

L'espècie més excepcional i amenaçada de la fauna catalana: la bofilliel·la, testimoni dels darrers boscos madurs (*Bofilliella subarcuata*, Gastropoda: Clausiliidae)

CRISTIAN R. ALTABÀ

Parc Natural de la Península de Llevant, Conselleria de Medi Ambient i Territori,
Govern de les Illes Balears, 07570 Artà, Illes Balears
Grup de recerca en evolució i cognició humana (EVOCOG),
Universitat de les Illes Balears, 07071 Palma, Illes Balears
cristianr.altaba@uib.cat

Rebut: 28.I.2020
Acceptat: 4.2.2020

RESUM

Des del seu descobriment, ara fa just 125 anys, el cargol terrestre *Bofilliella subarcuata* (Bofill, 1897) ha estat localitzat a tan sols 22 localitats molt concretes, entre 170 i 1.040 m d'altitud, a la Garrotxa i zones limítrofes, al cor de la Catalunya humida. D'aquestes, 12 corresponen a cavitats subterrànies; malgrat les adaptacions que podrien conduir a considerar aquesta espècie endèmica com a troglobiont, es limita a les entrades de coves i avencs, que són refugis marginals on es mantenen condicions semblants al sòl profund i ombrívol sota els boscos madurs del territori olositànic. És doncs un especialista d'aquestes boscúries, les quals es troben actualment limitades a rodals petits i desconnectats; aquests estan essent destruïts i degradats a un ritme vertiginós, de manera que en molt pocs anys l'hàbitat de la bofilliel·la pot desaparèixer del tot. Les seves poblacions són molt petites, aïllades i subjectes a altres amenaces greus, com la depredació per col·leccionistes i l'expansió d'espècies invasores. Emprant els criteris de la UICN, el seu estatus de conservació és "en perill crític", amb els indicadors CR A2c,4de; B2ab(i,ii,iii,iv,v); C2a. Se la pot considerar, a més, un veritable "fòssil vivent": pertany a la subfamília Laminiferinae, originada al Cretaci superior, i divergí de l'altra única espècie vivent fa uns 26 milions d'anys. El seu índex EDGE, que combina l'estatus de conservació amb el grau d'aïllament filogenètic, té un valor de 6,329; molt pocs mamífers o ocells superen aquesta xifra a escala global. És, doncs, una prioritat absoluta i urgent.

Paraules clau: boscos madurs, desforestació, Prepirineus, Catalunya, *Bofilliella*, Clausiliidae, cargols terrestres, coves, fòssil vivent, especialista, perill crític, prioritat de conservació.

ABSTRACT

The most unique and endangered species of the Catalan fauna: *Bofilliella subarcuata* (Gastropoda: Clausiliidae), witness of the last mature forests

Since its discovery exactly 125 years ago, the land snail *Bofilliella subarcuata* (Bofill, 1897) has been found at just 22 highly restricted localities, at altitudes ranging from 170 up to 1040 m, in the Garrotxa county and adjacent areas in the eastern Pyrenees of Catalonia. Twelve of these belong to underground cavities. Although this species exhibits adaptations typical of troglobionts, it lives only at the entrance of caves and sinkholes. These are marginal refugia maintaining an environment similar to the deep, shaded soil under mature forests of the Olositanic territory. It is thus a specialist of these woodlands, which are currently limited to small, disconnected patches that are being destroyed and degraded at an alarming rate; in just a few years the snail's habitat might disappear completely. Its populations are very small and isolated, and subject to other serious threats such as predation by collectors and expansion of invasive species. Applying the IUCN criteria, its conservation status is critically endangered, with indicators CR A2c,4de; B2ab(i,ii,iii,iv,v); C2a. It can also be considered a living fossil, as it belongs to the subfamily Laminiferinae, originated in the late Cretaceous, and diverged from its only extant close relative ca. 26 million years ago. Its EDGE index, a combination of evolutionary distinctiveness and degree of endangerment, has a value of 6.329; very few mammals or birds have higher scores at a global scale. It is thus an absolute, urgent priority.

Key words: mature forests, deforestation, Pre-Pyrenees, Catalonia, *Bofilliella*, Clausiliidae, land snails, caves, living fossil, specialist, critically endangered, conservation priority.

Viure al límit

Prop del final que suposa l'extinció, la supervivència esdevé un perillós joc d'atzar: quan el nombre d'individus és molt baix, qualsevol petita oscil·lació demogràfica pot tocar el zero, el punt sense retorn. Per si fos poc, les coses poden ser encara més crues, quan els darrers individus es localitzen només a refugis marginals. Aquest són indrets molt concrets, on les condicions que els permeten existir encara es mantenen d'alguna manera. Un error freqüent és considerar que aquests refugis representen l'hàbitat propi o òptim de l'espècie; ben al contrari, en general són microhàbitats els quals, a més de ser quasi sempre perifèrics en sentit geogràfic, ho són també ecològicament (Caughley, 1994; Cromsigt *et al.*, 2012; Kerley *et al.*, 2012; Monsarrat *et al.*, 2019). Aquesta contracció en l'àrea de distribució és particularment notable, i potencialment catastròfica, entre espècies insulars. Ara bé, també ho és per aquelles altres que, tot i estar escampades per àrees continentals relativament grans (o molt grans), es troben només en "illes" ecològiques, separades per extensions inhòspites (Altaba, 2014). Una visió insular, doncs, pot il·luminar les paradoxes de la conservació del patrimoni natural a les zones continentals.

En el cas dels animals menuts, poden mantenir poblacions reduïdes a llocs extremadament limitats, on hi troben condicions marginalment aptes per completar el seu cicle vital. Sovint, però, són hàbitats que no presenten pas les millors condicions per a l'espècie... simplement, es tracta de refugis on no hi han arribat les perturbacions que els són nocives, o els enemics introduïts. Hi ha moltes espècies terrestres que són endèmiques de territoris molt petits, amb un panorama general

bastant trist: a moltes illes la fauna autòctona resisteix només a llocs que no han estat devastats precisament perquè hi ha molt pendent, o qualsevol altre inconvenient que ho és tant per a les persones com per a altres espècies exòtiques invasores. El problema, doncs, és que generalment aquests refugis marginals no són, ni de bon tros, l'hàbitat òptim per a les espècies natives que hi queden acantonades.

Per demostrar aquest fenomen, podem considerar el curiós cargolet anomenat *Bofilliella subarcuata* (FIGURA 1). Pertany a la gran família dels clausílids, dintre la qual és filogenèticament isolat; de fet, té una morfologia força divergent respecte a altres espècies del grup. Geogràficament, es troba circumscrit a la Catalunya humida. A quasi totes les escasses publicacions on es menciona aquesta raríssima espècie se la considera típica de les coves. Ho és, però?

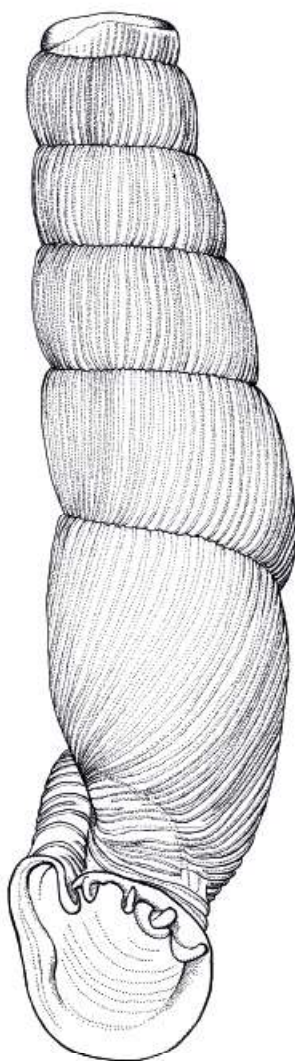


FIGURA 1. Conquilla adulta (decol·lada i amb armadura apertural completa) de *Bofilliella subarcuata*, procedent de la cova de la Torre (Sant Feliu de Pallerols, la Garrotxa). La longitud d'aquest exemplar és 8,85 mm. Noteu l'obertura apostrofica, amb la lamel·la inferior adjacent a la superior (la més gran), la qual marca un solc evident a l'ample sínulus que deixa la darrera volta en quedar parcialment separada de l'espira.

El tenebrós misteri del fantasma pervers

Un plàcid dia de l'any 1894, en Pere Vayreda, fill del botànic Estanislau Vayreda i Vila, va fer una troballa del més alt valor científic a casa seva: va observar un caragolí estranyíssim en un test que tenia a la masia de Can Olives, prop de Lledó, a la banda muntanyenca de l'Alt Empordà. Li va semblar tan curiós, que indagà d'on procedia la terra que omplia el cossiòl: era una terra molt fèrtil, recollida al peu d'una balma ombrívola, coberta per heures i situada a la vora del riu Manol. Allà trobà fins una cinquantena d'individus, i encara uns pocs més entre la fullaraca podrida de dues fonts a la llera. Pare i fill varen concloure que allò era una espècie desconeguda, i decidiren mostrar els exemplars recollits al seu amic Artur Bofill, l'insigne malacòleg que fou un dels pilars de la Renaixença en l'àmbit científic. A la carta que li enviaren a Barcelona, explicaven detalls de la recerca i del material trobat, en un castellà amb forta influència catalana: "tan sólo uno hay que al parecer vivía o es muerto desde muy reciente fecha".

