

Ramon Margalef López (1919-2004)

El científic impulsor de l'ecologia a l'estany de Banyoles

GICH, F.; SARQUELLA, S. (ed.)

Banyoles: CECB, 2020, p. 175-185. (Quaderns; 39)

Ramon Margalef, l'estany de Banyoles i els peixos

Emili GARCÍA-BERTHOU

Universitat de Girona, GRECO, Institut d'Ecologia Aquàtica, c. de M. Aurèlia Capmany, 69, 17003 Girona
emili.garcia@udg.edu

Resum

El professor Ramon Margalef és l'ecòleg més important que ha tingut l'Estat espanyol. Va inspirar i formar més d'una generació d'ecòlegs ibèrics i llatinoamericans, ja fos directament a través dels seus consells, classes i conferències com, encara avui, a través dels seus articles o llibres, especialment els tractats monumentals *Ecologia* i *Limnologia*. Revisem, breument, el coneixement de la limnologia i especialment de l'ecologia dels peixos de l'estany de Banyoles. La limnologia més clàssica i l'ecologia de peixos continentals sovint han anat poc lligades per diversos motius, essencialment pels mètodes emprats, les aproximacions conceptuals i les diferents escales espacials i temporals utilitzades. L'estany de Banyoles també reflecteix aquest fet: un dels primers treballs que Margalef va publicar (1946) va ser sobre l'Estany i hi va dirigir dues de les seves primeres tesis doctorals, però no va ser fins a finals dels anys vuitanta que s'hi van iniciar els primers estudis de peixos. Des de llavors, s'hi han realitzat quatre tesis doctorals centrades en els peixos i se n'han publicat nombrosos articles a revistes internacionals, que aquí intentarem breument resumir. També plantejarem algunes preguntes que ens semblen interessants per a futurs estudis.

Paraules clau: limnologia, ecologia, ictiologia, península Ibèrica

Abstract

Professor Ramon Margalef was the most important Spanish ecologist. He inspired and trained more than a generation of Iberian and Latin American ecologists, either directly through his advice, conferences and lectures or, even today, through his articles or books, especially the monumental treatises *Ecologia* and *Limnologia*. We briefly review the knowledge of limnology and especially of the ecology of fish in Lake Banyoles. Classical limnology and ecology of inland fish have often been poorly linked for various reasons, essentially by many differences on their techniques needed, conceptual approaches, and spatial and temporal scales. Lake Banyoles also reflects this: although Margalef published one of his first works (in 1946) and directed two of his first doctoral theses on it, it was not until the late 1980s that the first research on fish started. Since then, four doctoral theses focusing on fish have been written and numerous research articles have been published in international journals, which we will briefly summarize here. We also suggest some questions for future research in Lake Banyoles.

Key words: limnology, ecology, ichthyology, Iberian Peninsula

Introducció

Ramon Margalef (1919-2004) va ser l'ecòleg més important que ha tingut l'Estat espanyol i un dels biòlegs marins, limnòlegs i ecòlegs teòrics més prominents del segle XX (Herrera, 2005). Va dirigir 39 tesis doctorals i va publicar més de 550 treballs, malgrat que no signava les publicacions dels seus doctorands (Peters, 2010; Prat, Ros i Peters, 2015) i que, en la seva època, trobar informació (per exemple, revistes científiques) i publicar treballs de recerca era molt més difícil que ara. Va inspirar i formar més d'una generació d'ecòlegs ibèrics i llatinoamericans, ja fos directament a través dels seus consells, classes i conferències com, encara avui, a través dels seus articles o llibres, especialment els tractats monumentals *Ecologia* (Margalef, 1974) i *Limnologia* (Margalef, 1983), que es troben entre les seves cinc publicacions més citades segons Google Scholar (<https://scholar.google.com/citations?user=d3w4mPIAAAAJ>), i són segurament les més influents. Els deixebles més directes han recollit molt bé les seves qualitats com a investigador, mestre i persona (per exemple, la modèstia i honestedat), que expliquen bé l'enorme impacte científic i social que va tenir (Armengol, 2006; Peñuelas, 2019; Prat *et al.*, 2015; Ros, 1991).

