalis polychloros	4	Increment	NA	Regressió
Nymphalidae	Papallona de la c blanca	Polygonia c-album	5	Regressió	NA	Estable

<b>Nymphalidae</b>	Pandora	Argynnis pandora	1	NA	NA	NA
<b>Nymphalidae</b>	Atalanta	Vanessa atalanta	5	Regressió	Regressió	Estable
<b>Papilionidae</b>	Papallona zebra	Iphiclides feisthamelii	5	Estable	Regressió	Regressió
<b>Papilionidae</b>	Papallona reina	Papilio machaon	5	Estable	Regressió	Estable
<b>Pieridae</b>	Aurora	Anthocharis cardamines	3	Extintida	NA	Estable
<b>Pieridae</b>	Blanca de l'arc	Aporia crataegi	4	NA	NA	Incerta
<b>Pieridae</b>	Aurora groga	Anthocharis euphenoides	2	Estable	NA	Incerta
<b>Pieridae</b>	Safranera pàl·lida	Colias alfacariensis	1	NA	NA	Regressió
<b>Pieridae</b>	Safranera de l'alfals	Colias crocea	5	Estable	Estable	Estable
<b>Pieridae</b>	Marbrada zebra	Euchloe belemia	1	NA	NA	NA
<b>Pieridae</b>	Marbrada comuna	Euchloe crameri	5	Increment	Estable	Incerta
<b>Pieridae</b>	Cleòpatra	Gonepteryx cleopatra	5	Estable	Estable	Increment
<b>Pieridae</b>	Llimonera	Gonepteryx rhamni	5	Regressió	Estable	Estable
<b>Pieridae</b>	Angelet	Leptidea sinapis	5	Estable	Regressió	Regressió
<b>Pieridae</b>	Papallona de la col	Pieris brassicae	5	Estable	Estable	Estable
<b>Pieridae</b>	Pòntia comuna	Pontia daplidice	5	Estable	Extintida	Estable
<b>Pieridae</b>	Blanqueta de la mitja lluna	Pieris mannii	2	Extintida	NA	NA
<b>Pieridae</b>	Blanqueta de nervis verds	Pieris napi	3	Estable	NA	Estable
<b>Pieridae</b>	Blanqueta de la col	Pieris rapae	5	Estable	Estable	Estable
<b>Nymphalidae</b>	Bruixa	Brintesia circe	5	Extintida	Estable	Increment
<b>Nymphalidae</b>	Lleonada de garriga	Coenonympha dorus	2	Estable	NA	Regressió
<b>Nymphalidae</b>	Lleonada comuna	Coenonympha pamphilus	2	NA	NA	Regressió
<b>Nymphalidae</b>	Faune gran	Hipparchia fagi	1	NA	NA	Incerta
<b>Nymphalidae</b>	Faune de ziga-zaga	Hipparchia fidia	4	Estable	Extintida	Regressió
<b>Nymphalidae</b>	Faune lleonat	Hipparchia semele	1	NA	NA	Estable
<b>Nymphalidae</b>	Faune bru	Hipparchia statilinus	4	Estable	NA	Incerta
<b>Nymphalidae</b>	Margenera comuna	Lasiommata megera	5	Estable	Estable	Estable
<b>Nymphalidae</b>	Bruna de prat	Maniola jurtina	5	Increment	Extintida	Estable
<b>Nymphalidae</b>	Escac ibèric	Melanargia lachesis	5	Extintida	NA	Regressió
<b>Nymphalidae</b>	Escac ferruginós	Melanargia occitanica	1	Extintida	NA	Regressió forta
<b>Nymphalidae</b>	Bruna de bosc	Pararge aegeria	5	Regressió	Estable	Estable
<b>Nymphalidae</b>	Saltabardisses cintada	Pyronia bathseba	4	Estable	Increment	Regressió
<b>Nymphalidae</b>	Saltabardisses de solell	Pyronia cecilia	5	Regressió	NA	Regressió

## a. Indicadors de les comunitats

### Riquesa, abundància i tendències poblacionals

Les tendències poblacionals que han experimentat les espècies a Can Ferriol i al Turó d'en Fumet s'han esquematitzat a la figura 3. En aquestes gràfiques es fa molt evident que, en conjunt, les poblacions de papallones que han davallat superen amb escreix les que han augmentat. Aquestes tendències netament negatives queden reflectides en l'anàlisi dels dos paràmetres 'riquesa' i 'abundància'. Tant a Can Ferriol com al Turó d'en Fumet, s'ha observat una pèrdua de riquesa (definida aquí com a número d'espècies aparegudes anualment a l'itinerari; Figs 4 i 5), particularment forta a la darrera localitat (Taula 2). A més, en aquest indret també hi ha hagut una disminució molt pronunciada de l'abundància de les poblacions, no apreciable encara a Can Ferriol (Taula 2).