En Bofill va quedar astorat. Allò no era només una espècie nova per a la fauna del país... de fet, no s'assemblava a res conegut. Hom podia classificar-la en la família Clausiliidae, a causa de la forma allargassada, les denticulacions de l'obertura i el fet de mostrar un creixement "sinistrors". Això vol dir que creix en direcció oposada a la que segueixen la majoria dels cargols, de manera que l'obertura es troba a l'esquerra de l'eix principal d'enrotllament si posem l'àpex cap amunt. Al llarg de dos anys aquest prohóm de la Renaixença científica li cercà algun parentiu: en tot cas, recordava alguns clausílids fòssils paleògens del centre d'Europa, i d'altres recents dels Pirineus bascos i de les Antilles. La descripció d'aquesta espècie, desconeguda per a la ciència fins llavors i que batejà *Nenia subarcuata*, la va presentar a la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona el mateix any que era nomenat secretari perpetu d'aquesta il·lustre institució (Bofill, 1897). Glòria a la ciència catalana! Al poble de Lledó no s'havia esdevingut res de tan remarcable des de feia segles; de fet, segurament mai (amb permís del comte-bisbe Miró i els diversos artistes lledonencs): descobrir un fantasma no és una cosa que passi cada dia. Especialment quan es tracta d'un ésser "pervers", que és el terme, etimològicament correcte, emprat pel seu descriptor per referir-se a la trajectòria de creixement.

Passà un quart de segle sense que se'n trobés cap altre exemplar. Vet aquí que en Bofill va rebre una empenta decisiva gràcies a l'arribada del seu infatigable col·lega Fritz Haas, un altre gran malacòleg, força més jove i amb una formació excepcional, que s'havia hagut de refugiar al sud dels Pirineus en esclatar la Primera Guerra Mundial i tenir la mala fortuna de ser alemany al lloc equivocat. Establiren una gran amistat i durant uns anys treballaren de valent, produint la monumental sèrie de volums que conformen la "Malacologia de les valls pirenaïques" (Altaba & Travesset, 1985; Altaba, 1991). El 1919, els dos amics es dirigiren a la masia dels Vayreda per aclarir si aquella espècie misteriosa pertanyia realment al gènere *Laminifera* O. Boettger, 1863, al qual havia estat assignada, junt amb fòssils terciaris d'Alemanya i una espècie vivent de l'altre extrem dels Pirineus (Westerlund, 1901; Wagner, 1920). Els dos exploradors, acompanyats pel mateix Pere Vayreda, varen cercar amb afany... però tan sols trobaren una conquilla prop de la balma vora el riu, i una altra encara a les parets en sec de la casa. Restaren

perplexos: “la major escassetat d'exemplars últimament recollits, en comparació a l'època del seu descobriment, és molt difícil d'explicar, perquè no se sap res sobre la seva biologia”. Proposaren que seria d'hàbits nocturns i fissurícoles, cosa que en faria molt complicada la recol·lecció. La decepció feia intuir el pitjor: “si no del tot extingida, el seu nombre s'és reduït d'una manera considerable” (Bofill *et al.*, 1921: 986, 1080). L'extinció, fa un segle, ja s'anunciava per a una espècie extraordinària.

Un segle de clarobscur

Realment s'havia extingit una espècie més? En tot cas, l'interès per aquesta augmentava. Pocs anys després, Ehrmann (1927) descrivia un nou subgènere per incloure-la tota sola, que dedicà al gran naturalista que l'havia estudiat: l'anomenà *Bofilliella*. A la seva monografia sobre els mol·luscs continentals de Catalunya (escrita des de Frankfurt, on havia tornat en acabar el conflicte bèl·lic), Haas (1929: 337) recollí aquesta denominació, però no pogué aportar cap dada a les ja conegudes. Aquell mateix any moria n'Artur Bofill i el nazisme obligaria Haas a emigrar cap als Estats Units poc després... finia així un període excepcionalment fèrtil per a la malacologia catalana (Altaba & Travesset, 1985; Altaba, 1991). El misteri del fantasma pervers continuaria molts anys encara...

Per aquella època començava l'activitat immensa d'una altra gran figura científica (Vives, 1999): l'entomòleg i bioespeleòleg Francesc Español trobà la bofilliella a l'interior de la Bora Fosca, una cova famosa, situada prop de Tavertet, al Collsacabra. La identificació la va fer Joan Baptista d'Aguilar-Amat, deixeble i col·laborador de Bofill i Haas; va presentar la nova troballa a la sessió científica del 5 de novembre de 1932 de la Institució Catalana d'Història Natural. Considerà que aquesta espècie havia de ser cavernícola, la qual cosa explicaria que a l'exterior només es poguessin trobar els escassos exemplars morts arrossegats des del medi subterrani (Aguilar-Amat, 1933). El 1935, el mateix any en què obtenia la llicenciatura en farmàcia, n'Español trobava nous exemplars a la cova dels Ermitons (Sales de Llierca) i a la ja explorada Bora Fosca, on recol·lectà diversos exemplars vius, tant adults com juvenils (Aguilar-Amat, 1936). També trobà l'espècie a la cova de l'Orri (Tortellà). Però la voràgine de la guerra i el desert cultural de la postguerra deixaren aquest descobriment inèdit.

Trenta anys després el malacòleg Carles Altimira, amic i deixeble en molts aspectes de n'Español, inicià una sèrie de visites repetides a la Bora Fosca. Allà, al 1962 s'hi havien trobat conquilles juvenils, cosa que induí a pensar si l'hàbitat de l'espècie seria entre les hores de l'entrada a les coves, des d'on les conquilles podrien anar a parar a l'interior de les cavitats (Vilella, 1967). Finalment, n'Altimira aconseguí capturar un total de tres espècimens vius dins la cova (Altimira, 1970). Aquests foren disseccionats per un col·lega holandès, i tots dos publicaren un treball conjunt, on es donaven a conèixer diverses informacions sobre l'espècie (Loosjes & Altimira, 1970). Poc després el mateix taxònom elevava el rang de *Bofilliella* al de gènere independent, atenent a la seva peculiar anatomia (Loosjes & Loosjes-van Bemmelen, 1973); això ha estat acceptat en revisions posteriors (Nordsieck, 1979, 2005, 2007; Kerney *et al.*, 1999; Bech, 1990; Altaba, 1991; Nebot, 1999, 2007; Schileyko, 2000; Gittenberger, 2007; Gargominy & Neubert, 2011; Gargominy *et al.*, 2011), amb rares excepcions (Bech, 1983).

A partir de llavors s'han succeït altres troballes de *Bofilliella subarcuata* (Bofill, 1897) a un total de 10 coves a la Garrotxa (Bellés, 1978; Lagar *et al.*, 1978; Bech & Fernández, 1984; Bech, 1992; Nebot, 2007) i a unes poques coves molt properes, al Vallespir (Gittenberger *et al.*, 1980; Bouchet, 1990; Kerney *et al.*, 1999). També es localitzà a un nivell paleolític dins una cova garrotxina (Agustí *et al.*, 1991, 1992). De tota manera, també s'ha localitzat fora de l'ambient cavernícola, en indrets ombrívols com la balma on fou descoberta, a redols excepcionalment conservats dels boscos prop de Sant Privat d'en Bas (Altimira, 1971), Celrà (Bech & Fernández, 1984), Tortellà (Dance, 2004; Gittenberger, 2007; Nebot, 2007) i Olot (Nebot, 2007).

A la col·lecció Serradell (actualment al Museu de Ciències Naturals de Barcelona, com la d'en Bofill) hi ha una conquilla amb una etiqueta que diu "Sagaró". Loosjes i Altimira (1970) descartaren aquesta citació, segurament suposant que es referia a S'Agaró, un indret del litoral empordanès on la presència de *Bofilliella* és del tot improbable. Ara bé, és molt possible que l'etiqueta de Serradell es refereixi a la masia senyorial del Noguer de Segueró, situada a l'extrem nord-oriental de la Garrotxa, a molt pocs kilòmetres de Lledó (Nebot, 2007); aquesta propietat havia arribat a la família Vayreda per matrimoni amb els Olives de Lledó i hi visqué el naturalista Estanislau Vayreda (J. M. Mallarach & E. Bassols, *com. pers.*). Aquest exemplar hauria estat recol·lectat entre la mort d'en Bofill i la del mateix Serradell al 1930 (Camarasa, 2000); per tant, és realment la segona troballa de l'espècie i podria representar també una localització fora de l'ambient de les coves.