En el meu cas vaig estudiar biologia a la Universitat de Barcelona just quan el professor Margalef s'acabava de jubilar, però vaig poder gaudir de diverses classes i conferències seves, de les obres publicades i especialment de l'ensenyament d'alguns dels seus deixebles més directes (Javier Romero, Mikel Zabala, Joan Armengol, Francisco Comín, Joandomènec Ros i Narcís Prat, entre d'altres) així com de l'admiració que despertava arreu. Mentre jo estudiava la carrera, vam refer el mapa de l'estany de Banyoles (Moreno-Amich i García-Berthou, 1986, 1989), que ja havia iniciat el professor Margalef. Posteriorment vaig realitzar la tesi doctoral sobre els peixos de l'estany de Banyoles, que va ser un dels llocs on es va iniciar la limnologia moderna a l'Estat gràcies al professor Margalef.

En aquest treball intentaré resumir molt breument la recerca en limnologia i ecologia de peixos a l'estany de Banyoles, en especial la dels peixos continentals, i la seva relació amb el professor Margalef.

Margalef i la limnologia de l'estany de Banyoles

Un dels primers treballs que va publicar el professor Margalef va ser sobre l'estany de Banyoles (Margalef, 1946), on descrivia les algues i els invertebrats que s'hi poden trobar i les comunitats que formen. La singularitat de l'Estany com a segon llac més gran de la Península, el fet que sigui un dels pocs llacs grans que tenim (deixant de banda els del Pirineu i les llacunes costaneres) i el fet que, a més, aquests hagin estat un lloc paradigmàtic d'estudi per als ecòlegs i limnòlegs (Margalef, 1983), segurament va fer inevitable que el professor Margalef s'hi interessés.

Després d'una primera època dedicada al que sobretot abans s'anomenava hidrobiologia, Margalef es va dedicar al fitoplàncton marí i l'ecologia teòrica. Un núvol de paraules dels

títols de les seves publicacions resumeix de forma ràpida i sintètica els seus temes principals de recerca. En aquest núvol es pot observar que el gruix de les seves publicacions són sobre l'ecologia del fitoplàncton marí (fig. 1); també, la importància de les paraules (en castellà o anglès) *ecologia*, *distribució*, *aigües* i *diversitat* (aquesta darrera amb contribucions, molt conegudes de Margalef, a l'ecologia teòrica) (Margalef, 1957, 1958, 1968). L'ús de la llengua castellana en les seves publicacions (Prat, 2015) explica, en bona part, per què Margalef va tenir més influència en la comunitat ibèrica i llatinoamericana que en l'anglosaxona.

Dues de les quatre primeres tesis que va dirigir Margalef van ser sobre l'Estany, concretament les realitzades per Dolors Planas, sobre el fitoplàncton (Planas, 1973), i Maria Rosa Miracle, sobre el zooplàncton (Miracle, 1971, 1974), dos treballs molt detallats i innovadors. El treball de Miracle ja mostra la forta heterogeneïtat espacial de la limnologia i el zooplàncton de l'Estany, en bona part per la seva estructura en diferents cubetes o dolines, que després s'ha confirmat en nombrosos aspectes. La major part de l'aigua de l'Estany entra pel fons de les cubetes I i II, al sud, que són holomíctiques (la columna d'aigua perd l'estratificació i es barreja a l'hivern); en canvi, les cubetes del nord són meromíctiques (la columna d'aigua no es barreja completament a l'hivern i per això tenen una certa anòxia i unes comunitats biològiques molt diferents) (Garcia-Gil i Abella, 1992; Miracle, 1971; Prat i Rieradevall, 1995). L'heterogeneïtat espacial de l'Estany es reflecteix també en la física: s'ha vist que s'hi produeixen corrents des del nord



Figura 1. Núvol de paraules dels títols de les publicacions del professor Margalef. Els títols s'han extret de les 640 publicacions (28 d'agost 2020) de Google Scholar Citations (<https://scholar.google.com/citations?user=d3w4mPIAAAAAJ>) i s'han processat mitjançant el programa R (R Core Team, 2020) i els paquets *wordcloud* (Fellows, 2018) i *tm* (Feinerer, Hornik i Meyer, 2008). Només es mostren les paraules que apareixen deu cops o més i s'han omès paraules buides («stop words», com articles, preposicions i altres).