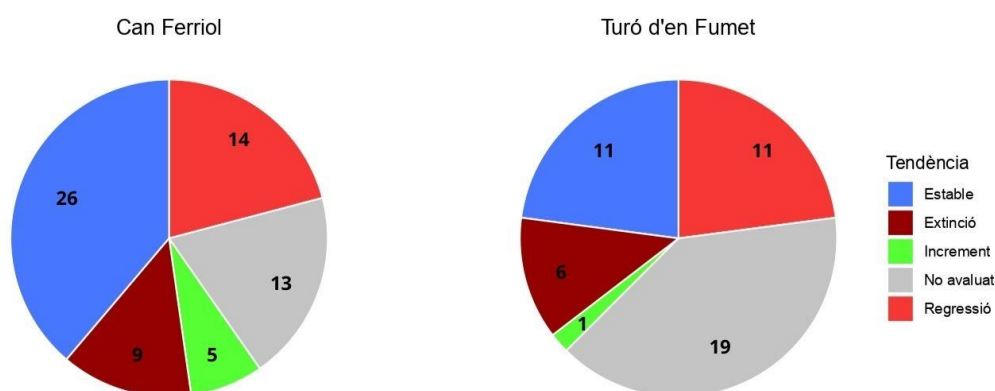


Fig. 3. Tendències poblacionals de les espècies de papallones observades a Can Ferriol i al Turó d'en Fumet entre 1994-2019.

La pèrdua de diversitat esmentada ha quedat reflectida en l'extinció local de diverses espècies. Concretament, a Can Ferriol s'ha constatat l'extinció de fins a 9 espècies (un 13,4% de les conegudes de l'itinerari; Taula 1, Fig. 3): *Spialia sertorius*, *Pieris mannii*, *Anthocharis cardamines*, *Melanargia occitanica*, *Melanargia lachesis*, *Brintesia circe*, *Melitaea deione*, *Melitaea didyma* i *Argynnis paphia*. La proporció d'extincions ha estat molt semblant al Turó d'en Fumet, on han desaparegut 6 espècies (12,5%): *Thymelicus acteon*, *Pontia daplidice*, *Callophrys avis*, *Cacyreus marshalli*, *Maniola jurtina* i *Hiparchia fidia* (Taula 1, Fig. 3). En aquesta anàlisi s'ha considerat com a extinció l'absència d'una espècie a l'itinerari durant un mínim de 4 anys seguits després d'haver-s'hi detectat almenys un mínim de 4 anys seguits. D'acord amb aquest criteri, alguna de les espècies citades figuren com amb poblacions extintes però, de fet, han tornat a detectar-se en anys recents (p. ex. *A. cardamines* o *M. lachesis*). Tot i així, les noves deteccions són ocasionals i encara no es consideren indicadores que s'hagi tornat a establir una població reproductora regular.

A la banda oposada, només s'han enregistrat 3 espècies que hagin estat capaces de colonitzar aquestes dues localitats durant el període d'estudi: *Glaucopsyche alexis* i

*Hipparchia statilinus* a l'itinerari de Can Ferriol, i *Pyronia bathseba* al del Turó d'en Fumet. En realitat, d'aquestes tres espècies l'única que actualment sembla mantenir una població saludable és *P. bathseba*, que es va establir de forma regular en aquest indret la darrera dècada, al llarg de la qual ha augmentat apreciablement. En canvi, les altres dues es mostren encara molt inestables a Can Ferriol i creiem que és molt possible que no acabin de consolidar poblacions duradores.

A més de les espècies extintes, hi ha un nombre important (al voltant d'un 20% a cadascun dels itineraris) que es troben en regressió (Fig. 3) i que en el futur podrien engruixir el grup de les extintes. Alguns exemples preocupants són *Glaucopteryx melanops* i *Callophrys rubi* a Can Ferriol, dues espècies abundants a l'inici del seguiment (Jubany & Rovira, 2000) i molt rares en l'actualitat, que també estan patint davallades molt fortes al conjunt de la regió mediterrània catalana. A més, cal afegir que del grup d'espècies que no s'han avaluat perquè apareixen només de forma ocasional i no mantenen poblacions reproductores regulars, hi ha una tendència molt clara a què les deteccions siguin cada cop menys freqüents o ja del tot inexistentes. Per exemple, espècies com *Lysandra hispana*, *Aporia crataegi*, *Colias alfacariensis* o *Erynnis tages*, totes elles de caràcter especialista, fa ja més d'una dècada que no es registren a Can Ferriol, però en la Fig. 3 apareixen com a no avaluades.

