

CIÈNCIES

Estanys de l'Albera i basses dels secans de Lleida: quines característiques ambientals determinen les seves comunitats i la seva biodiversitat?

Per Miquel Jover^(*), Albert Ruhi^(**, ***), Eglantine Chappuis^(****), Daniel Escoriza^(**), Jordi Sala^(**), Dani Boix^(**), Stéphanie Gascón^(**) i Esperança Gacia^(****)

Resum

En aquest estudi, hem realitzat una comparació de les comunitats biològiques dels estanys i les basses temporànies de dues àrees de clima diferenciat, al massís de l'Albera (Alt Empordà) i als secans de Lleida (Segrià). L'objectiu del treball ha estat identificar les variables ambientals que determinen la composició d'aquestes comunitats, com la biodiversitat, la dinàmica temporal i la congruència taxonòmica en termes de riquesa d'espècies que es pugui donar entre els grups florístics i faunístics seleccionats. S'han observat diferències entre regions pel que fa a la dinàmica al llarg del cicle d'inundació, essent més marcada als estanys de l'Albera que no pas a les de Lleida, per a tots els grups d'organismes. Quant als patrons de congruència taxonòmica en termes de riquesa d'espècies, s'ha observat que la majoria de relacions no es mantenen entre regions. En conseqüència, suggerim que el clima pot trencar, a nivell regional, patrons de biodiversitat que es donen a nivell local.

Mots clau

Clima, briòfits, macròfits, macroinvertebrats, amfibis, hàbitats temporanis

Abstract

In this study we have compared the biological communities inhabiting seasonal pools in two different areas in Catalonia: the Albera mountain range and the Lleida steppes. We aimed at identifying the environmental variables that determine community composition in those habitats, as well as at describing the biodiversity attributes, the dynamics throughout the hydroperiod, and eventual relationships among taxonomic groups in terms of species richness. We observed interregional differences in community dynamics, with higher change between subsequent visits being observed in Albera rather than in Lleida seasonal pools, a pattern consistent across all the study groups. Regarding species richness patterns, we observed that most of the relationships across taxonomic groups did not hold when considering both regions. Therefore, we suggest climate may break, at a regional level, eventual biodiversity patterns existing at the local scale.

Keywords

Climate, bryophytes, macrophytes, macroinvertebrates, amphibia, seasonal habitats

Recepció: 12/04/2013 • Acceptació: 26/06/2013.

* Departament de Ciències Ambientals, Universitat de Girona (UdG), Campus Montilivi 17071 Girona; jover.miquel@gmail.com

** Institut d'Ecologia Aquàtica, Universitat de Girona (UdG), Campus Montilivi 17071 Girona; daniel_escoriza@hotmail.com; js.genoyer@gmail.com; dani.boix@udg.edu; stephanie.gascon@udg.edu

*** Institut Català de Recerca de l'Aigua (ICRA). Edifici H2o, Parc Científic i Tecnològic de la Universitat de Girona. 17003 Girona; aruhi@icra.cat

**** Centre d'Estudis Avançats de Blanes (CEAB), Centro Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), C. d'Accés a la Cala St. Francesc 14, 17300 Blanes; chappuis@ceab.csic.es; gacia@ceab.csic.es