al sud (Casamitjana *et al.*, 2006; Roget *et al.*, 1993). Aquests corrents són els que produeixen un pic profund de crustacis copèpodes (zooplàncton) a la cubeta II, els quals aprofiten alguns peixos zooplànctívors, com la madrilleta vera (*Rutilus rutilus*) (García-Berthou, 1999a). L'heterogeneïtat espacial també és molt marcada en els invertebrats del bentos profund (Prat i Rieradevall, 1995; Rieradevall i Real, 1994; Rieradevall i Roca, 1995), amb menor biomassa i producció a les cubetes del nord, on també tenen unes comunitats molt diferents. Aquest fet també l'aprofiten els peixos com la carpa, que a diferència d'altres espècies és capaç d'explotar les zones profundes més anòxiques menjant, per exemple, les larves del dípter *Chaoborus flavicans* que a la nit migra a la columna d'aigua, on s'alimenta de crustacis planctònics (García-Berthou, 2001). La hipòxia és un factor que sembla modular les relacions tròfiques en els ecosistemes d'aigües continentals i que encara no es coneix prou per la dificultat d'estudiar-lo (Benito *et al.*, 2015). Les comunitats microbianes també mostren moltes diferències entre cubetes (García-Gil i Abella, 1992; García-Gil *et al.*, 1993). Aquest és un dels millors avantatges per a la recerca limnològica a l'Estany, el qual està format per diversos llacs en un de sol: des de fora i a la superfície és un de sol, però les zones profundes (l'hipolimnion, que és la zona sota la termoclina quan el llac està estratificat) són molt diferents i permeten estudis comparatius interessants.

Els peixos de l'estany de Banyoles

Malgrat el treball pioner de Margalef (1946) a l'Estany i les dues tesis doctorals de les professores Planas i Miracle, els treballs sobre el bentos i els peixos van ser molt posteriors. El del bentos correspon a la tesi doctoral de la professora Maria Rieradevall, que se centrà en el bentos sublitoral i profund (Prat i Rieradevall, 1995; Rieradevall i Busquets, 1990; Rieradevall i Real, 1994; Rieradevall i Roca, 1995). Respecte dels peixos, l'Estany també és excepcional a l'Estat espanyol, perquè s'hi han realitzat quatre tesis doctorals (Moreno-Amich *et al.*, 2006): la meua, en què vaig analitzar en detall l'ecologia alimentària de la comunitat de peixos present entre els anys 1989 i 1992 (García-Berthou, 1994); la d'Anna Vila-Gispert, que estudià l'ecologia reproductiva bàsicament dels mateixos peixos (Vila-Gispert i Moreno-Amich, 1998; Vila-Gispert i Moreno-Amich, 2000; Vila-Gispert, 1996); la de Quim Pou, que posteriorment estudià l'ecologia poblacional de la perca americana (*Micropterus salmoides*) (Pou i Rovira, 2004), i la de Lluís Zamora, que estudià l'ús de l'hàbitat i els ritmes d'activitat dels peixos (Zamora Hernández, 2005; Zamora i Moreno-Amich, 2002).

Deixant de banda que les comunitats biològiques de l'Estany han continuat canviant des de tots aquests estudis, tot seguit s'anoten algunes coses que vam observar respecte als peixos:

- Les espècies introduïdes són molt dominants en abundància i les autòctones han desaparegut, com l'espínós, o eren molt poc abundants (García-Berthou i Moreno-Amich, 2000b), com la bavosa de riu (*Salaria fluviatilis*), un dels pocs blènnids continentals amb una biologia i ecologia fascinants (Vinyoles i Sostoa, 2007).

– Hi ha una forta partició de l'hàbitat i els recursos alimentaris entre les espècies de peixos, amb la perca americana dominant la zona litoral; el peix sol, lleugerament el sublitoral, i la carpa, la madrilleta vera i altres espècies actuals dominant la zona pelàgica i profunda (fig. 2 i 3).

– L'anomenada variació ontogenètica (és a dir, lligada a la mida dels peixos) és també molt important i els peixos grans tenen un ús de l'hàbitat i sobretot dels recursos molt diferent respecte dels petits (García-Berthou i Moreno-Amich, 2000a; García-Berthou, 2002) (fig. 3).