Aquestes situacions problemàtiques contrasten amb les d'unes poques espècies que es troben en augment: *Satyrium esculi*, *Aricia cramera*, *Euchloe cramerii*, *Maniola jurtina* i *Nymphalis polychloros* a Can Ferriol, i únicament *Pyronia bathseba* al Turó d'en Fumet. Aquestes espècies són bons exemples de papallones termòfiles i/o forestals, uns trets que les han afavorit com es conclou a partir de l'anàlisi que es presenta seguidament.

### Indicadors climàtics i d'hàbitat

L'estudi dels indicadors de comunitat construïts amb els índexs climàtics i d'hàbitat aporten informació interessant sobre quins són els factors que estan influïnt en l'evolució de les comunitats al Parc de Collserola.

Taula 2. Tendències en el temps dels diferents indicadors de comunitat a les estacions del CBMS al Parc de Collserola. Per a la definició dels indicadors, vegeu l'apartat 2.3. El sentit de les fletxes indica el signe de la tendència, i el número de fletxes el nivell de significació (↑, P < 0,05; ↑↑, P < 0,01; ↑↑↑, P < 0,001).

Codi	Itinerari	Espècies	Alçada	Anys	CSI	TAOC	CTI	CPI	Riq	Abu
<b>CBMS-8</b>	Can Ferriol	67	239	26	↓↓	↓↓	↑		↓	
<b>CBMS-21</b>	Turó d'en Fumet	48	312	24	↓	↓			↓↓↓	↓↓↓
<b>CBMS-95</b>	Torre Negra	49	122	8		↓				
<b>CBMS-147</b>	Turó de Montcada	46	153	7						
<b>CBMS-161</b>	Roques Blanques	37	106	2	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Pel que fa als indicadors climàtics, s'ha detectat un augment significatiu del CTI a Can Ferriol (Fig. 4, Taula 2). Aquesta relació s'emmarca plenament en el context d'escalfament global que estem patint i s'explica per l'increment en l'abundància relativa d'espècies més termòfiles (Fig. 2d).

Els dos indicadors d'hàbitat mostren relacions molt clares i plenament coincidents a Can Ferriol i al Turó d'en Fumet. En primer lloc, als dos itineraris hi ha hagut un procés d'homogeneïtzació de les comunitats de papallones, amb una importància creixent de les espècies generalistes respecte les especialistes, tal com reflecteix la disminució general del CSI (Figs 4 i 5, Taula 2). En segon lloc, la disminució de l'índex TAO en ambdues localitats indica que han estat les espècies típiques dels ambients oberts les que han patit les disminucions més fortes, i que en conjunt les comunitats han passat a ser més dominades per espècies forestals i de matollars alts (Figs 4 i 5, Taula 2). Aquesta tendència també s'observa a la Torre Negra, malgrat que en aquest itinerari la sèrie temporal disponible és molt més curta (Taula 2).

La disminució de l'índex CSI està molt lligada a la del TAOc, perquè els problemes de tancament de la vegetació que es comenten seguidament afecten sobretot els especialistes d'hàbitats oberts i comporten una homogeneïtzació de la fauna. Tanmateix, altres fenòmens com la reducció i la fragmentació dels hàbitats que tenen lloc a escala de paisatge i no necessàriament dins dels itineraris monitoritzats també deuen tenir una incidència important. Això podria explicar, per exemple, la desaparició gradual d'observacions d'espècies rares que podrien no haver mantingut poblacions reproductores a la zona d'estudi sinó en d'altres properes, i que al principi de l'estudi encara es detectaven com a resultes de processos dispersius.

Ara bé, les tendències significatives i coincidents dels indicadors d'hàbitat suggereixen que tant a Can Ferriol com al Turó d'en Fumet durant aquests anys hi ha hagut transformacions importants amb efectes predominantment negatius sobre les comunitats de papallones. El seguiment de la vegetació que es fa des de 2000 i que es repeteix cada sis anys aporta informació clau per interpretar la disminució de l'índex TAOc observat en ambdues localitats (Fig. 6).