DOI: 10.2436/20.8010.01.129

AIEE, Figueres, 44 (2013), pàg. 253-271

INTRODUCCIÓ

Els ambients humits, tot i la reduïda superfície que ocupen en el conjunt de la superfície terrestre, destaquen per la seva elevada biodiversitat (Zedler & Kercher, 2005). Aquesta biodiversitat prové, en bona part, per la seva elevada productivitat i, per altra banda, pel fet que hi trobem organismes que són exclusivament aquàtics, així com d'altres que només ocupen aquests ambients de forma temporal (Gopal & Junk, 2000). Dins d'aquesta tipologia d'hàbitats, destaquen els estanys o les basses temporanis, és a dir, aquelles llacunes que en algun moment de l'any queden sense aigua, de manera que els organismes que les habiten, tant animals com vegetals, sovint presenten adaptacions per sobreviure en aquesta fase seca, com ara diverses formes de resistència tals com ous (en el cas d'alguns macroinvertebrats), llavors o rizomes (en el cas de les plantes vasculares) o fins i tot espores en el cas dels briòfits i caròfits (Wiggins *et al.*, 1980; Masalles, 1988). A més, algunes plantes aquàtiques poden tolerar algun temps fora de l'aigua, tal com passa amb el canyís o la balca. En el cas dels animals, moltes espècies (com ara insectes i amfibis) presenten adults que poden viure en absència d'aigua, de manera que l'assecatge només afectarà els individus immadurs d'aquestes espècies. Malauradament, aquests estanys temporanis i els ambients humits en general pateixen a dia d'avui un declivi, tant en el nombre com en l'estat de conservació, tot i el valor innegable que tenen (Holland *et al.*, 1995; Brown, 1998).

En qualsevol hàbitat, hi ha un conjunt de factors ambientals que limiten el conjunt d'espècies que hi poden viure. De fet, podem dir que les diferents condicions del medi (geologia, clima, etc.) actuen com un seguit de "filtres ambientals" (Poff, 1997; Statzner *et al.*, 2004; Ruhí *et al.*, 2012), de manera que només aquelles espècies que hi estan adaptades

podran estar presents a la comunitat. Sota aquest punt de vista, les condicions generals del lloc (per exemple, clima o geologia) actuaran com un primer filtre ambiental que limitarà el conjunt d'espècies, les quals seran novament seleccionades per les condicions més locals de l'hàbitat (per exemple, cobertura de la vegetació, característiques químiques de l'aigua, etc.).

En el cas de les llacunes temporànies, les característiques de la fase aquàtica (durada i règim d'inundació; Williams, 2006; Sim *et al.*, 2013) i fins i tot les de la fase seca (duresa de l'assecatge; Wissinger, 1999) són els principals factors que poden explicar les diferències en composició d'espècies entre sistemes aquàtics. Tant l'hidroperíode com l'hidrorègim dependran en bona part de les condicions generals del lloc on es trobi la llacuna (principalment les característiques climàtiques i geològiques), però també de variables més locals. D'altra banda, els estanys que estiguin sotmesos a unes condicions menys restrictives (major durada de l'hidroperíode i major predictibilitat de la inundació i l'assecatge) sovint tindran una major diversitat d'espècies i, per tant, també hi haurà una major competència per recursos com l'espai, la llum o els nutrients. Per evitar aquesta competència, seria esperable una major segregació temporal i espacial de la comunitat, és a dir, les espècies podrien no aparèixer totes alhora sinó progressivament al llarg de l'hidroperíode, o bé segregades en diferents basses. Per tant, podríem esperar que les basses i els estanys amb unes condicions més restrictives fossin les que presentessin un menor canvi en la comunitat al llarg de l'hidroperíode.

Durant les darreres dècades, han aparegut diferents treballs que aborden els problemes de conservació i d'identificació d'aquelles àrees de conservació prioritàries des d'un punt de vista de la congruència taxonòmica (Myers *et al.*, 2000; Wolters *et al.*, 2006). Aquest concepte es basa en utilitzar el patró de diversitat d'un grup d'organismes (per exemple, la variació de la riquesa d'espècies al llarg d'un gradient o àrea geogràfica) per inferir els patrons de biodiversitat d'altres grups. Així, en el nostre cas, un determinat grup d'estanys serà congruent si els estanys amb una major diversitat per a un grup (per exemple, els amfibis) també ho són per a la resta de grups. L'avantatge d'aquest marc de treball és que podem utilitzar els resultats del grup més ben conegut per deduir la tendència de la resta, molts dels quals presenten dificultats en la seva identificació, simplificant així la presa de dades. Malgrat això, aquesta correlació entre diferents grups d'organismes s'ha observat que varia en funció de l'àrea geogràfica i l'escala de treball (Hess *et al.*, 2006; Sætersdal

& Gjerde, 2011). Per exemple, en el cas de la regió Mediterrània, s'ha observat una baixa congruència, ja que l'alt nombre d'espècies endèmiques de plantes no es correspon amb un valor elevat del nombre d'espècies endèmiques de vertebrats (Myers *et al.*, 2000). D'altra banda, és a una escala més regional on s'apliquen la major part de les polítiques de conservació i, per tant, és interessant avaluar fins a quin punt aquest patró de congruència es manté dins d'una mateixa regió.