Cal afegir que s'han trobat algunes conquilles arrossegades pel corrent dels rius Manol (Holyoak & Seddon, 1985), Fluvià i Brugent (Nebot, 1999). En haver-se recollit aprop i aigües avall de poblacions conegudes, la informació que aporten és limitada. Ara bé, aquestes troballes, tot i ser fora del context on vivien, podrien indicar que encara hi ha poblacions de *B. subarcuata* per descobrir, segurament circumscrites a indrets molt limitats i poc accessibles.

De fet, la recerca sobre la malacofauna de la Garrotxa permet aportar tres localitzacions inèdites de *Bofilliella subarcuata* (amb els números de catàleg de la col·lecció científica de l'autor):

1) A la cova de la Torre (Sant Feliu de Pallerols), situada arran del riu Brugent, en una mostra voluminosa d'al·luvions i sediments, el 15-VII-1993 es recol·lectaren 11 conquilles buides (incloent 5 juvenils en diferents etapes de creixement) i dos exemplars adults vius (CRA-4312). Prospecció realitzada per l'autor amb na Lina Ponsell Vicens i en Jordi Nebot i Obon. Aquesta localitat ja era coneguda com a hàbitat de l'espècie.

2) Procedent de la col·lecció d'en Ramon Beneyto, malacòleg tarragoní, un exemplar adult recol·lectat viu al III-1998, a la vall del Bac, a 560 m d'altitud, presumiblement en ambient forestal (CRA-19970). Aquesta estació amplia uns 10 km cap al NW la distribució coneguda.

3) Al bosc de can Piquer, a una altitud de 1.040 m, al vessant nord-est de la collada de Bracons (terme de la Vall d'en Bas), entre fullaraca acurullada al peu del vessant ocupat per bosc madur de faig, grèvol i boix, el 20-II-2016 es trobà una conquilla juvenil molt recent (CRA-18760). Prospecció realitzada per l'autor amb en Cristòfol Jordà i Sanuy. Aquesta localitat és la més occidental fora de coves i probablement sigui molt propera al límit occidental de la distribució original.

Totes les localitats on s'ha constatat la presència de la bofilliella estan compendiades a la Taula 1 i recollides a la Figura 2.

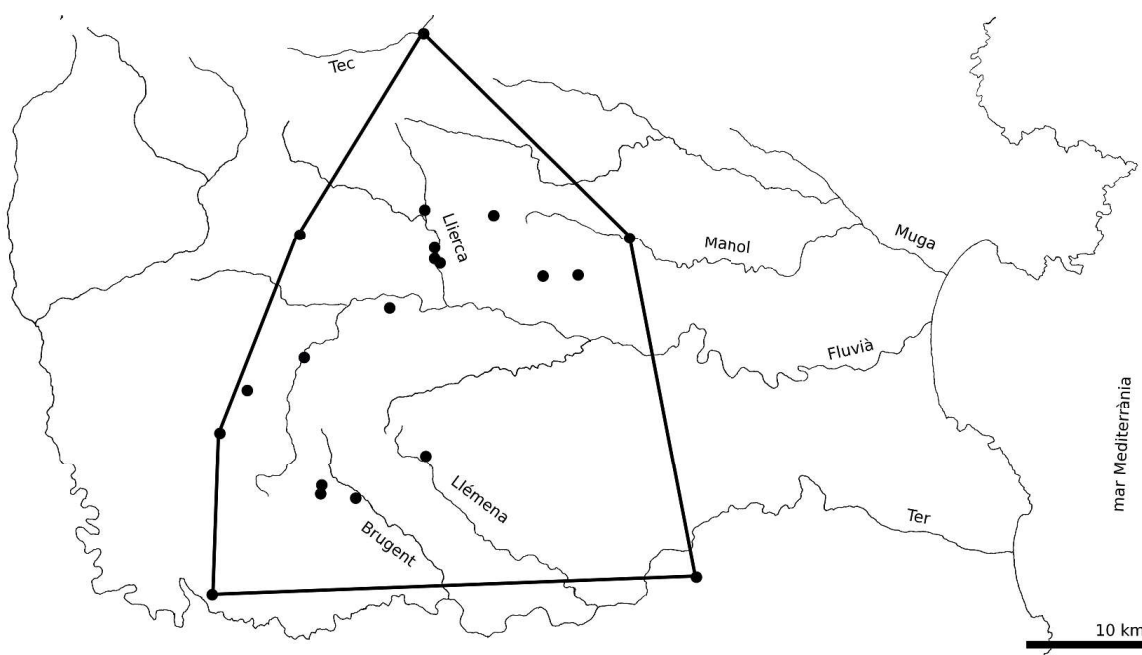


FIGURA 2. Distribució geogràfica de *Bofilliella subarcuata*. Els punts marquen les localitats on s'ha trobat, sempre en indrets molt limitats. El polígon indica la superfície de presència, que correspondria aproximadament a la distribució original de l'espècie quan tota la Catalunya humida era coberta de boscos madurs.

Cavernícola per força

I què fa una *Bofilliella* fora d'una cova? Doncs no ho sabem... però tampoc no tenim gaire idea del que hi fa a dintre. A la cova de la Torre, prop de Sant Feliu de Pallerols, les crescudes del riu Brugent disposen masses de fullaraca i branquillons prop de l'entrada. Els exemplars vius de *B. subarcuata* es troben en aquests dipòsits, on probablement s'alimenten de la matèria vegetal en descomposició, i no atenyen el fons de la cavitat, on hi ha una comunitat francament cavernícola i estable (Bellés, 1978; Nebot & Altaba, obs. pers.). Encara que de vegades s'ha considerat que és una espècie troglobiont (Lagar *et al.*, 1978; Nordsieck, 1979), en realitat s'ha de considerar com a troglòfila (Bellés, 1987; Nebot, 2007): és a dir, que tot i ser higròfila i lucífuga, pot viure a l'exterior. Malgrat això, sí que presenta característiques típiques d'un troglobiont: la conquilla és hialina (almenys quan és recent), l'animal viu és blanquinós i els ulls sembla que són del tot absents. Aquests trets són un marcat contrast amb el que s'esdevé a la majoria dels clausílids, els quals tenen la conquilla i les parts toves amb tonalitats poc o molt fosques, com també uns ulls ben evidents. En què quedem, doncs?

La distribució actual de *Bofilliella subarcuata* és restringida a la zona més humida de Catalunya, bàsicament a la Garrotxa però també en àrees properes

del Conflent, Osona i l'Alt Empordà. Aquest és el territori fisiogràfic anomenat olositànic (Bolòs, 1980, 2001; Folch, 1981). La seva extrema raresa (Chía, 1916; Bofill *et al.*, 1921; Haas, 1929; Bouchet, 1990; Altaba, 1991, 1996, 2005, 2007; Kerney *et al.*, 1999; Nebot, 2007) no es pot explicar argüint que és un relict miocènic (Bech, 1990: 138), perquè l'edat d'un tàxon supraspecífic no té gaire relació amb la seva abundància actual. El fet que es trobi quasi exclusivament en coves, havent desaparegut d'alguna localitat epigea, indueix a suposar que efectivament es troba en regressió. La seva ampla distribució altitudinal, entre 172 m (localitat típica) i 1040 (localitat aportada en el present treball), es pot explicar pel seu hàbitat original, a l'interior de masses forestals prou desenvolupades per esmorteir considerablement les variacions meteorològiques.

Encara que no es disposa de cap avaluació demogràfica de l'espècie, el baixíssim nombre d'exemplars registrats de *B. subarcuata* suggereix que les poques poblacions remanents (no més de 20 conegudes) són extremament petites, i que la possibilitat d'intercanvi genètic entre elles és nul. Així, es fa difícil pensar en les coves com l'hàbitat idoni per aquest cargol; ben al contrari, sembla que les tenebres subterrànies són un darrer reducte, marginalment acceptable, però lluny de l'òptim (Altaba, 2005, 2007). I aquí rau la resolució de la paradoxa: les poquíssimes i molt migrades poblacions supervivents subsisteixen en indrets on les condicions d'humitat i estabilitat tèrmica són semblants a les d'una boscúria garrotxina primigènia. En realitat, lluny de ser un animal dels ambients subterrànies, *B. subarcuata* és una espècie adaptada al sol molsut, humit, encatit de fullaraca i cobert per una densa volta, que és característic de les forests olositàniques.