– Com a molts llocs, malgrat que els peixos de l'Estany solen aprofitar els recursos alimentaris més disponibles, són també molt selectius en funció de les espècies i mides de què s'alimenten.

– La gambúsia (una altra espècie introduïda) només es troba al canyissar (on es refugia de ser depredada per la perca americana i altres espècies) i, com és habitual, no s'alimenta de mosquits (com, erròniament, creu la gent), sinó de crustacis cladòcers i moltes altres espècies, en bona part neustòniques (és a dir, de la superfície de l'aigua) (García-Berthou, 1999b).

– A partir de les dietes dels peixos, els anys 1989-1991, el crustaci cladòcer dominant al zooplàncton era *Daphnia longispina*, mentre que pràcticament no hi havia *Diaphanosoma* (García-Berthou, 1999a), que era l'espècie dominant quan Miracle va mostrejar durant els anys 1969 i 1971 (Miracle, 1971).

– Com ja hem esmentat, hi havia una forta heterogeneïtat espacial (entre cubetes) en l'abundància i l'alimentació de peixos com la madrilleta vera o la carpa. Malgrat que aquestes espècies després han davallat en abundància, segurament les més abundants a les zones profundes ara i en el futur també mostraran aquesta heterogeneïtat espacial del plàncton i el bentos profund en les dietes.

– Els continguts digestius dels peixos tenen biaixos (per exemple, es detecten més preses amb estructures dures com les càpsules cefàliques dels quironòmids en comparació amb microcrustacis més tous o sobretot oligoquets i altres cucs) i sovint són difícils d'identificar, especialment quan les temperatures són més altes, ja que s'afavoreix la digestió, o quan s'utilitzen mètodes de captura passius que romanen hores a l'aigua. Però han permès identificar una gran diversitat faunística, sovint pel que fa a l'espècie, amb l'ajut de taxonomistes especialistes. Així, per exemple, als continguts digestius dels peixos hem pogut detectar moltes espècies de quironòmids (Rieradevall, García-Berthou i Prat, 1995) i cladòcers, àcars planctònics depredadors (García-Berthou, 1999a), diverses espècies de formigues (Espadaler i García-Berthou, 1997), col·lèmbols i molts altres grups taxonòmics.

Algunes qüestions que ens semblen interessants per a futurs estudis de l'Estany són:

1. Com ha canviat l'estat i estructura tròfiques de l'Estany tots aquests anys? A què es deu el canvi del zooplàncton (*Diaphanosoma* vs. *Daphnia*)? Potser a la diferent pressió de zooplanctívors? A principi dels noranta, la madrilleta vera, que és més zooplanctívor que

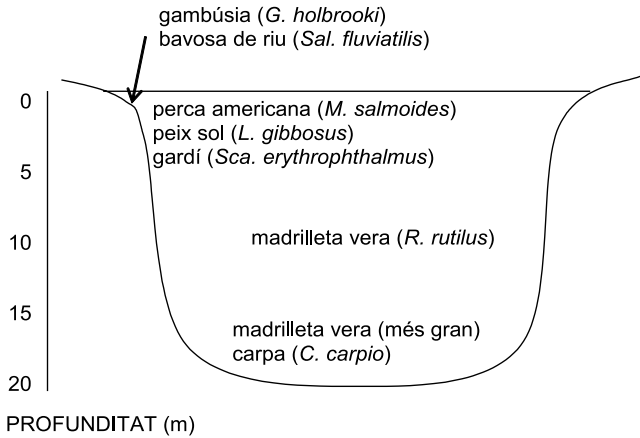


Figura 2. Esquema conceptual de l'ús de l'hàbitat de la comunitat de peixos a l'estany de Banyoles a partir dels mostreigs de la dècada dels noranta.