Ja dins l'àmbit de Catalunya, l'Albera i els secans de la plana de Lleida tenen unes condicions climàtiques i geològiques ben diferenciades, amb un clima més continental i sòls rics en carbonats en el segon cas. Els estanys que es troben en aquestes àrees són colonitzats per grups biològics molt diversos, la qual cosa els converteix en un bon model d'estudi per analitzar els conceptes que hem introduït fins ara. L'objectiu general d'aquest treball ha estat comparar les comunitats animals i vegetals que es fan a les llacunes temporànies de dues àrees, l'Albera i els secans de Lleida, i identificar quins són els factors concrets que expliquen les possibles diferències.

Més concretament, ens hem plantejat:

- Identificar les variables ambientals que determinen la composició i la dinàmica de la comunitat d'organismes d'estanys temporanis d'ambdues regions; i

- Avaluar si la congruència taxonòmica pel que fa a la riquesa específica, en cas d'existir, és similar en ambdues regions.

Els grups de flora i fauna que hem tingut en compte han estat els següents:

- **Briòfits:** a més de les molses, en aquest grup també hi trobem les hepàtiques i les antocerotes. Són espècies que requereixen de l'aigua per a la reproducció.

- **Macròfits:** són les plantes que viuen totalment o parcialment submergides durant tot o gran part del seu cicle biològic i que podem veure a ull nu. Inclou tant algues macroscòpiques com plantes vasculars.

- **Macroinvertebrats:** es tracta d'aquells invertebrats aquàtics de mida més gran, que podem veure sense necessitat de lupa o microscopi. Inclou una gran diversitat de formes i famílies, com per exemple crustacis, anèl·lids i insectes.

- **Amfibis:** aquest grup inclou les diverses espècies de granotes, gripaus, tritons i salamandres.

MARC GEOGRÀFIC

Les llacunes incloses en aquest treball es troben repartides en dos àmbits geogràfics ben diferenciats: per una banda, l'Albera, i per l'altra, els secans de la plana de Lleida (Figura 1).

Els estanys de l'Albera es troben localitzats al pediment de la serra de l'Albera, dins la comarca de l'Alt Empordà. Aquesta regió té un clima mediterrani amb influència marítima, amb una precipitació mitjana anual de 582 mm, una temperatura mitjana anual de 14,9°C i una amplitud tèrmica entre 17 i 18°C (Servei Meteorològic de Catalunya, 2013). Pel que fa al substrat, totes les llacunes d'aquesta regió s'assenten damunt sòls sense carbonats, desenvolupats a partir de roques granítiques i pissarroses. Les llacunes estan envoltades de comunitats mediterrànies herbàcies i arbustives (majoritàriament llistonars, pradells d'annuals i brolles d'estepes i brucs) així com per suredes poc denses. Els conreus més comuns són els cereals d'hivern, els olivets i les vinyes, sempre de secà. Aquestes basses es troben incloses dins la Xarxa Natura 2000.

