



## Quan les fonts s'assequen Situació dramàtica de les fonts de la Serralada Litoral davant la crisi climàtica

Jordi Corbera <sup>1</sup> , Catherine Preece <sup>1,2</sup> , Francesc Sabater <sup>1,3</sup> , Marcos Fernández-Martínez <sup>1,4</sup> 

<sup>1</sup> Delegació de la Serralada Litoral Central, ICHN

<sup>2</sup> IRTA, Torre Marimón, Caldes de Montbui

<sup>3</sup> Departament de Biologia Evolutiva, Ecologia i Ciències Ambientals, UB

<sup>4</sup> CREA, Bellaterra

**Resum:** Deu anys després de l'inici del Projecte Fonts s'han visitat 31 fonts de la Serralada Litoral ja estudiades fa una dècada per tal de comparar els seus cabals antics amb els actuals. A totes les 31 fonts brollava aigua amb més o menys cabal el 2013. A data d'avui, 14 d'aquestes fonts (45,2%) estan totalment eixutes i a la resta s'han mesurat uns cabals molt inferiors als de fa deu anys. El 2013 el sumatori dels cabals de les 31 fonts era de 1.891,6 ml/s, mentre que el 2023 és només de 152,5 ml/s, la qual cosa representa una pèrdua de 1.739,1 ml/s, és a dir el 91,9% del cabal d'aigua. A la majoria de fonts on s'ha perdut el flux d'aigua, s'han perdut també les comunitats de briòfits i en conseqüència tota la microbiota associada. Atès que moltes d'aquestes comunitats són pràcticament encara desconegudes, la pèrdua podria ser especialment rellevant en uns hàbitats que han estat considerats punts calents de biodiversitat.

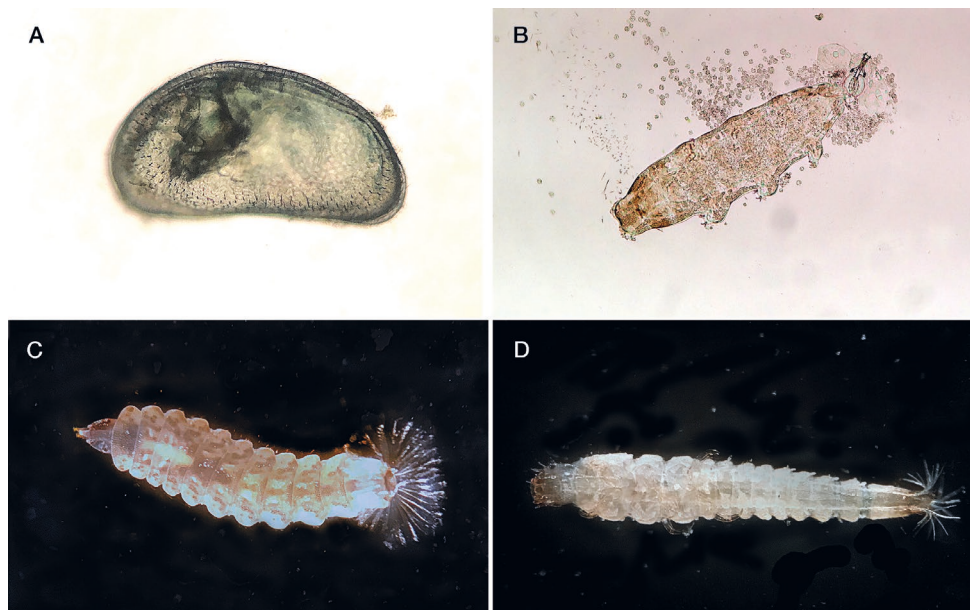
**Summary:** WHEN THE SPRINGS DRY UP. THE DRAMATIC SITUATION OF THE SPRINGS OF THE SERRALADA LITORAL IN THE FACE OF THE CLIMATE CRISIS. – Ten years after the start of the Projecte Fonts, 31 springs from the Serralada Litoral, previously studied a decade ago, have been visited in order to compare their current water discharge with those from ten years ago. All 31 springs presented water discharge in 2013. Today, 14 of these springs (45.2%) are completely dry and the rest have discharge rates that are much lower than ten years ago. In 2013 the sum of the water discharge of the 31 springs was 1,891.6 ml/s, while in 2023 it is only 152.5 ml/s, which represents a loss of 1,739.1 ml/s, a reduction of 91.9% of the water. In most springs where water flow has been completely lost, bryophyte communities have also been lost and, consequently, all associated microbiota. Given that many of these communities are still largely unknown, the loss of biodiversity could be particularly relevant in habitats that have been considered biodiversity hotspots.