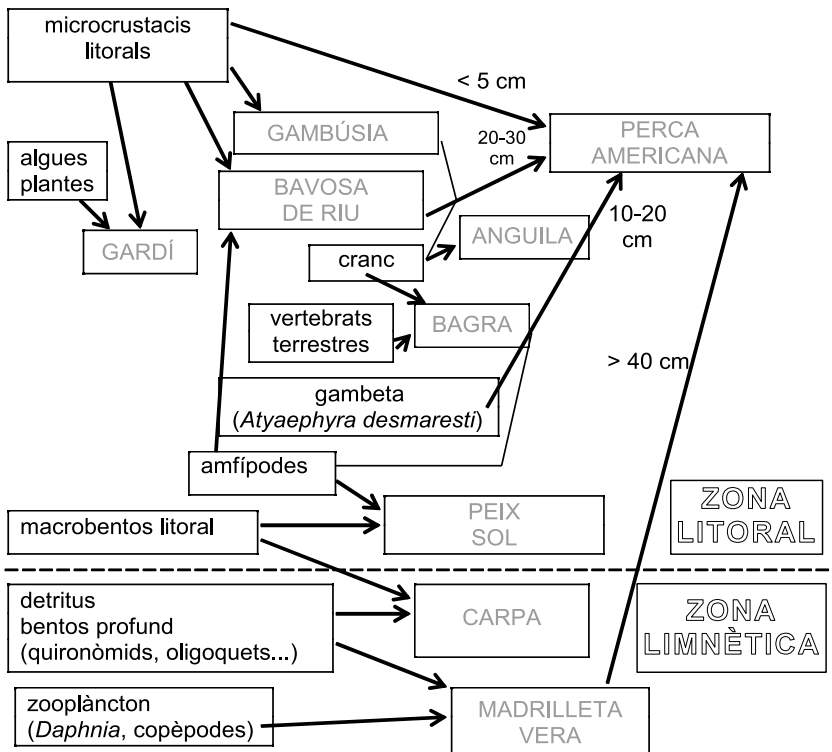


Figura 3. Esquema conceptual de la partició dels recursos alimentaris (i la variació amb la mida de la perca americana) de la comunitat de peixos (espècies en gris) a l'estany de Banyoles a partir de la tesi doctoral de Garcia-Berthou (1994).

molts altres peixos ibèrics, era molt abundant; en canvi, ara sembla que ha desaparegut. Va causar la madrilleta vera aquest canvi en la comunitat de zooplàncton? Ha canviat gaire la comunitat de zooplàncton des de llavors?

2. De forma similar, el gardí és un dels pocs peixos continentals europeus que és herbívor (García-Berthou i Moreno-Amich, 2000c) i ara també sembla haver desaparegut. És la causa de la tornada de les caròfícies i altres macròfits?
3. Quin és l'estat tròfic (concentracions de fòsfor i clorofil·la) i com ha variat amb el temps? Tot i que l'Estany, a diferència de molts altres ecosistemes, està força protegit de l'eutrofització, seria interessant una mínima monitorització ecològica, que és essencial per entendre i gestionar els efectes del canvi climàtic i altres perturbacions.
4. Quina és l'estructura actual de la comunitat de peixos i la xarxa tròfica de l'Estany?
5. On sobreviu la bavosa de riu i què es pot fer per conservar la població d'aquesta espècie emblemàtica?
6. Quina era l'estructura de la comunitat de peixos original de l'Estany? Sabem que les espècies autòctones presents eren l'espínós, la bagra, el barb de muntanya, la bavosa de riu i l'anguila (García-Berthou i Moreno-Amich, 2000b; García-Berthou, 1994). Els estudis de paleoecologia (per exemple, ADN ambiental del sediment) poden proporcionar informació sobre aquest aspecte i sobre l'evolució històrica de l'estructura i estat tròfics de l'Estany?
7. Quina era la connectivitat original del Terri amb l'Estany i com es pot restaurar? Com arribava l'anguila a l'Estany?
8. Com podem entre tots evitar, com s'ha aconseguit fins ara, que arribin a l'Estany altres espècies introduïdes invasores, com el musclo zebra (*Dreissena polymorpha*), el silur (*Silurus glanis*) o moltes altres? Quines tècniques de comunicació, sensibilització i gestió en general són més efectives?
9. Per què l'Estany, a diferència d'altres llacs importants, no gaudeix d'una estació (hidro) biològica com la que modestament es va instal·lar per a les tesis doctorals de Planas i Miracle o hi va haver molt més tard a Can Cisó per facilitar la recerca i docència sobre l'ecologia, la limnologia i altres aspectes ambientals de l'Estany?
10. Com podem aconseguir que l'Estany recuperi l'atenció limnològica que es mereix i que sobretot va impulsar Margalef a través de la direcció de les tesis doctorals de Planas i Miracle?