La fauna dels boscos madurs conté elements escassos a altres formacions forestals, especialment entre els animals menuts que tenen poca capacitat de dispersió (González-Prat & Montserrat, 2013). Ara bé, la bofilliella pertany a una categoria especial, integrada per aquelles espècies que són exclusives de la fase climàtica de la successió natural. L'anàlisi d'àrees de distribució permet concloure que, en línies generals, els endemismes es concentren allà on les muntanyes i la circulació oceànica permeten que hi hagi una major estabilitat climàtica; ara bé, els paleoendemismes es concentren en àrees de pluviositat elevada, en contrast amb els neoendemismes, els quals proliferen en àrees de topografia complexa (Rosauer *et al.*, 2009; Harrison & Noss, 2017). *B. subarcuata* respon a aquest patró general, essent un llinatge antiquíssim que ha sobreviscut en una zona moderadament abrupta, amb clima relativament suau i elevades precipitacions.

Cal recordar un aspecte d'escala. A l'actualitat, *Bofilliella subarcuata* es podria considerar com un "especialista" dels boscos madurs. En efecte, tota l'evidència i el que sabem de les seves adaptacions apunten cap aquesta consideració. Però convé examinar-ho: si un naturalista s'hagués passejat per la Garrotxa fa tres segles (suposant també que tingués la capacitat de trobar i identificar aquesta espècie), se li hauria passat pel cap d'anomenar especialista a una espècie que vivia a tots els boscos de la comarca? L'especialisme ecològic depèn del context, com s'esdevé en el cas d'altres cargols terrestres en perill d'extinció (Altaba, 2015); ara bé, sí que té utilitat parlar d'un especialista dels boscos madurs per assenyalar i comprendre les causes de la situació actual.

Penjant d'un fil...

Les amenaces que afecten *Bofilliella subarcuata* són diverses. El perill principal, però, és la destrucció directa de les boscúries antigues. Sembla clar que aquest endemisme vivia a les boscúries primigènies que cobrien originalment aquesta regió, però les alteracions que hi han causat les activitats humanes als darrers segles són probablement responsables d'una extinció quasi total. Resulta exasperant el fet que la pèrdua de les masses forestals originals de la Garrotxa es va iniciar fa realment poc temps, començant amb les desamortitzacions iniciades el 1767, accelerant-se durant els primers anys de la dictadura feixista, i perllongant-se fins el 1986, just abans de que la declaració del Parc Natural es concretés en mesures reals (Mallarach, 2013).

La situació continua essent absolutament alarmant: si al 2000 els boscos madurs dels Prepirineus catalans ocupaven 25,50 km², al 2008 eren ja només 23,00 km² repartits en 74 redols; just cinc anys després en quedava la meitat (11,62 km²), repartida en només 37 boscos (Montserrat, 2013). Al 2016, l'extensió s'havia reduït encara més, a tan sols 8,70 km² (Montserrat, 2017). Aquestes xifres inclouen boscos de diferents tipus, no tots aptes per a *B. subarcuata*: d'aquesta xifra cal restar aquells boscos que es troben a massa altitud o en indrets massa assolellats; l'hàbitat en principi disponible per a la bofilliel·la, amb un càlcul optimista, seria entre 1 i 5 km². Als darrers anys, aquesta folia destructora potser s'ha moderat, degut al final de la crisi econòmica; però no s'ha aturat, ni de bon tros. Una simple regressió lineal de les dades d'extensió d'aquests boscos al llarg dels darrers vint anys permet predir la seva destrucció total dintre de cinc anys (FIGURA 3); per a la part que sembla apta per a la bofilliel·la, la data és més imminent encara, la qual cosa comportaria la desaparició de les poblacions epigees de bofilliel·la i suposaria un cop quasi definitiu a la seva supervivència.

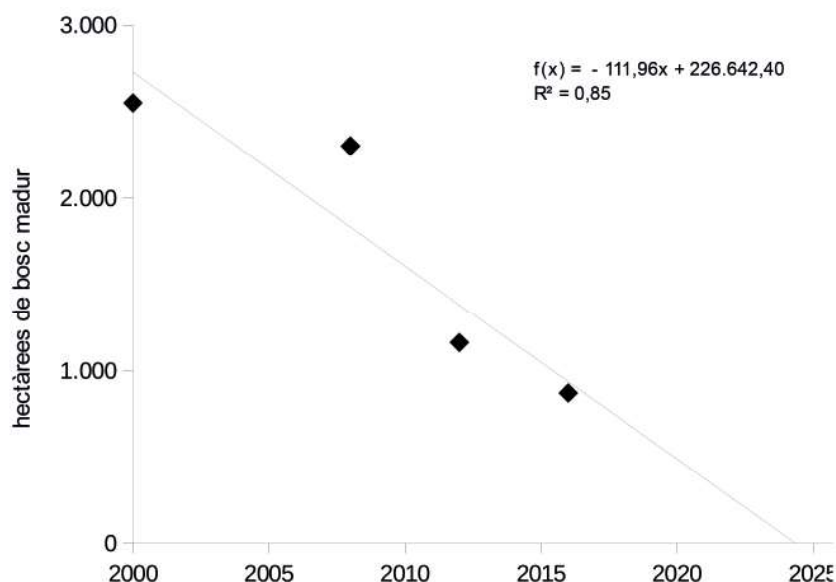


FIGURA 3. Regressió lineal de la superfície dels boscos madurs de la Garrotxa (en hectàrees) al llarg del temps. Amb el ritme de desforestació registrat, la desaparició d'aquest patrimoni excepcional i la fauna associada és imminent.

El fet inqüestionable, al capdavant, és que no queda ni mig quilòmetre quadrat de massa forestal ben conservada on aquesta espècie podria sobreviure, i està a punt de ser esborrada del mapa. Un fet tràgic, vergonyant, impropï d'un país que pretén semblar civilitzat. Encara que se'n parli (força menys del que tocava) de la conservació d'aquest patrimoni únic i tan amenaçat, el Pla general de Política forestal actualment vigent fomenta l'explotació econòmica (és a dir, la tala) a totes les reserves forestals (Clopés Alemany, 2014). Aquesta nefasta planificació neix d'una visió profundament mercantilista, situada a les antípodes del que fa falta i que és del tot incompatible amb la preservació de la biodiversitat autòctona que hostatgen uns retalls minúsculs, valuosíssims. Uns rodals, tanmateix, condemnats a la desaparició de manera perfectament legal, però a causa de l'estultícia, l'avarícia, el menyspreu radical al país i una manca absoluta de qualsevol noció de respecte envers la natura.

Caldrà afegir, a més, l'expansió incontrolada de l'eruga *Cydalima perspectalis*, que causa una mortalitat massiva de boix (*Buxus sempervirens*) a tot Europa (Pérez-Otero *et al.*, 2014; Leuthardt, 2015) i als darrers anys amb especial intensitat a la Catalunya humida (Bassols & Oliveras, 2014; DARP, 2018). La degradació de les masses forestals a causa d'aquest flagell és, malauradament, molt intensa a l'àrea de distribució de la bofilliel·la. No s'ha fet gran cosa per lluitar-hi en contra; en canvi, la versió oficial es limita a vaticinar una suposada (i falsa) integració de l'insecte invasor a l'ecosistema. O al que en quedi. Sense el sotabosc espès que formen les boixedes, els animals menuts del sòl quedaran exposats i podrien desaparèixer d'aquests ambients degradats.

Amb la comprensió de la seva ecologia i el seu declivi, es pot revisar la situació real de *Bofilliel·la subarcuata*, emprant els criteris de la Llista Vermella (IUCN, 2012). La superfície de presència, definida com un polígon convex mínim que inclogui totes les localitats conegudes on viu l'espècie, abastarà pràcticament tota la regió olositànica (FIGURA 2); aquesta superfície és de 1320 km². Ara bé, té molt més sentit fixar-se en l'àrea d'ocupació, que és la suma de les àrees de totes les localitats concretes on viu, mesurada a una escala adequada a l'espècie, les amenaces i les dades disponibles. El total de l'àrea ocupada actualment per aquesta espècie emblemàtica és molt reduït, probablement inferior a 1 km². És a dir, els 22 refugis aïllats on sobreviu (si és que sobreviu a tots ells) no sumen ni el 0,1 % de la seva àrea de distribució original.

D'altra banda, és poc probable que cap de les poblacions supervivents estigui formada per més de 50 individus adults, com ho és que la suma de totes elles superi els 250 adults. De fet, la majoria de subpoblacions que encara romanen semblen molt petites, possiblement d'un ordre de magnitud menys (tan sols uns 10 exemplars reproductors); només en podria ser una excepció, si se'n confirmés la continuïtat (o almenys l'existència de nuclis més nombrosos) a l'engorjat per damunt del Pont de Llierca.