El gener de 2013, ara fa just 10 anys, un grup de membres de la Secció de Ciències Naturals del Museu de Mataró va iniciar el Projecte Fonts (<http://www.dslc-ichn.cat/recerca/projecte-fonts/>). L'objectiu inicial era determinar les característiques fisicoquímiques de les aigües de les fonts, esbrinar quines eren les comunitats de briòfits (molses i hepàtiques) que hi creixien i indagar si hi havia alguna relació entre les unes i les altres.

Durant aquell any 2013 es van visitar 61 fonts distribuïdes per tota la part central de la Serralada Litoral (entre els rius Besòs i la Tordera), i es van obtenir mostres d'aigua que més tard es van analitzar i de briòfits que es van identificar. Els resultats d'aquesta primera fase de mostreig es van publicar al volum 25 d'aquesta revista (Sabater *et al.*, 2015; Corbera *et al.*, 2015).

Posteriorment, l'àmbit geogràfic del Projecte es va anar ampliant a zones com el Montseny, el Lluçanès, la Garrotxa, Osona, el Ripollès, etc. En l'actualitat es disposen de dades de gairebé 400 fonts i això ha permès comprovar la relació entre les variables hidrològiques i climàtiques i la distribució dels briòfits (Bes *et al.*, 2017, 2018), com la contaminació per nitrats disminueix la diversitat de briòfits (Sayol *et al.*, 2017; Fernández-Martínez *et al.*, 2020), com els trets de les molses estan relacionats amb les característiques de l'aigua i el clima (Fernández-Martínez *et al.*, 2019a) o com les sals aportades per la brisa marina afecten l'aigua de les fonts més properes al mar (Fernández-Martínez *et al.*, 2019b).

Més recentment s'ha aprofundit en el paper que té la composició elemental dels briòfits a l'hora d'explicar les relacions amb els seus trets



**Figura 1.** Fauna associada a les molses de les fonts. A, ostràcode; B, tardígrad; C, larva de dípter; larva de coleòpter.

morfològics i reproductius o la hidrologia i el clima (Fernández-Martínez *et al.*, 2021a, b, c).

Durant els darrers anys s'ha pogut constatar com algunes fonts s'anaven assecant i és per això que en aquest treball s'ha volgut avaluar la magnitud d'aquests canvis a la Serralada Litoral, com està afectant la sequera persistent a la viabilitat de les fonts i quines són les conseqüències quan aquestes s'assequen.

### Les fonts: illes de diversitat

A la regió de clima mediterrani, amb llargs períodes secs i pluges de distribució irregular, les fonts esdevenen microhàbitats humits en un entorn sec gran part de l'any. Aquesta humitat més o menys persistent (és possible que algunes fonts arribin a assecar-se durant els períodes estivals) permet el desenvolupament de certes comunitats que en cap cas podrien sobreviure en els hàbitats circumdants.

Atès que molt sovint les fonts són en realitat petites construccions de roca i morter que permeten recollir i optimitzar l'aigua com a recurs i que sovint disposen d'un petit receptacle amb aigua de forma permanent, a les parts humides es desenvolupa una comunitat dominada per algues (Lai *et al.*, 2020) i briòfits.

Al seu torn els briòfits generen una estructura tridimensional que serveix d'hàbitat a una microfauna molt diversa on dominen nematodes, rotífers, tardígrads, larves d'insectes (tricòpters, dípters, coleòpters), mol·luscs, crustacis, etc. (Garson, 1982; Cartwright *et al.*, 2020) (fig. 1).

Al voltant de les fonts sovint es crea una zona enfangada que és aprofitada per algunes papallones diürnes que hi succionen sals minerals en un comportament anomenat *mud-puddling* (Adler

i Pearson, 1982), i també són visitades per alguns himenòpters que hi recullen fang per a la construcció dels seus nius (Chatenoud *et al.*, 2012).