En el cas concret del Turó d'en Fumet, la transformació del paisatge ha estat particularment clara i respon al clàssic procés de successió de les comunitats vegetals després que aquesta zona quedés devastada per l'incendi forestal del Bosc Gran el 1994. L'itinerari es va dissenyar en el context d'un estudi pluridisciplinar per documentar els canvis que anaven patint les comunitats de plantes, papallones i ocells a mesura que l'hàbitat s'anava transformant (Llimona et al., 2000). Els comptatges es van iniciar el 1996, dos anys després de l'incendi. La figura 6 mostra com el 2000 l'itinerari estava gairebé del tot dominat pels matollars baixos d'estepa borrera i negra, període durant el qual hi va haver una autèntica explosió de la verdeta d'ull blanc, *Callophrys rubi*, que depèn justament d'aquestes dues plantes. Els matollars baixos van ser substituïts per matollars de port llenyós els següents anys, i això va suposar en pocs temps una davallada important d'aquesta espècie. La darrera caracterització de la vegetació el 2018 ja va mostrar un recobriment de prop d'un 15% d'alzinar jove i menys d'un 10% de matollar baix. La molt notable caiguda que ha sofert l'índex TAOc des de l'inici de l'estudi fins a l'actualitat s'adiu perfectament amb aquest procés d'embosquament. Combinat amb el fet que la gran majoria de les espècies de papallones a Catalunya es troben lligades a ambients més o menys oberts (Ubach et al., 2020), l'embosquament ha estat també el principal responsable de la forta davallada de les poblacions enregistrada en aquesta localitat (Fig. 5).

La situació a Can Ferriol és més complexa, perquè en aquesta localitat el paisatge és més divers i presenta més dinamisme. El paisatge està constituït per un mosaic de diferents tipus de vegetació, la cobertura dels quals canvia notablement segons les intervencions que s'hi fan. Entre aquestes intervencions hi destaquen la pastura per part d'un ramat d'ovelles i cabres, el conreu de cereals i les estassades dels marges i l'aprofitament forestal.

L'itinerari manté zones obertes al voltant de la masia de Can Ferriol, conreades i pasturades, que s'han mantingut com a tals durant tot l'estudi. Malgrat això, la intensitat d'aquestes accions ha variat segons els anys. Als registres d'impactes a l'itinerari recollits pels censadors del CBMS (disponibles a partir de 1998), la freqüència de pastura va ser molt més alta entre 2000 (any en què es va anotar per primer cop la presència d'un ramat d'ovelles i cabres) i 2010 que entre 2011 i 2019. Concretament, les observacions de pastura a les dues seccions més diverses (seccions 2 i 3) ha estat proporcionalment fins a cinc cops superior en el primer període que en el segon. És interessant remarcar que l'índex TAOc va disminuir molt fortament entre 1994 i 2000, va augmentar sobtadament el 2001 i es va mantenir amb valors alts fins a 2009, i a partir d'aquest moment va tornar a disminuir continuadament fins a valors molt baixos els darrers anys. Aquests canvis suggereixen que en les zones obertes més valuoses hi ha hagut un fenomen de tancament de la vegetació en dos moments del seguiment (el primer dels quals va finalitzar amb la introducció de pastura l'any 2000, i el segon que s'ha prolongat fins l'actualitat coincidint amb una disminució de la pressió de pastura), amb repercussions sobre la comunitat de papallones. Aquests episodis, alhora, semblen haver afectat més negativament les papallones especialistes (que es troben lligades a prats mediterranis) que a les generalistes, provocant la davallada continuada de l'índex d'especialització de la comunitat. A més, les tendències negatives d'aquestes espècies es podrien haver vist magnificades per situacions de sequera molt intenses que han afectat la zona en alguns estius de la sèrie (per exemple el 2009 i el 2016). Seria interessant aprofundir en tots aquests processos i la manera com han afectat espècies concretes, però un estudi detallat queda fora de l'àmbit d'aquest informe. Perfectament, però, podrien constituir un cas d'estudi en algun treball de recerca universitari.