Pel que fa a la dinàmica poblacional, és molt difícil fer-ne cap aproximació quantitativa; de tota manera, la fecunditat és sens dubte molt baixa, i la longevitat podria ser molt més llarga que en altres espècies de clausílids. Per exemple, *Balea perversa* (epigea) pot viure fins a 2,5 anys (Baur & Baur, 2000). Ara bé, s'ha suggerit que els animals troglobionts podrien tenir una longevitat molt més gran que els seus parents de l'exterior (Culver, 1982); això s'ha comprovat, almenys en vertebrats aquàtics (Poulson, 1963; Voituren *et al.*, 2011). Tal vegada la bofilliel·la segueixi aquest patró, de manera que pugui assolir uns quants anys. Cal apuntar que en altres espècies de cargols terrestres amenaçats, la contribució reproductiva d'uns pocs exemplars amb

major longevitat pot resultar fonamental per al manteniment de la població (Stringer *et al.*, 2003). Així, unes poques bofilliel·les reproductores (i longeves) serien suficients per evitar l'extinció de les seves micropoblacions. Com a element en contra, però, podria existir un impacte negatiu d'una densitat molt baixa sobre la longevitat, tal i com s'esdevé en *Balea perversa* (Baur & Baur, 2000).

La recol·lecció per col·leccionistes sense escrúpols és certament un problema, tan cert com cabdal, perquè les poblacions que romanen són molt petites. Recordem el trist destí de la gran alca (*Pinguinus impennis*): com més rara i amenaçada esdevenia, més interès hi havia per aconseguir-ne algun exemplar, fos per a col·leccions institucionals o per satisfer aficionats (Fuller, 2003). Amb un creixent nombre de col·leccionistes (cosa que va unida a una davallada alarmant en el nombre de taxònoms dignes d'aquest nom), les ínfimes poblacions de bofilliel·la pateixen un espoli absolutament insostenible.

Amb totes aquestes informacions, l'estatus de *Bofilliella subarcuata* s'ha d'avaluar com a "en perill crític", amb els indicadors CR A2c,4de; B2ab(i,ii,iii,iv,v); C2a; E. Difícilment es podria trobar una espècie amb aquesta qualificació tan preocupant.

És rellevant ponderar les opinions publicades sobre l'estat de conservació de *B. subarcuata*. Segons la darrera avaluació de la IUCN, aquesta espècie tindria un estatus de conservació de "quasi amenaçada" només, i les amenaces serien el creixement urbà i de carreteres, els focs forestals i les sequeres cada cop més freqüents degut al canvi climàtic, com també la recol·lecció (Gómez Moliner, 2017; Neubert *et al.*, 2019). En honor a la veritat, d'aquesta llista únicament es podrien sostenir les dues darreres, tot i que el canvi climàtic afectarà la distribució dels tipus de forests, mitjançant processos prou complexos que ultrapassen les sequeres. La catalogació anterior de la mateixa entitat com a "vulnerable", recollida per alguns autors (Welter-Schultes, 2009) tampoc no responia a cap avaluació rigorosa. D'altra banda, cal refutar l'afirmació de Gittenberger (2007), qui suposa que l'hàbitat de la bofilliel·la és extens i que no és pas rar; de tota manera, s'entén que fes aquesta apreciació, perquè a banda que cal discernir les darreres clapes de bosc madur, el ritme actual de la seva destrucció és francament inconcebible dins el context europeu. La protecció d'aquesta espècie s'ha proposat reiteradament (Altaba, 1999; Gómez Moliner *et al.*, 2000), però amb efectes limitats.

Valor únic

Avui sembla clar que la posició filogenètica de *Bofilliella* és molt aïllada: pertany a la subfamília Laminiferinae, originada al Cretaci superior (uns 66 milions d'anys) i estesa per bona part d'Europa occidental fins al Pliocè; a finals de l'Oligocè (aproximadament 26 milions d'anys), aquest gènere divergí de *Laminifera*, un endemisme dels Pirineus occidentals que conté l'única altra espècie vivent d'aquest grup (Bertrand, 1999; Nordsieck, 2005, 2007; Uit de Weerd & Gittenberger, 2013). Un motiu més de germanor entre el País Basc i Catalunya, podríem dir... el qual, en tot cas, reforça la importància biogeogràfica dels Pirineus com a bastió de relíquies. Es podria, de fet, qualificar la bofilliel·la de veritable "fòssil vivent".

Bofilliella subarcuata és probablement el mol·lusc terrestre més rar de Catalunya, i només es troba en una petitíssima zona d'aquest territori. Tot i estar estrictament protegida per la llei als espais naturals del Collsacabra i de la Zona Volcànica de

la Garrotxa (Pla d'Espais d'Interès Natural: Decret 328/1992 de la Generalitat de Catalunya), aquesta protecció no és ni efectiva, ni abasta una bona part de les seves localitats conegudes, que estan fora dels límits d'aquests paratges. Aquest mol·lusc elusiu i críptic és un element d'extraordinari valor en termes científics, culturals i de biodiversitat. És un testimoni dels boscos primaris i com a tal està greument amenaçat d'una extinció imminent.

Quina prioritat en termes de conservació ha de tenir *Bofilliel·la subarcuata*? Per respondre aquesta pregunta, es pot calcular l'índex EDGE, que combina l'estatus de conservació (GE; categories de la UICN, d'1 a 4, valor màxim per al perill crític) amb el grau d'aïllament filogenètic d'una espècie (Isaac *et al.*, 2007). En primer lloc, cal avaluar la divergència evolutiva (ED), que és la suma de la longitud de cada branca a l'arbre filogenètic (L, en milions d'anys entre nodes adjacents), dividida pel nombre d'espècies que inclou (S): $ED = \sum L/S$. Així es divideix la diversitat filogenètica total entre els membres d'un grup, tenint en compte tant la quantitat d'espècies a cada branca com el temps de divergència que les separa d'altres. La transformació logarítmica d'aquest número fa que esdevingui asimptòtic quan hi ha més d'un centenar d'espècies; alhora, permet establir una escala comparativa més senzilla de copsar. En segon terme, cal transformar GE perquè cada categoria representi una duplicació del risc d'extinció; això s'aconsegueix multiplicant-lo pel logaritme natural de 2. Sumant els dos termes, s'obté l'índex per a una espècie concreta: $EDGE = \ln(1 + ED) + GE \ln(2)$.

Per a la bofilliel·la, aquest índex assoleix un valor de 6,329. Es tracta d'una xifra extraordinàriament elevada; de fet, hi ha molt pocs mamífers (5) o ocells (3) que la superin a escala mundial (Isaac *et al.*, 2007; Collen *et al.*, 2011, Altaba, 2014; Jetz *et al.*, 2014). Sens dubte és l'espècie més excepcional i més amenaçada de la fauna catalana. En conseqüència, hauria de ser una prioritat absoluta, tant per a la seva protecció legal efectiva, com per aturar definitivament la destrucció del seu hàbitat.

En termes ben tangibles, la humilíssima bofilliel·la és un indicador del grau de civilització de la societat catalana: tallar els boscos madurs és exactament equivalent a vendre la catedral de Girona com a material de construcció, o pretendre aportar recursos a la Biblioteca Nacional de Catalunya a base de subhastar manuscrits medievals per convertir-los en pasta de paper. Aquesta espècie ha estat un dels focus de la Institució Catalana d'Història Natural, i des d'aquí s'ha d'impulsar la seva recuperació. Si no ho féssim, hi hauria preguntes sense cap resposta coherent. Quina autoritat moral es pot tenir quan es clama per conservar l'Amazònia o qualsevol boscúria llunyana, mentre es fa tot el possible per exterminar les últimes forests madures de Catalunya i la seva fauna única? Quin valor es pot atorgar a la llengua, l'art o la cultura quan els tresors del país mateix es malmeten per sempre?

Amb motiu del 150è aniversari de l'extinció de la gran alca, vaig ser convidat pel Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya a fer una xerrada sobre el que podríem aprendre d'aquella tragèdia. No ho devia fer gaire bé, o no vaig ser gaire eficient, perquè ara, quan fa justament 125 anys del descobriment de la bofilliel·la, cal anunciar la seva imminent extinció. Aquesta vegada, però, la responsabilitat rau aquí. La supervivència de la bofilliel·la, el misteriós fantasma pervers de les boscúries més ombrívols, dependrà de tres factors: la protecció real, absoluta i decidida que rebi; la pressa que ens puguem donar per aprendre'n més coses; i si som valents per implantar amb urgència una gestió forestal que respecti els boscos vells com els espais sagrats que haurien de ser i que pugui reconstruir ambients veritablement madurs.

AGRAÏMENTS

Lina Ponsell Vicens ha estat decisivament present al llarg d'aquest projecte. Cristòfol Jordà i Sanuy ha ajudat aquesta recerca incondicionalment. Jordi Nebot m'acompanyà a fer prospeccions fructíferes per la Garrotxa. Jaume Vila, Emili Bassols i Josep Maria Mallarach aportaren informacions i suport logístic en diferents ocasions. Agraeixo sincerament a la Delegació de la Garrotxa de la ICHN l'interès per aquest treball.