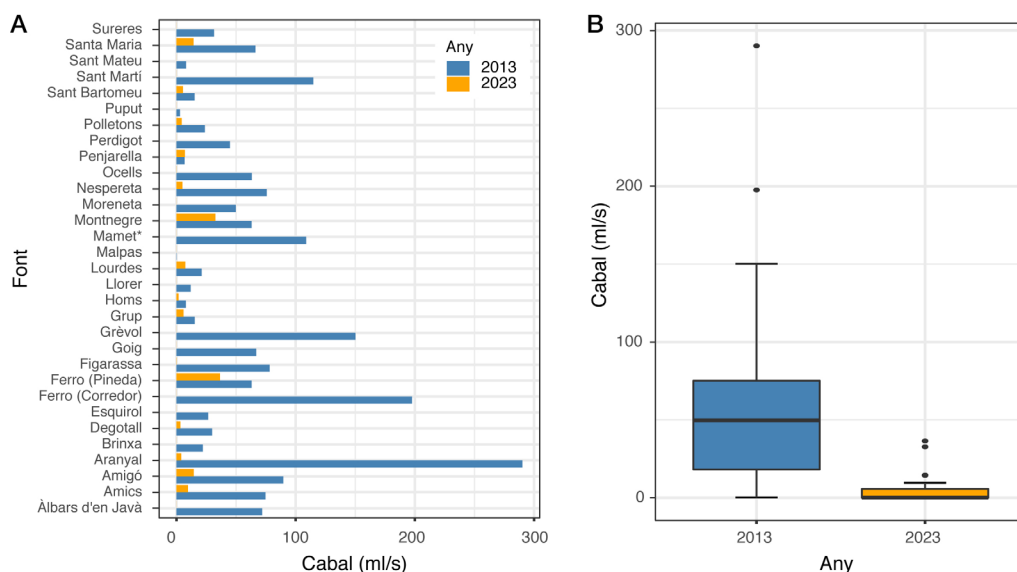
Per altra banda, les fonts subministren aigua a la majoria de vertebrats del bosc que les envolta. Proporcionen lloc de cria a alguns amfibis (sovint es veuen larves de salamandra o de tòtil en aquelles fonts que tenen un pericó que reté l'aigua transitòriament), són visitades per ocells com el gaig, el tudó o la merla, i serveixen també d'abeuradors per senglars i cabirols.

Així doncs, en l'entorn mediterrani, es pot considerar que les fonts són illes de biodiversitat en un entorn més pobre (Cantonati *et al.*, 2012; Fattorini *et al.*, 2016). Malauradament, la composició d'aquests petits ecosistemes, malgrat comptades excepcions (Pascual *et al.*, 2020), és gairebé desconeguda a la nostra regió.

### Les fonts s'assequen

Durant els mesos de gener i febrer de 2023, coincidint amb el mateix període de l'any en què es va iniciar el mostreig de fonts l'any 2013, s'han visitat un total de 31 fonts de les 62 que s'havien estudiat prèviament a la Serralada Litoral i s'han mesurat els cabals actuals per tal de poder-los comparar amb els de deu anys abans.

Una de les fonts, la font d'en Mamet a Vallromanes es va perdre a causa d'una torrentada durant el temporal Glòria. De la resta, 13 estan totalment seques. Les altres 17 mostren cabals molt inferiors als mesurats durant el 2013 (fig. 2). En conjunt, les 31 fonts oferien fa deu anys un cabal global de 1.891,6 ml/s, a dia d'avui aquest cabal és només de 152,5 ml/s, la qual cosa representa una pèrdua del 91,9% de l'aigua.



**Figura 2.** A, cabals d'aigua mesurats a diferents fonts (31) de la Serralada Litoral el 2013 i el 2023. B, gràfic de caixes on es comparen els cabals mesurats el 2013 amb els de 2023, la diferència és estadísticament molt significativa (K-W;  $\chi^2= 34,615$ ,  $p<0.001$ ). \* La font d'en Mamet, a Vallromanes, va desaparèixer a causa d'una torrentada durant el temporal Glòria.

### Causas i conseqüències de la manca d'aigua a les fonts

La persistent sequera que ha patit la Serralada Litoral durant aquests darrers dos anys sembla ser una de les causes més importants d'aquesta pèrdua de cabal a les fonts. Si agafem Mataró com a referència, trobem que la precipitació acumulada els anys 2011 i 2012 va ser de 1.162,2 L/m<sup>2</sup> envers els 816,3 L/m<sup>2</sup> dels anys 2021 i 2022, una reducció del 29,8% (dades procedents de <http://meteomataro.com/>). A més a més, durant el segon període (2021-2022, 17,2°C), la temperatura va ser 0,6°C més alta que durant el primer (2011-2012, 16,6°C), la qual cosa comporta un augment de la evapotranspiració de la vegetació. A tot això se li suma el fet que moltes fonts no

han gaudit d'un manteniment adequat, fet que, de ben segur, ha repercutit en la disminució dels seus cabals.