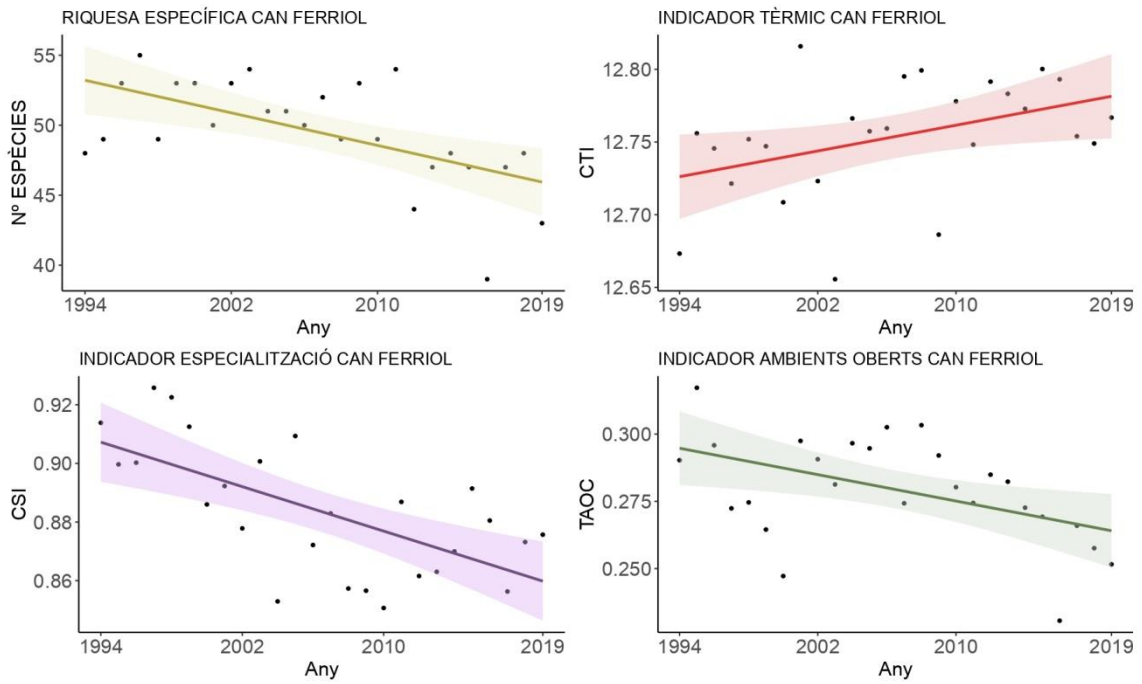


Fig. 4. Indicadors de comunitat amb tendències significatives a l'itinerari de Can Ferriol, d'acord amb les dades de seguiment entre 1994-2019.

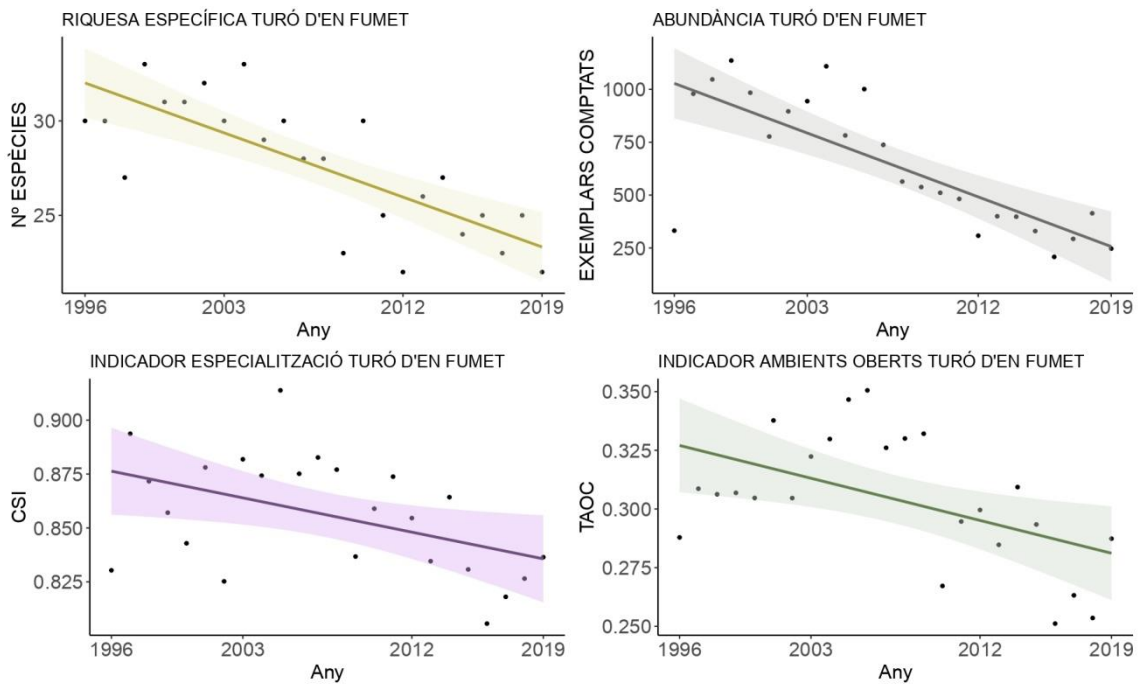


Fig. 5. Indicadors de comunitat amb tendències significatives a l'itinerari del Turó d'en Fumet, d'acord amb les dades de seguiment entre 1996-2019.