Agraïments

Agraeixo vivament a Salvador Sarquella i al director de l'Institut d'Ecologia Aquàtica, el doctor Frederic Gich, la invitació a participar en el XXVI Col·loqui de Tardor 2019, dedicat al professor Margalef. Dedico aquest modest treball als meus cunyats banyolins, Josep Riera (en pau descansi) i Doli Guix, i als nombrosos deixebles del professor Margalef que vaig tenir la fortuna que fossin els meus professors a la Universitat de Barcelona i m'iniciessin en l'ecologia. La nostra recerca ha estat finançada tots aquests anys bàsicament pel Ministeri de Ciència i Innovació (actualment els projectes PID2019-103936GB-C21 i RED2018-102571-T) i la Generalitat de Catalunya (actualment al grup 2017 SGR 548).

BIBLIOGRAFIA

- ARMENGOL, J. (2006). Ramon Margalef (1919–2004): Teacher and researcher. *Limnetica*, 25(1–2), i–ii. <https://ddd.uab.cat/pub/limnetica/02138409v25n1-2/02138409v25n1-2pi.pdf>
- BENITO, J., BENEJAM, L., ZAMORA, L., i GARCÍA-BERTHOU, E. (2015). Diel Cycle and Effects of Water Flow on Activity and Use of Depth by Common Carp. *Transactions of the American Fisheries Society*, 144(3), 491–501. <https://doi.org/10.1080/00028487.2015.1017656>
- CASAMITJANA, X., COLOMER, J., ROGET, E., i SERRA, T. (2006). Physical limnology in Lake Banyoles. *Limnetica*, 25(1–2), 181–188.
- ESPADALER, X. i GARCÍA-BERTHOU, E. (1997). *Tapinoma pymaeum* (Dufour, 1857) (Hymenoptera, Formicidae), not a rare species. *Orsis: Organismes i Sistemes*, 12, 89–92.
- FEINERER, I.; HORNIK, K. i MEYER, D. (2008). Text mining infrastructure in R. *Journal of Statistical Software*, 25(5), 1–54. <https://doi.org/10.18637/jss.v025.i05>
- FELLOWS, I. (2018). *Wordcloud: Word Clouds. R package version 2.6.* <https://CRAN.R-project.org/package=wordcloud>. <https://r.meteo.uni.wroc.pl/web/packages/wordcloud/wordcloud.pdf>
- GARCÍA-BERTHOU, E. (1994). *Ecologia alimentària de la comunitat de peixos de l'Estany de Banyoles*. [Tesi doctoral]. Universitat de Girona. <https://dugi-doc.udg.edu/handle/10256/7367>
- GARCÍA-BERTHOU, E. (1999a). Spatial heterogeneity in roach (*Rutilus rutilus*) diet among contrasting basins within a lake. *Archiv für Hydrobiologie*, 146(2), 239–256.
- GARCÍA-BERTHOU, E. (1999b). Food of introduced mosquitofish: Ontogenetic diet shift and prey selection. *Journal of Fish Biology*, 55(1), 135–147. <https://doi.org/10.1006/jfbi.1999.0983>
- GARCÍA-BERTHOU, E. (2001). Size- and depth-dependent variation in habitat and diet of the common carp (*Cyprinus carpio*). *Aquatic Sciences*, 63(4), 466–476. <https://doi.org/10.1007/s00027-001-8045-6>
- GARCÍA-BERTHOU, E. (2002). Ontogenetic diet shifts and interrupted piscivory in introduced largemouth bass (*Micropterus salmoides*). *International Review of Hydrobiology*, 87(4), 353–363. [https://doi.org/10.1002/1522-2632\(200207\)87:4<353::AID-IROH353>3.0.CO;2-N](https://doi.org/10.1002/1522-2632(200207)87:4<353::AID-IROH353>3.0.CO;2-N)
- GARCÍA-BERTHOU, E. i MORENO-AMICH, R. (2000a). Food of introduced pumpkinseed sunfish: Ontogenetic diet shift and seasonal variation. *Journal of Fish Biology*, 57(1), 29–40. <https://doi.org/10.1006/jfbi.2000.1285>
- GARCÍA-BERTHOU, E. i MORENO-AMICH, R. (2000b). Introduction of exotic fish into a Mediterranean lake over a 90-year period. *Archiv für Hydrobiologie*, 149(2), 271–284.
- GARCÍA-BERTHOU, E. i MORENO-AMICH, R. (2000c). Rudd (*Scardinius erythrophthalmus*) introduced to the Iberian peninsula: Feeding ecology in Lake Banyoles. *Hydrobiologia*, 436, 159–164. <https://doi.org/10.1023/A:1026587721375>
- GARCÍA-GIL, L. J. i ABELLA, C. A. (1992). Population dynamics of phototrophic bacteria in three basins of Lake Banyoles (Spain). *Hydrobiologia*, 243–244(1), 87–94. <https://doi.org/10.1007/BF00007023>
- GARCÍA-GIL, L. J., BORREGO, C. M., BAÑERAS, L., i ABELLA, C. A. (1993). Dynamics of Phototrophic Microbial Populations in the Chemocline of a Meromictic Basin of Lake Banyoles. *Internationale Revue der Gesamten Hydrobiologie und Hydrographie*, 78(2), 283–294. <https://doi.org/10.1002/iroh.19930780213>