La reducció del cabal en una font no sembla que produeixi grans efectes a les comunitats de briòfits. Fins i tot, quan aquest cabal és molt baix i la font tan sols goteja (<1 ml/s), aparentment és suficient per mantenir la humitat necessària a les parets de la font i a la vegada les comunitats de briòfits preexistents.

No obstant això, la pèrdua total de l'aigua en una font porta, en un termini més o menys llarg, a la desaparició de totes aquelles comunitats associades a l'aigua. Alguns organismes, i en especial les molles, tenen una gran capacitat de suportar períodes més o menys llargs de sequera. Això també és possible en alguns invertebrats com és el cas dels rotífers i alguns



**Figura 3.** Comparació de l'estat de la font del Llorer (Argentona) l'any 2019 (esquerra) i 2023 (dreta). es pot observar la pèrdua total de la comunitat de molles que el 2019 estava composta per *Didymodon tophaceus*, *Dialotrichia mucronata*, *Fissidens crassipes* i *Tortula muralis*. I com a conseqüència també han desaparegut tots els organismes associats a les molles.

grups de crustacis, els quals generen formes de resistència que els permeten aguantar llargs períodes sense aigua per «reviure» quan aquesta torna a estar disponible. Però, si el període de temps sense aigua es perllonga molt, aquestes adaptacions evolutives a ambients variables no els permet sobreviure (fig. 3).

## Perspectives de futur

En un escenari futur de disminució de la pluviositat i alhora d'augment de les temperatures, tal com està previst a causa del canvi climàtic, moltes de les fonts a la regió de clima mediterrani estan en greu perill de patir períodes cada cop més llargs sense aigua. Malgrat que com s'ha comentat algunes espècies ja estan adaptades a aquesta intermitència de les condicions ambientals, la reiteració i perllongament dels períodes secs portarà a una simplificació de les comunitats i a l'afavoriment de la presència d'espècies oportunistes que poden recolonitzar amb més rapidesa els espais que han quedat buits.

Algunes fonts, però, s'assecaran de forma permanent, i això comportarà la pèrdua inequívoca de totes aquestes comunitats associades a la presència d'aigua i en definitiva un empobriment de la biodiversitat global dels ecosistemes mediterranis.

## Agraïments

El Projecte Fonts durant els darrers anys ha rebut el suport econòmic de l'Institut d'Estudis Catalans, la Institució Catalana d'Història Natural i el Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural de la Generalitat de Catalunya.