BIBLIOGRAFIA

- AGUILAR-AMAT, J. B. D' 1933.** Observacions malacològiques. XVIII. Segona localitat de *Laminifera (Bofilliella) subarcuata* (Bofill). *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural*, 33: 126-128.
- AGUILAR-AMAT, J. B. D' 1936.** Més dades sobre *Laminifera (Bofilliella) subarcuata*. *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural*, 36: 155.
- AGUSTÍ, B.; ALCALDE, G.; GÜELL, A.; JUAN-MUNS, N.; RUEDA, J. M. & TERRADAS, X. 1991.** La cova 120, parada de caçadors-recol·lectors del paleolític mitjà. *Cypsela*, 9: 7-20.
- AGUSTÍ, B.; ALCALDE, G.; GÜELL, A.; JUAN-MUNS, N.; NEBOT, J.; RUEDA, J. M. & TERRADAS, X. 1992.** Caracoles terrestres en la Cueva 120. Aportación al conocimiento de la dieta alimenticia durante el Paleolítico Medio. *Revista de Arqueología*, 131: 8-11.
- ALTABA, C. R. 1991.** Mol·luscs. P. 375-416, 427-470. In: Altaba, C. R.; Ros, J. D. (eds.). *Història Natural dels Països Catalans*, vol. 8: Invertebrats no artròpodes. Enciclopèdia Catalana. Barcelona.
- ALTABA, C. R. 1996.** Els mol·luscs del Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa: taxonomia, distribució i conservació. Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa. 67 p.
- ALTABA, C. R. 1999.** Presentación de 55 memorias justificativas para la inclusión de especies de moluscos dulceacuícolas en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas. Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados (CSIC-UIB), Palma de Mallorca. 109 p.
- ALTABA, C. R. 2005.** *Natura salvatge*. Ara Llibres. Badalona. 176 p.
- ALTABA, C. R. 2007.** El gran canvi: la biodiversitat perduda. *Mètode*, 52: 123-128.
- ALTABA, C. R. 2014.** Extinction resilience of island species: an amphibian case and a predictive model. *Diversity*, 6: 43-71. doi: 10.3390/d6010043
- ALTABA, C. R. 2015.** Once a land of big wild rivers: specialism is context-dependent for riparian snails (Pulmonata: Valloniidae) in central Europe. *Biological Journal of the Linnean Society*, 115: 826-841.
- ALTABA, C. R. & TRAVESET, A. 1985.** La Malacologia als Països Catalans. *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural*, 50: 155-171.
- ALTIMIRA, C. 1970.** Moluscos y conchas recogidos en cavidades subterráneas. *Speleon*, 17: 67-75.
- ALTIMIRA, C. 1971.** Notas malacológicas. (13). Contribución al conocimiento de la fauna malacológica terrestre y de agua dulce de Cataluña. *Miscelánea Zoológica*, 3: 7-10.
- BASSOLS I ISAMAT, E. & OLIVERAS GIRALT, J. 2014.** *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859), una nova espècie invasora a Catalunya (Lepidoptera: Pyraloidea, Crambidae, Spilomelinae). *Butlletí de la Societat Catalana de Lepidopterologia*, 105: 71-78.
- BAUR, B. & BAUR, A. 2000.** Social facilitation affects longevity and lifetime reproductive success in a self-fertilizing land snail. *Oikos*, 88: 612-620.
- BECH, M. 1983.** Actualització de la fauna malacològica terrestre i d'aigua dolça de Catalunya, i la seva posició sistemàtica. *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural*, 49 (Secció Zoologia, 5): 19-30.

- BECH, M. 1990.** Fauna malacològica de Catalunya. Mol·luscs terrestres i d'aigua dolça. *Treballs de la Institució Catalana d'Història Natural*, 12: 1-229.
- BECH, M. 1992.** Dades sobre la malacofauna troglòfila de Catalunya. *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural*, 60 (Secció Zoolologia, 9): 105-111.
- BECH, M. & FERNÁNDEZ, G. 1984.** Nuevos datos sobre la distribución geográfica de algunos moluscos terrestres y de agua dulce de Cataluña. *Iberus*, 4: 91-97.
- BELLÉS, X. 1978.** Notas ecológicas sobre la Cova de la Torre (Sant Feliu de Pallerols, Girona). Incidencia de los niveles de materia orgánica sobre la diversidad de la fauna terrestre. *Speleon*, 24: 77-91.
- BELLÉS I ROS, X. 1987.** Fauna cavernícola i intersticial de la Península Ibèrica i les Illes Balears. Consell Superior d'Investigacions Científiques & Ed. Moll. Palma de Mallorca. 207 p, 2 làms.
- BERTRAND, A. 1999 ("1997").** Endemisme et biodiversité: l'exemple des mollusques dans les Pyrénées françaises. *Vertigo*, 7: 45-57.
- BOFILL Y POCH, A. 1897.** Sobre una nueva forma malacològica de la provincia de Gerona (Nenia subarcuata). *Boletín de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*, 3a. época, 1: 364-368.
- BOFILL, A.; HAAS, F. & AGUILAR-AMAT, J. B. D' 1921.** Estudi sobre la malacologia de les Valls Pirenaïques, VI. Conques del Besòs, Ter, Fluvià, Muga i litorals intermitges. *Treballs del Museu de Ciències Naturals de Barcelona*, 3: 837-1241, làms. 1-4.
- BOLÒS I CAPDEVILA, O. DE 1980.** Els sòls i la vegetació dels Països Catalans. P. 107-158. In: Panareda i Clopés, J. M.; Nuet i Badia, J. (eds.). Geografia física dels Països Catalans. Ketres. Barcelona.
- BOLÒS I CAPDEVILA, O. DE 2001.** *La vegetació dels Països Catalans*. Aster. Terrassa. 228 p.
- BOUCHET, P. 1990.** La malacofaune française: endémisme, patrimoine naturel et protection. *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, 45: 259-288.
- CAMARASA, J. M. 2000.** Cent anys de passió per la Natura: una historia de la Institució Catalana d'Història Natural 1899-1999. Institut d'Estudis Catalans. Barcelona. 183 p.
- CAUGHLEY, G. 1994.** Directions in conservation biology. *Journal of Animal Ecology*, 63: 215-244.
- CHÍA, M. DE 1916.** *La fauna malacològica de la provincia de Gerona*. Publicaciones del Colegio de Médicos de la Provincia de Gerona. 69 p.
- COLLEN, B., TURVEY, S. T., WATERMAN, C., MEREDITH, H. M .R. , KUHN, T. S., BAILLIE, J. E. M. & ISAAC, N. J. B. 2011.** Investing in evolutionary history: implementing a phylogenetic approach for mammal conservation. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 366: 2611-2622.
- CULVER, D. C. 1982.** *Cave life: evolution and ecology*. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts.
- CLOPÉS ALEMANY, X. 2013.** Els boscos madurs en el Pla General de Política Forestal de Catalunya 2013-2020. P. 67-76. In: Mallarach, J. M.; Montserrat, J.; Vila, J. (eds.). Reptes per preservar els boscos madurs a Catalunya. II Jornades sobre boscos madurs. Santa Coloma de Farners, 11 i 12 d'abril de 2013. Institució Catalana d'Història Natural. Anglès. 215 p.
- CROMSIGT J. P. G. M., KERLEY G. I. H., KOWALCZYK, R. 2012.** The difficulty of using species distribution modelling for the conservation of refugee species-- the example of European bison. *Diversity and Distributions*, 18: 1253-1257.
- DANCE, P. 2004.** Spain's disappearing door-snail. *Mollusc World*, 6: 4-5, 7.
- DARP - DEPARTAMENT D'AGRICULTURA, RAMADERIA, PESCA I ALIMENTACIÓ. GENERALITAT DE CATALUNYA. 2018.** Mapa d'afectació per *Cydalima perspectalis* a Catalunya 2018. http://agricultura.gencat.cat/web/.content/ag_agricultura/ag02_sanitat_vegetal/ag02_02_plagues/documents/fitxers-binariis/cydalima-perspectalis-presentacio-afectacio-2018-06052019.pdf