- HERRERA, C. M. (2005). Resolution of Respect. Ramon Margalef. *Bulletin of the Ecological Society of America*, 86, 8–11.
- MARGALEF, R. (1946). Materiales para el estudio de la biología del Lago de Banyolas (Gerona). *Publicaciones del Instituto de Biología Aplicada*, 1, 27–78. https://digital.csic.es/bitstream/10261/165920/3/Margalef_1946.pdf
- MARGALEF, R. (1957). La teoría de la información en ecología. *Mem. Real Acad. Ciencias y Artes de Barcelona*, 32, 373–449. https://digital.csic.es/bitstream/10261/165554/3/Margalef_1957.pdf
- MARGALEF, R. (1958). Information theory in ecology. *General Systems*, 3, 36–71.
- MARGALEF, R. (1968). *Perspectives in ecological theory*. Chicago: University of Chicago Press.
- MARGALEF, R. (1974). *Ecología*. Barcelona: Ediciones Omega.
- MARGALEF, R. (1983). *Limnología*. Barcelona: Ediciones Omega.
- MIRACLE, M. R. (1971). Composició i distribució estacional del zooplàncton del llac de Banyoles. *Treballs de la Societat Catalana de Biologia*, 30, 80–87. <https://doi.org/10.2436/tscb.v0i30.6267>
- MIRACLE, M. R. (1974). Niche Structure in Freshwater Zooplankton: A Principal Components Approach. *Ecology*, 55(6), 1306–1316. <https://doi.org/10.2307/1935458>
- MORENO-AMICH, R. i GARCÍA-BERTHOU, E. (1986). Tres noves surgències a l'estany de Banyoles: IX, X, XI. *SCIENTIA Gerundensis*, 12, 101–112.
- MORENO-AMICH, R. i GARCÍA-BERTHOU, E. (1989). A new bathymetric map based on echo-sounding and morphometrical characterization of the Lake of Banyoles (NE-Spain). *Hydrobiologia*, 185(1), 83–90. <https://doi.org/10.1007/BF00006070>
- MORENO-AMICH, R., POU-ROVIRA, Q., VILA-GISPERS, A., ZAMORA, L., i GARCÍA-BERTHOU, E. (2006). Fish ecology in Lake Banyoles (NE Spain): A tribute to Ramon Margalef. *Limnetica*, 25(1–2), 321–334.
- PEÑUELAS, J. (2019). Mestre de l'ecologia catalana, pare de l'ecologia global: afecte i fascinació pel professor Ramon Margalef. *L'Atzavara*, 29, 93–96. <https://www.raco.cat/index.php/Atzavara/article/download/353092/443980>
- PETERS, F. (2010). Ramon Margalef, the curiosity driven life of a self-taught naturalist. *Limnology and Oceanography Bulletin*, 19(1), 2–15. <https://doi.org/10.1002/lob.20101911>
- PLANAS, M. (1973). Composición, ciclo y productividad del fitoplancton del lago de Banyoles. *Oecologia Aquatica*, 1(1), 3–106.
- POU i ROVIRA, Q. (2004). *Ecologia demogràfica de la perca americana (Micropterus salmoides) a l'Estany de Banyoles*. [Tesi doctoral]. Universitat de Girona. <https://dugi-doc.udg.edu/handle/10256/4580>
- PRAT, N. (2015). Ramon Margalef (1919–2004). Una obra ingente no totalment ben coneguda. *Ecosistemas*, 24(1), 97–103. <https://doi.org/10.7818/re.2014.24-1.00>
- PRAT, N. i RIERADEVALL, M. (1995). Life cycle and production of Chironomidae (Diptera) from Lake Banyoles (NE Spain). *Freshwater Biology*, 33(3), 511–524. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.1995.tb00410.x>
- PRAT, N., ROS, J., i PETERS, F. (2015). *Ramon Margalef, ecòleg de la biosfera. Una biografia científica*. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona.