## Referències

- Adler, P.H. i Pearson, D.L. 1982. Why do male butterflies visit mud puddles? *Canadian Journal of Zoology*, 60(3): 322-325  
<https://doi.org/10.1139/z82-043>
- Bes, M., Corbera, J., Sayol, F., Bagaria, G., Jover Benjumea, M., Preece, C., Sabater, F., Viza, A. i Fernández Martínez, M. 2017. Efecte de les variables ambientals i hidrològiques sobre la riquesa i distribució dels briòfits fontinals a la Catalunya oriental. *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural*, 81: 121-134.
- Bes, M., Corbera, J., Sayol, F., Bagaria, G., Jover, M., Preece, C., Viza, A., Sabater, F. i Fernández-Martínez, M. 2018. On the influence of water conductivity, pH and climate on bryophyte assemblages in Catalan semi-natural springs. *Journal of Bryology*, 40: 149-158.  
<https://doi.org/10.1080/03736687.2018.1446484>
- Cantonati, M., Füreder, L., Gerecke, R., Jüttner, I. i Cox, E.J. 2012. Crenic habitats, hotspots for freshwater biodiversity conservation: toward an understanding of their ecology. *Freshwater Science*, 31(2): 463-480.  
<https://doi.org/10.1899/11-111.1>
- Cartwright, J.M., Dwire, K.A., Freed, Z., Hammer, S.J., McLaughlin, B., Misztal, L.W., Schenk, E.R., Spence, J.R., Springer, A.E. i Stevens, L.E. 2020. Oases of the future? Springs as potential hydrologic refugia in drying climates. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 18(5): 245-253.  
<https://doi.org/10.1002/fee.2191>
- Chatenoud, L., Polidori, C., Federici, M., Licciardi, V. i Andrietti, F. 2012. Mud-ball construction by *Sceliphron mud-dauber* wasps (Hymenoptera: Sphecidae): A comparative ethological study. *Zoological Studies*, 51(7): 937-945.
- Corbera, J., Fernández-Martínez, M., Jover, M., Torner, G., Calpe, M., Ciurana, O. i Sabater, F. 2015. Els briòfits de les fonts de la Serralada Litoral Central: composició específica i efecte dels paràmetres ambientals en la seva distribució. *L'Atzavara*, 25: 105-116.
- Fattorini, S., Borges, P.A. V., Fiasca, B. i Galassi, D.M.P. 2016. Trapped in the web of water: Groundwater-fed springs are island-like ecosystems for the meiofauna. *Ecology and Evolution*, 6: 8389-8401.  
<https://doi.org/10.1002/ece3.2535>
- Fernández-Martínez, M., Berloso, F., Corbera, J., Garcia-Porta, J., Sayol, F., Preece, C. i Sabater, F. 2019a. Towards a moss sclerophylly continuum: Evolutionary history, water chemistry and climate control traits of hygrophytic mosses. *Functional Ecology*, 33: 2273-2289.  
<https://doi.org/10.1111/1365-2435.13443>
- Fernández-Martínez, M., Margalef, O., Sayol, F., Asensio, D., Bagaria, G., Corbera, J., Sabater, F., Domene, X. i Preece, C. 2019b. Sea spray influences water chemical composition of Mediterranean semi-natural springs. *Catena*, 173: 414-423.  
<https://doi.org/10.1016/j.catena.2018.10.035>
- Fernández-Martínez, M., Corbera, J., Domene, X., Sayol, F., Sabater, F. i Preece, C. 2020. Nitrate pollution reduces bryophyte diversity in Mediterranean springs. *Science of the Total Environment*, 705: 135823.  
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135823>
- Fernández-Martínez, M., Corbera, J., Cano-Rocabayera, O., Sabater, F. i Preece, C. 2021a. Do bryophyte elemental concentrations explain their morphological traits? *Plants*, 10(8): 1581.  
<https://doi.org/10.3390/plants10081581>
- Fernández-Martínez, M., Preece, C., Corbera, J., Cano, O., Garcia-Porta, J., Bogdziewicz, M., Sardans, J., Janssens, I.A., Sabater, F. i Peñuelas, J. 2021b. Nutrients control reproductive traits of hygrophytic bryophytes. *Freshwater Biology*, 56(7): 1436-1446.  
<https://doi.org/10.1111/fwb.13729>
- Fernández-Martínez, M., Preece, C., Corbera, J., Cano, O., Garcia-Porta, J., Sardans, J., Janssens, I.A., Sabater, F. i Peñuelas, J. 2021c. Bryophyte C:N:P stoichiometry, biogeochemical niches and elementome plasticity driven by environment and coexistence. *Ecology Letters*, 24(7): 1375-1386.  
<https://doi.org/10.1111/ele.13752>
- Gerson, U. 1982. Bryophytes and Invertebrates. A: Smith, A.J.E. (ed.), *Bryophyte Ecology*. Chapman and Hall, pp. 291-332.  
[https://doi.org/10.1007/978-94-009-5891-3\\_9](https://doi.org/10.1007/978-94-009-5891-3_9)
- Lai, G.G., Padedda, B.M., Ector, L., Wetzel, C.E., Lugliè, A. i Cantonati, M. 2020. Mediterranean karst springs: diatom biodiversity hotspots under the pressure of hydrological fluctuation and nutrient enrichment. *Plant Biosystems*, 154(5): 673-684.  
<https://doi.org/10.1080/11263504.2019.1674402s>
- Pascual, R., Gomà, J., Pedrocchi, C., Cadiach, O., García, G. i Solé, J. 2020. First data on the biological richness of Mediterranean springs. *Limnetica*, 39(1): 121-139.  
<https://doi.org/10.23818/limn.39.09>
- Sabater, F., Fernández-Martínez, M., Corbera, J., Calpe, M., Torner, G., Cano, O., Corbera, G., Ciurana, O. i Parera, J.-M. 2015. Caracterització hidrogeològica de les fonts de la Serralada Litoral Central en relació a la litologia i als factors ambientals. *L'Atzavara*, 25: 93-104.
- Sayol, F., Corbera, J., Preece, C., Vilella, M., Asensio, L., Jover, M., Bagaria, G., Domene, X. i Fernández-Martínez, M. 2018. El nitrat de les fonts del Lluçanès: efectes sobre les comunitats de briòfits (molses i hepàtiques). *Ausa*, 28 [2017](180): 513-532.