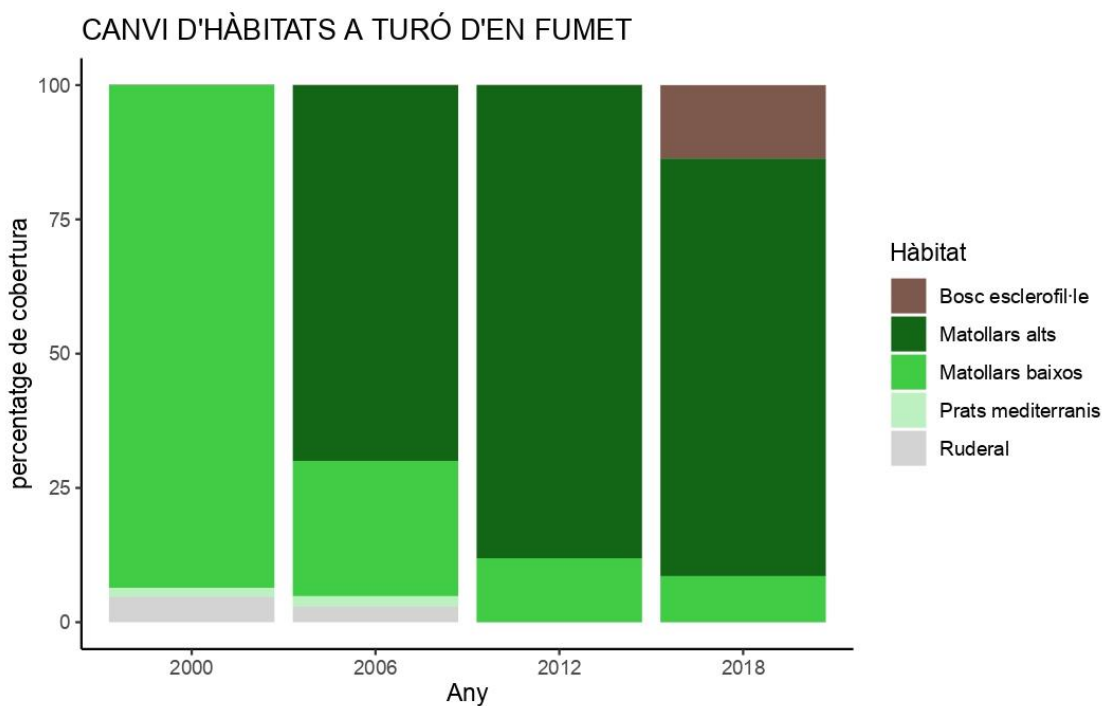
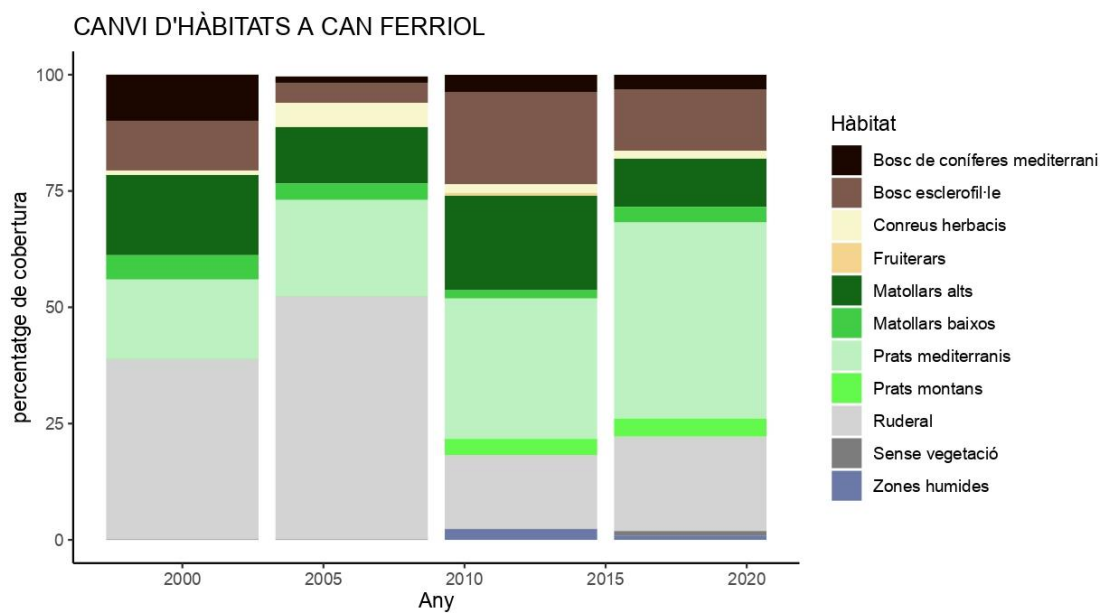


Fig. 6. Canvis en el tipus de vegetació enregistrats als itineraris de Can Ferriol i del Turó d'en Fumet en entre 2000 i 2018.