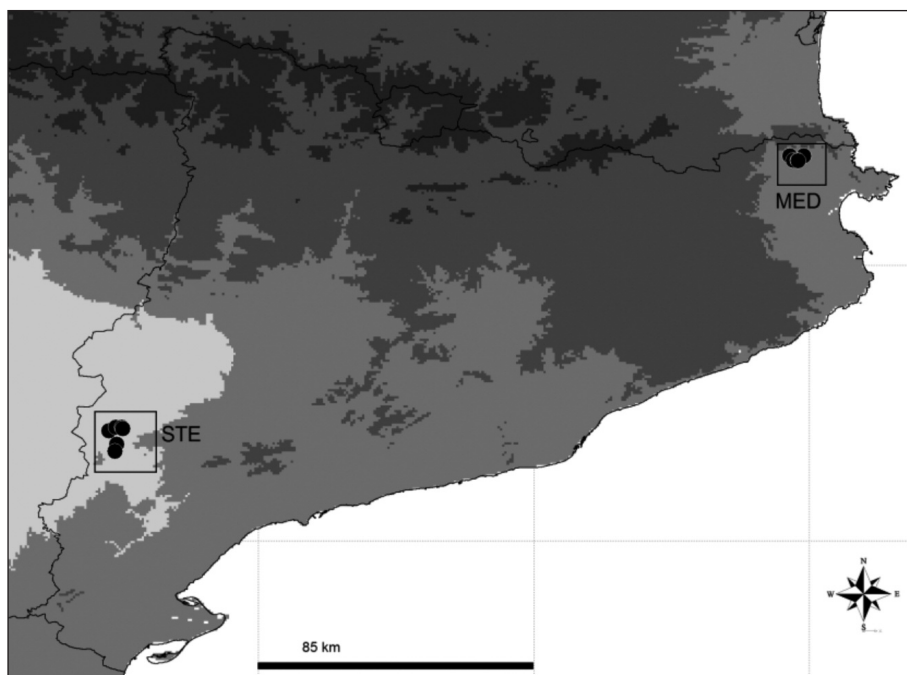


Figura 1. Situació de les llacunes estudiades. MED: estanys de l'Albera; STE: basses dels secans de Lleida.

Per contra, les basses dels secans de Lleida es troben a la Depressió Central Catalana, a la comarca del Segrià. El clima d'aquesta regió és del tipus estepari, amb estius més llargs i àrids que l'Albera. La precipitació i temperatura mitjana anual és de 396 mm i 15,2°C respectivament, essent l'amplitud tèrmica entre 19 i 20°C (Servei Meteorològic de Catalunya, 2013). Els substrats que més abunden en aquesta àrea són argiles, llims, gresos i calcàries, els quals, per meteorització, originen sòls amb un elevat contingut en carbonats. Els hàbitats més comuns que hi podem trobar als voltants són prats mediterranis calcícoles, garrigues i brolles de romaní i bruc d'hivern. Les zones més planeres i de sòl més profund estan cultivades per conreus de secà diversos (principalment cereals d'hivern i ametllers), i diversos ramats procedents dels pobles i masos propers hi pasturen, cosa que també influeix en la dinàmica i l'origen de les basses.

Totes aquestes llacunes experimenten, al llarg de l'any, un cicle d'inundació-assecatge o hidroperíode. La fase d'inundació sol coincidir amb les pluges de tardor o de primavera (si bé hi ha variacions en funció de l'any), i si les precipitacions són abundants, la totalitat de la cubeta queda inundada. A mesura que va avançant la primavera i les precipitacions es fan més escasses, el nivell de l'aigua disminueix gradualment, deixant emergida una proporció creixent de sòl. Arribat l'estiu, els estanys i les basses acostumen a quedar secs, romanent així fins al proper cicle d'inundació (si bé en anys molt plujosos les llacunes més grans poden conservar algun punt amb aigua).

METODOLOGIA

Durant els anys 2009 i 2010, es van visitar un total de 12 llacunes temporànies, 6 de les quals estan situades a l'Albera (estanys de la Cardonera i la Rajoleria de la Gutina, d'en Martí, de Serrallobera, dels Torlits gran i petit) i les altres 6 a Lleida (basses del Cabaler, del Comellar d'en Grau, del Corral del Marquet, del Pla de Rafael, del Po i del Segura). Per a cadascuna, es van fer tres mostrejos en diferents moments del període d'inundació (fase d'inundació, fase intermèdia i fase d'assecatge), per tal que les dades fossin representatives de tota la variació de les condicions ambientals i poder detectar el conjunt d'espècies associades a cada moment del cicle hidrològic.