- EHRMANN, P. 1927. Zur Systematik der Clausiliiden besonders der Ostasiatischen. Sitzungsberichte des Naturforschung Gesellschaft Leipzig, 49-52: 18-59.
- FOLCH I GUILLÈN, R. 1981. *La vegetació dels Països Catalans*. Ketres. Barcelona. 513 p.
- FULLER, E. 2003. *The great auk: The extinction of the original penguin*. Bunker Hill Publishing.
- GARGOMINY, O. & NEUBERT, E. 2011. Identifier les clausilies de France. *MalaCo*, Hors Série 1: 109-122.
- GARGOMINY, O., PRIÉ, V., BICHAIN, J.-M., CUCHERAT, X. & FONTAINE, B. 2011. Liste de référence annotée des mollusques continentaux de France. *MalaCo* 7: 307-382.
- GITTENBERGER, E. 2007. The recent Laminiferinae (Gastropoda: Clausiliidae): The reproductive tract and the radula redescribed and illustrated. *Spira*, 2: 147-155.
- GITTENBERGER, E.; MENKHORST, H. P. M. G. & RAVEN, J. G. M. 1980. New data on four European terrestrial gastropods. *Basteria*, 44: 11-16.
- GOMEZ MOLINER, B.J. 2017. *Bofilliella subarcuata*. The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e.T2846A85564218. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T2846A85564218.en>
- GÓMEZ MOLINER, B., ALONSO, M. R., IBÁÑEZ, M., ARAUJO, R., ARCONADA, B., MARTÍNEZ ORTÍ, A., PUJANTE, A. M., ROBLES, F., TEMPLADO, J., MORENO, D., LUQUE, A., ALTABA, C., PRIETO, C., PUENTE, A. I., ALTONAGA, K., ARRÉBOLA, J. R., ROLÁN, E., BROS CATON, V., CASTILLEJO, J., ÁLVAREZ HALCÓN, R. M. 2000. Listado final: fichas con argumentaciones científicas para la catalogación de especies de moluscos. *Noticiario de la Sociedad Española de Malacología*, 33: 45-47.
- GONZÀLEZ-PRAT, F. & MONTSERRAT, J. 2013. La biodiversitat dels boscos madurs: una reflexió des de Catalunya. P. 41-55. In: Mallarach, J. M.; Montserrat, J.; Vila, J. (eds.). Reptes per preservar els boscos madurs a Catalunya. II Jornades sobre boscos madurs. Santa Coloma de Farners, 11 i 12 d'abril de 2013. Institució Catalana d'Història Natural. Anglès. 215 p.
- HAAS, F. 1929. Fauna malacològica terrestre y de agua dulce de Cataluña. *Trabajos del Museo de Ciencias naturales de Barcelona*, 13: 1-491. (Facsimil 1991: Treballs del Museu de Zoologia de Barcelona, 5: i-xxiv, 1-491, xxv-lxv.)
- HARRISON, S. & NOSS, R. 2017. Endemism hotspots are linked to stable climatic refugia. *Annals of Botany*, 119: 207-214.
- HOLYOAK, D. T. & SEDDON, M. B. 1985. Non-marine Gastropoda from Spain, France and Italy. *Journal of Conchology*, 32: 67-70.
- ISAAC, N. J. B., TURVEY, S. T., COLLEN, B., WATERMAN, C. & BAILLIE, J. E. M. 2007. Mammals on the EDGE: Conservation priorities based on threat and phylogeny. *PLoS One*, 2, e296:1-e296:7.
- IUCN 2012. *IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1*. Second edition. IUCN. Gland, Switzerland i Cambridge, UK. iv + 32pp.
- JETZ, W., THOMAS, G. H., JOY, J. B., REDDING, D.W., HARTMANN, K. & MOOERS, A. O. 2014. Global distribution and conservation of evolutionary distinctness in birds. *Current Biology*, 24: 919-930.
- KERLEY, G. I. H., KOWALCZYK, R. & CROMSIGT, J. P. G. M. 2012. Conservation implications of the refugee species concept and the European bison: king of the forest or refugee in a marginal habitat? *Ecography*, 35: 519-529.
- KERNEY, M. P., CAMERON, R. A. D. & BERTRAND, A. 1999. *Guide des escargots et limaces d'Europe*. Delachaux et Niestlé. Paris. 370 p., 28 làms.
- LAGAR, A.; CARDONA, F. & FERRERES, J. 1978. Dades par al coneixement espeleològic de la Salut-Collsabra. Barcelona. *Exploracions*, 2: 24-32.
- LEUTHARDT, F. 2015. *Cydalima perspectalis* (box tree moth). Invasive Species Compendium, CABI. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/118433#toDistributionMaps>
- LOOSJES, F. E. & ALTIMIRA ALEU, C. 1970. Notes concernant Laminifera (*Bofilliella subarcuata* (Bofill)). *Basteria*, 34: 55-57.

- LOOSJES, F. E. & LOOSJES-VAN BEMMEL, A. C. W. 1973.** Das System der Clausiliiden (Gastropoda: Euthyneura). *Archiv für Molluskenkunde*, 103: 175-178.
- MALLARACH, J. M. 1999.** Criteris i mètodes d'avaluació del patrimoni natural. *Documents dels Quaderns de Medi Ambient*, 2: 1-106.
- MALLARACH, J. M. 2103.** Història dels valors dels boscos vells i madurs a Europa i Catalunya, i els reptes de la seva preservació. P. 21-37. In: Mallarach, J. M.; Montserrat, J.; Vila, J. (eds.). Reptes per preservar els boscos madurs a Catalunya. II Jornades sobre boscos madurs. Santa Coloma de Farners, 11 i 12 d'abril de 2013. Institució Catalana d'Història Natural. Anglès. 215 p.
- MONSARRAT, S., NOVELLIE, P., RUSHWORTH, I. & KERLEY, G. 2019.** Shifted distribution baselines: neglecting long-term biodiversity records risks overlooking potentially suitable habitat for conservation management. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 344: 20190215. <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2019.0215>
- MONTSERRAT I REIG, J. 2013.** Estat de conservació dels boscos madurs de Catalunya. *L'Atzavara*, 22: 73-78.
- MONTSERRAT I REIG, J. 2017.** Avaluació de conservació dels boscos de la Garrotxa. Jornada sobre els boscos madurs dels espais naturals de Catalunya. Departament de Territori i Sostenibilitat, Generalitat de Catalunya. http://parcsnaturals.gencat.cat/web/.content/home/zona_volcanica_de_la_garrotxa/coneix-nos/centre_de_documentacio/fons_documental/biblioteca_digital/jornades_i_exposicions/2017/20171201_Jornada_boscos_madurs_PATT/Avaluacio_estat_conservacio_boscos_Garrotxa_Joan_Montserrat.pdf
- NEBOT, J. 1999.** Atlas dels invertebrats de la Garrotxa que mereixen atenció especial. Beques Ciutat d'Olot, PNZVG (inèdit).
- NEBOT I OBON, J. 2007.** Distribució i ecologia de Bofilliella subarcuata (Bofill, 1897), mol·lusc emblemàtic de la Garrotxa. *Annals de la delegació de la Garrotxa de la Institució Catalana d'Història Natural*, 2: 39-42.
- NEUBERT, E., SEDDON, M.B., ALLEN, D.J., ARRÉBOLA, J., BACKELJAU, T., BALASHOV, I., BANK, R., CAMERON, R., DE FRIAS MARTINS, A.M., DE MATTIA, W., DEDOV, I., DUDA, M., FALKNER, G., FALKNER, M., FEHÉR, Z., GARGOMINY, O., GEORGIEV, D., GIUSTI, F., GÓMEZ MOLINER, B.J., GROH, K., IBÁÑEZ, M., KAPPES, H., MANGANELLI, G., MARTÍNEZ-ORTÍ, A., NARDI, G., NEIBER, M.T., PÁLL-GERGELY, B., PARMAKELIS, A., PRIÉ, V., REISCHÜTZ, A., REISCHÜTZ, P.L., ROWSON, B., RÜETSCHI, J., SLAPNIK, R., SON, M., ŠTAMOL, V., TEIXEIRA, D., TRIANTIS, K., VARDINOYANNIS, K., VON PROSCHWITZ, T. & WALTHER, F. 2019.** *European Red List of Terrestrial Molluscs*. IUCN: Cambridge, UK and Brussels, Belgium. <https://portals.iucn.org/library/node/48439>
- NORDSIECK, H. 1979.** Zur Anatomie und Systematik der Clausiliiden, XXI. Das System der Clausilien, II: Die rezenten europäischen Clausilien. *Arch. Moll.*, 109: 249-275.
- NORDSIECK, H. 2005.** Family Clausiliidae – general information, systematic position, subdivision, evolution (Gastropoda: Stylommatophora). *Mitteilungen des Deutsche Malakozoologische Gesellschaft*, 73 (74): 17–28.
- NORDSIECK, H. 2007.** *Worldwide Door Snails (Clausiliidae), Recent and Fossil. Conchbooks*. Hackenheim. 214 p.
- PÉREZ-OTERO, R., MANSILLA, J. P., VIDAL, M. 2014.** *Cydalima perspectalis* Walker, 1859 (Lepidoptera, Crambidae): una nueva amenaza para *Buxus* spp. en la Península Ibérica.) *Archivos Entomológicos*, 10: 225-228.
- POULSON, T. L. 1963.** Cave adaptation in amblyopsid fishes. *American Midland Naturalist*, 70: 257-290.
- ROSAUER, D., LAFFAN, S. W., CRISP, M. D., DONNELLAN, S. C. & COOK, L.G. 2009.** Phylogenetic endemism: a new approach for identifying geographical concentrations of evolutionary history. *Molecular Ecology*, 18: 4061-4072.
- SCHILEYKO, A. A. 2000.** Treatise on Recent terrestrial pulmonate molluscs. Clausiliidae.