R CORE TEAM. (2020). *R: A language and environment for statistical computing*. [Recurs electrònic] <http://www.r-project.org/>

RIERADEVALL, M. i BUSQUETS, J. M. (1990). Bryozoans of Banyoles lake (NE Spain). *Limnetica*, 6, 137–146.

RIERADEVALL, M., GARCÍA-BERTHOU, E. i PRAT, N. (1995). Chironomids in the diet of fish in Lake Banyoles (Catalonia, Spain). In P. S. Cranston (Ed.), *Chironomids: from genes to ecosystems* (pp. 335–340). East Melbourne: CSIRO.

RIERADEVALL, M. i REAL, M. (1994). On the distribution patterns and population dynamics of sublittoral and profundal oligochaeta fauna from Lake Banyoles (Catalonia, NE Spain). *Hydrobiologia*, 278(1–3), 139–149. <https://doi.org/10.1007/BF00142322>

RIERADEVALL, M. i ROCA, J. R. (1995). Distribution and population dynamics of ostracodes (Crustacea, Ostracoda) in a karstic lake: Lake Banyoles (Catalonia, Spain). *Hydrobiologia*, 310(3), 189–196. <https://doi.org/10.1007/BF00006830>

ROGET, E., COLOMER, J., CASAMITJANA, X., i LLEBOT, J. E. (1993). Bottom currents induced by baroclinic forcing in Lake Banyoles (Spain). *Aquatic Sciences*, 55(3), 206–227. <https://doi.org/10.1007/BF00877450>

ROS, J. (1991). Ramon Margalef, limnologist, marine biologist, ecologist, naturalist. *Oecologia Aquatica*, 10, 413–423. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3261388>

VILA-GISPERS, A. (1996). *Estratègies reproductives de les espècies ictiques de les famílies Centrarchidae i Cyprinidae a l'Estany de Banyoles*. [Tesi doctoral]. Universitat de Girona.

VILA-GISPERS, A. i MORENO-AMICH, R. (1998). Seasonal abundance and depth distribution of *Blennius fluviatilis* and introduced *Lepomis gibbosus*, in Lake Banyoles (Catalonia, Spain). *Hydrobiologia*, 386(1–3), 95–101. <https://doi.org/10.1023/a:1003522931405>

VILA-GISPERS, A. i MORENO-AMICH, R. (2000). Fecundity and spawning mode of three introduced fish species in Lake Banyoles (Catalunya, Spain) in comparison with other localities. *Aquatic Sciences*, 62(2), 154–166. <https://doi.org/10.1007/s000270050004>

VINYOLES, D. i SOSTOA, A. de (2007). Life-history traits of the endangered river blenny *Salaria fluviatilis* (Asso) and their implications for conservation. *Journal of Fish Biology*, 70(4), 1088–1108. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2007.01371.x>

ZAMORA HERNÁNDEZ, L. (2005). *Distribució espacial i ús de l'hàbitat de la comunitat de peixos a l'estany de Banyoles*. [Tesi doctoral]. Universitat de Girona.

ZAMORA, L. i MORENO-AMICH, R. (2002). Quantifying the activity and movement of perch in a temperate lake by integrating acoustic telemetry and a geographic information system. *Hydrobiologia*, 483, 209–218. <https://doi.org/10.1023/A:1021396016424>