## 4. Conclusions

Al Parc de Collserola s'ha fet seguiment de papallones amb la metodologia BMS durant dues dècades i mitja. Encara que amb sèries temporals variables, s'han fet censos en cinc localitats, la qual cosa ha permès detectar 70 espècies de ropalòcers, gairebé un 35% de les conegudes a Catalunya. La majoria són papallones relativament comunes al país, i solament una d'aquestes espècies, l'escac ferruginós (*Melanargia occitanica*), ha estat proposat per a ser inclosa al futur catàleg d'espècies amenaçades. Tanmateix, l'única població monitoritzada es va extingir de l'entorn de Can Ferriol a la dècada dels 2000.

El seguiment ha posat de manifest una davallada important de moltes espècies a les dues localitats monitoritzades a llarg termini. Hem estimat que al voltant d'un 13% de les espècies de les respectives comunitats han patit extincions locals, i que aproximadament un 20% es troben en regressió. Altres espècies no avaluades perquè només es detecten ocasionalment, han deixat d'aparèixer completament als censos a la darrera dècada. Contràriament, són molt escasses les espècies en augment (entre 1-5%). Aquestes davallades són una constant no només al conjunt de Catalunya (Melero et al. 2016), sinó a molts indrets del Planeta, tal com posen de manifest diversos estudis recents (Sánchez-Bayo & Wyckhuys, 2019; Wagner, 2019).

Hem calculat quatre índexs de comunitat que informen sobre l'impacte que han tingut tant els factors climàtics com els d'hàbitat. Tres d'aquests índexs mostren tendències significatives, essent particularment evidents les que es relacionen amb modificacions dels hàbitats. A Can Ferriol s'ha observat un augment de l'índex tèrmic de la comunitat, que indica que les espècies més termòfiles han passat a ser més dominants durant el període d'estudi, un signe evident de la influència de l'escalfament global.

Tant a Can Ferriol com al turó d'en Fumet s'ha observat un procés d'homogeneïtzació de la fauna, que implica un predomini cada cop més gran de les espècies generalistes i un enrariment de les especialistes. Paral·lelament, a totes dues localitats hi ha hagut disminucions significatives de l'índex TAOc, que denota un predomini creixent de les espècies amb preferències pels ambients forestals en detriment de les que s'associen als espais oberts. Al Turó d'en Fumet aquesta tendència està del tot relacionada amb el procés de successió de la vegetació després de l'incendi del Bosc Gran que va devastar la zona l'any 1994. A Can Ferriol no hi ha hagut una disminució en la superfície ocupada pels prats i ambients oberts, però s'ha detectat una disminució important en la pressió de pastura en dos períodes que sembla ser la causa d'aquest major èxit de les espècies forestals. Tenint en compte que la gran majoria de papallones catalanes s'associen en major o menor mesura als espais oberts, la disminució de l'índex TAOc comporta la davallada de les poblacions de moltes espècies i, per tant, suposa un problema per a la conservació d'aquest grup d'insectes.

Altres raons menys òbvies podrien ajudar a explicar el procés general d'homogeneïtzació de la fauna. És molt possible que els episodis de sequera intensa que han afectat Catalunya els darrers 25 anys hagin repercutit més negativament en els especialistes d'ambients oberts que en les espècies generalistes, més capaces d'adaptar-se a condicions desfavorables. També és molt possible que la davallada en l'índex d'especialització de la comunitat estigui relacionat amb problemes de major fragmentació i reducció de la superfície dels hàbitats (principalment prats i altres

espais oberts), ja que està ben documentat que la majoria dels especialistes mantenen estructures metapoblacionals la dinàmica de les quals es veu alterada quan les clapes d'hàbitat es redueixen i les distàncies entre poblacions s'incrementen. Aquesta problemàtica transcendeix la gestió a escala dels itineraris on es fa el seguiment, ja que afecta també el paisatge que els envolta.

En definitiva, aquest treball mostra que el seguiment del CBMS proporciona una eina robusta i útil per documentar i entendre els canvis que està patint aquest grup d'insectes bioindicadors. També posa de manifest la importància de disposar de sèries a llarg termini per reflectir l'impacte del canvi global sobre els nostres ecosistemes i, per tant, considerem essencial mantenir el seguiment i evitar que hi hagi futures interrupcions, com la que van patir els itineraris de Can Ferriol i el Turó d'en Fumet l'any 2020.