- Ruthenica*, Supplement 2, Part 5: 565-729.
- STRINGER, I. A. N., BRENNAN, K. E. C., MOIR, M. L., PARRISH, G. R., MAJER, J. D., SHERLEY, G. H. 2003.** Population structure, growth and longevity of *Placostylus hongii* (Pulmonata: Bulimulidae) on Tawhiti Rahi Island, Poor Knights Islands, New Zealand. *Pacific Conservation Biology*, 9: 241–247.
- UIT DE WEERD, D. R. & GITTENBERGER, E. 2013.** Phylogeny of the land snail family Clausiliidae (Gastropoda: Pulmonata). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 67: 201-216.
- VILELLA, M. 1967.** Notas malacológicas, IV. Nuevas citas de dispersión. *Miscelánea Zoológica*, 2 (2): 17-21.
- VIVES I NOGUERA, E. 1999.** Biografia: Francesc Español i Coll (1907-1999). *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural*, 67: 151-154.
- VOITURON, Y., DE FRAIPONT, M., ISSARTEL, J., GUILLAUME, O. & CLOBERT, J. 2011.** Extreme lifespan of the human fish (*Proteus anguinus*): a challenge for ageing mechanisms. *Biology Letters*, 7: 105-107.
- WAGNER, A. 1920.** Zur Anatomie und Systematik der Clausiliiden. *Archiv für Molluskenkunde*, 52: 154-158.
- WELTER-SCHULTES, F. 2012.** *European non-marine molluscs, a guide for identification*. Planet Poster Editions. Göttingen. 679+3+78 p.
- WESTERLUND, C. A. 1901.** *Synopsis molluscorum in regione palearcticae viventium ex typo Clausilia*. Sant Petersburg.

TAULA 1. Localitats conegudes de *Bofilliella subarcuata*, ordenades cronològicament i amb la seva situació geogràfica. Quan les indicacions originals són poc precises, s'ha optat per l'indret que sembla més adient per a l'espècie. S'han exclòs les troballes en al·luvions de rius. S'indica si es recol·lectaren exemplars vius.

data	hàbitat	lloc	municipi	comarca	UTM 31N / ETRS89	coordenades geogràfiques	altitud	vius	publicació
1894	balma	can Olives	Lledó	Alt Empordà	483515.26, 4679143.84 m	lat 42° 15' 52" N long 2° 48' 0" E	172		Bofill (1896)
1919	penya	can Olives	Lledó	Alt Empordà	483511.96, 4679105.19 m	lat 42° 15' 50" N long 2° 48' 0" E	200		Bofill et al. (1921)
1919	parets de pedra	can Olives	Lledó	Alt Empordà	483611.46, 4679305.19 m	lat 42° 15' 57" N long 2° 48' 5" E	192		Bofill et al. (1921)
1929	bosc madur?	el Noguer de Segueró (Bosc Gran?)	Beuda	Garrotxa	479236.96, 4676038.19 m	lat 42° 14' 11" N long 2° 44' 54" E	268		Loosjes & Altimira (1970), Nebot (2007)
1932	dins la cova	cova Bora Fosca	Tavertet	Osona	448008.46, 4648860.78 m	lat 41° 59' 24" N long 2° 22' 20" E	665		Aguilar-Amat (1933)
1935	dins la cova	cova dels Ermitons	Sales de Llierca	Garrotxa	466353.24, 4681262.43 m	lat 42° 16' 58" N long 2° 35' 31" E	400	sí	Aguilar-Amat (1936), Loosjes & Altimira (1970)
1935	dins la cova	cova de l'Orri	Tortellà	Garrotxa	472097.45, 4681175.49 m	lat 42° 16' 56" N long 2° 39' 42" E	594		Loosjes & Altimira (1970)
1935	dins la cova	cova Bora Fosca	Tavertet	Osona	448008.46, 4648860.78 m	lat 41° 59' 24" N long 2° 22' 20" E	665	sí	Aguilar-Amat (1936)
1962	dins la cova	cova Bora Fosca	Tavertet	Osona	448008.46, 4648860.78 m	lat 41° 59' 24" N long 2° 22' 20" E	665		Vilella (1967)
1969	dins la cova	cova Bora Fosca	Tavertet	Osona	448008.46, 4648860.78 m	lat 41° 59' 24" N long 2° 22' 20" E	665	sí	Altimira (1970),
1970	bosc madur?	Sant Privat d'en Bas	Vall d'en Bas	Garrotxa	451062.12, 4666301.23 m	lat 42° 8' 50" N long 2° 24' 28" E	550	sí	Altimira (1971)
1970	dins la cova	avenc del Bloc	Sant Aniol de Finestres	Garrotxa	466403.78, 4659932.57 m	lat 42° 5' 27" N long 2° 35' 38" E	400		Nebot (1999, 2007)
1976	dins la cova	cova de la Torre	Sant Feliu de Pallerols	Garrotxa	460707.75, 4657278.16 m	lat 42° 3' 60" N long 2° 31' 30" E	390		Bellés (1978)
1977	dins la cova	avenc 2 de Roca-roja (Roca Reiga, Pruitt)	Sant Feliu de Pallerols	Garrotxa	457421.98, 4657526.28 m	lat 42° 4' 7" N long 2° 29' 7" E	970		Lagar et al. (1978)

Seminaris sobre el patrimoni natural de la comarca de la Garrotxa,

data	hàbitat	lloc	municipi	comarca	UTM 31N / ETRS89	coordenades geogràfiques	altitud	vius	publicació
1978	dins la cova	cova a la vora de la N115, a 8 al SW d'Arles	el Tec (Man-yaques)	Vallespir	466176.96, 4696801.38 m	lat 42° 25' 22" N long 2° 35' 20" E	420		Gittenberger et al. (1980)
1979	dins la cova	cova de la Mosquera (mina de can Trompa)	Beuda	Garrotxa	476157.92, 4675932.95 m	lat 42° 14' 7" N long 2° 42' 40" E	327		Bech & Fernández (1984)
1980	bosc madur?	Bac de Medinyà?	Celrà	Gironès	489176.70, 4650250.45 m	lat 42° 0' 15" N long 2° 52' 9" E	212	sí	Bech & Fernández (1984)
1989	dins la cova	forat 1 de les Feixasses	Sant Feliu de Pallerols	Garrotxa	457480.50, 458111.16 m	lat 42° 4' 26" N long 2° 29' 10" E	714		Nebot (1999, 2007)
1992	balma petita	font de la Gruta	Olot	Garrotxa	455803.99, 4669181.92 m	lat 42° 10' 25" N long 2° 27' 54" E	439		Nebot (1999, 2007)
1993	dins la cova	cova de la Torre	Sant Feliu de Pallerols	Garrotxa	460707.75, 4657278.16 m	lat 42° 3' 60" N long 2° 31' 30" E	390	sí	aquest treball
1993	dins la cova	cova del Cadabre	Sales de Llierca	Garrotxa	467156.35, 4678259.12 m	lat 42° 15' 21" N long 2° 36' 7" E	262		Nebot (1999, 2007)
1994	bosc madur	bauma del Serrat del Pont	Tortellà	Garrotxa	467463.86, 4677319.91 m	lat 42° 14' 51" N long 2° 36' 20" E	245		Nebot (1999, 2007)
1996	bosc madur	camí sobre font del Cossi	Tortellà	Garrotxa	467474.61, 4677338.41 m	lat 42° 14' 51" N long 2° 36' 21" E	237		Nebot (1999, 2007)
1998	bosc madur?	la Vall del Bac (Gorgues del Molí?)	la Vall de Bianya	Garrotxa	455614.52, 4679494.87 m	lat 42° 15' 59" N long 2° 27' 43" E	560		aquest treball
2002	dins la cova	baumes de Caixurma	Montagut i Oix	Garrotxa	463570.40, 4673223.15 m	lat 42° 12' 37" N long 2° 33' 31" E	477	sí	Nebot (2007)
2003	bosc madur	bosc de la Casa Nova de Plansalloses	Tortellà	Garrotxa	467078.47, 4677652.62 m	lat 42° 15' 1" N long 2° 36' 3" E	265	sí	Dance (2004)
2006	bosc madur	bosc de la Casa Nova de Plansalloses	Tortellà	Garrotxa	467078.47, 4677652.62 m	lat 42° 15' 1" N long 2° 36' 3" E	265	sí	Gittenberger (2007)
2016	bosc madur	bosc de can Piquer	Vall d'en Bas	Garrotxa	448654.27, 4662601.04 m	lat 42° 6' 50" N long 2° 22' 44" E	1040		aquest treball