## 5. Referències bibliogràfiques

- Anton-Recasens, M., Jubany, J., Stefanescu, C. (2007). *Euchloe belemia* (Esper, [1800]), espècie nova per a Catalunya (Lepidoptera: Pieridae). *Butlletí de la Societat Catalana de Lepidopterologia*, 98: 87-90.
- Devictor, V., van Swaay, C., Brereton, T., Brotons, L., Chamberlain, D., Heliölä, J., Herrando, S., Julliard, R., Kuussaari, M., Lindström, Å., Reif, J., Roy, D.B., Schweiger, O., Settele, J., Stefanescu, C., Van Strien, A., Van Turnhout, C., Vermouzek, Z., WallisDeVries, M., Wynhoff, I., Jiguet, F. (2012). Differences in the climatic debts of birds and butterflies at a continental scale. *Nature Climate Change*, 2: 121–124.
- Ekroos, J., Heliölä, J., Kuussaari, M. (2010). Homogenization of lepidopteran communities in intensively cultivated agricultural landscapes. *Journal of Applied Ecology*, 47: 459–467
- Fick, S. E., Hijmans, R. J. (2017). Worldclim 2: New 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 37: 4302–4315.
- García-Barros, E., Munguira, M.L., Martín Cano, J., Romo Benito, H., García Pereira, P., Maravalhas, E.E. (2004). Atlas de las mariposas diurnas de la Península Ibérica e islas Baleares (Lepidoptera: Papilionoidea & Hesperioidea). 381 *Monografías de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 11: 1–228.
- Guzmán, E. (2011). *Euchloe belemia* (Esper, [1800]) a Catalunya: recuperació d'una antiga observació (Lepidoptera: Pieridae). *Butlletí de la Societat Catalana de Lepidopterologia*, 102: 99-100.
- Jubany, J., Rovira, S. (2000). Butterfly Monitoring Scheme (Pla de Seguiment de Ropalòcers) en el Parc Metropolità de Collserola. *I Jornades sobre la Recerca en els sistemes naturals de Collserola: aplicacions a la gestió del Parc* (F. Llimona, J.M. Espelta, J.C. Guix, E. Mateos, J.D. Rodríguez-Teijeiro, eds). Consorci Parc de Collserola.
- Julliard, R., Clavel, J., Devictor, V., Jiguet, F., Couvet, D. (2006). Spatial segregation of specialists and generalists in bird communities. *Ecology Letters*, 9: 1237–1244.
- Le Viol, I., Jiguet, F., Brotons, L., Herrando, S., Lindström, Å., Pearce-Higgins, J. W., Reif, J., Van Turnhout, C., Devictor, V. (2012). More and more generalists: two decades of changes in the European avifauna. *Biology Letters* 8: 780–782.
- Llimona, F., Jubany, J., Tenés, A. (2000). La regeneració del Bosc Gran després de l'incendi de 1994: una aproximació multidisciplinària. *I Jornades sobre la Recerca en els sistemes naturals de Collserola: aplicacions a la gestió del Parc* (F. Llimona, J.M. Espelta, J.C. Guix, E. Mateos, J.D. Rodríguez-Teijeiro, eds). Consorci Parc de Collserola.
- Melero, Y., Stefanescu, C., Pino, J. (2016). General declines in Mediterranean butterflies over the last two decades are modulated by species traits. *Biological Conservation*, 201: 336-342.
- Sánchez-Bayo, F., Wyckhuys, K.A.G. (2019). Worldwide decline of the entomofauna: a review of its drivers. *Biological Conservation*, 232: 8-27.

Schmucki, R., Pe'er, G., Roy, D.B., Stefanescu, C., Van Swaay, C.A.M., Oliver, T.H., Kuussaari, M., Van Strien, A., Ries, L., Settele, J., Musche, M., Carnicer, J., Schweiger, O., Brereton, T., Harpke, A., Heliölä, J., Kühn, E., Julliard, R. (2015). Regionally informed abundance index for supporting integrative analyses across butterfly monitoring schemes. *Journal of Applied Ecology*. Doi: 10.1111/1365-2664.12561

Schmucki R., Harrower C.A., Dennis E.B. (2021) rbms: Computing generalised abundance indices for butterfly monitoring count data. R package version 1.1.0. <https://github.com/RetoSchmucki/rbms>

Stefanescu, C. (2014). La tornassolada petita, *Apatura ilia*, un habitant dels boscos de ribera en expansió a Catalunya. *Cynthia*, 13: 18-22.

Ubach, A., Páramo, F., Gutiérrez, C., Stefanescu, C. (2020). Vegetation encroachment drives changes in the composition of butterfly assemblages and species loss in Mediterranean ecosystems. *Insect Conservation and Diversity*, 13: 151-161.

Wagner, D. (2020). Insect declines in the Anthropocene. *Annual Review of Entomology*, 65: 457-480.