De cadascuna de les llacunes es van prendre una sèrie de mesures: mida, altitud sobre el nivell del mar i distància a la llacuna més propera (fos mostrejada o no). A més, al llarg de les tres visites es van mesurar tot un

conjunt de dades físiques i químiques de l'aigua: conductivitat, pH, oxigen dissolt, terbolesa, nivell de l'aigua, nitrogen inorgànic dissolt, fòsfor i contingut de clorofil·la *a*.

Una vegada preses totes aquestes mesures, es van mostrejar els briòfits, macròfits, macroinvertebrats i amfibis. Pel que fa als briòfits, aquests es van recollir a tota la cubeta d'inundació, incloent-hi les zones emergides però que podrien estar inundades en algun moment de l'hidroperíode. Es van agafar mostres de totes les espècies de briòfits que es van poder diferenciar al camp, així com diverses mostres de sòl per cada llacuna, per tal de no passar per alt aquelles espècies de mida més petita i de més difícil detecció al camp. Els exemplars es van recol·lectar, sempre que va ser possible, en estat fèrtil, per tal d'assegurar-nos l'èxit en la seva identificació, i una vegada al laboratori es va procedir a la determinació mitjançant guies especialitzades (Casas *et al.*, 2003; 2004; Guerra *et al.*, 2006; Smith, 2004). Els plecs d'herbari de cadascuna de les espècies trobades a cada estany o bassa es van dipositar a l'herbari de la Universitat de Girona (UdG). En el cas dels macròfits, els percentatges de cobertura es van estimar *in situ*, i la totalitat de la llacuna es va recórrer fins que no es van trobar noves espècies. Com que els caràcters morfològics útils per a diferenciar les espècies són visibles a ull nu, la identificació d'aquest grup es va poder realitzar al camp, excepte en el cas dels caròfits (un grup d'algues verdes) que es van determinar al laboratori (de Bolòs *et al.*, 2005; Cirujano *et al.*, 2008).

Pel que fa als macroinvertebrats i els amfibis, el mostreig es va fer utilitzant un salabre de 20 cm de diàmetre. Es van fer unes 20 salabretades ràpides, tot intentant cobrir tots els microhàbitats presents dins la llacuna. Els exemplars recollits amb aquest mètode es van conservar *in situ* en formaldehid al 4% i es van identificar al laboratori. Com a macroinvertebrats, es van considerar els grups següents: platihelminths (turbel·laris), anèl·lids (oligoquets i hirudinis), mol·luscs (bivalves i gastròpodes) i artròpodes (crustacis, aràcnids i insectes), i la identificació es va fer fins a nivell d'espècie sempre que va ser possible. En el cas dels amfibis, els adults capturats es van identificar al camp i es van alliberar al mateix moment.

Per tal de comparar i visualitzar la diferència en la composició d'espècies en les masses d'aigua dels secans de Lleida i les de l'Albera, així com la diferència en la composició entre les successives campanyes realitzades, es va utilitzar la metodologia MDS (acrònim de "nonparametric multidimensional scaling"). Aquest mètode representa, en un pla, la semblança (o similaritat) existent entre mostres, en aquest cas fent servir l'índex de Sørensen. Al gràfic resultant, les mostres més pròximes són les

més similars. Per altra banda, per tal de detectar les espècies característiques de cada regió es va fer servir la metodologia SIMPER, que també es basa en l'anàlisi de la similitud entre mostres, però fent més èmfasi en quines són les espècies responsables de la dissimilitud entre mostres. Així, aquest mètode ens ha permès identificar les espècies que "tipifiquen" una regió enfront de l'altra. Ambdues metodologies s'han realitzat mitjançant el programa "PRIMER v. 6.0 for Windows".

VALORACIÓ FLORÍSTICA I FAUNÍSTICA DELS ESTANYS I LES BASSES

Quant a la flora, a l'Albera destaca la presència de tres espècies del gènere *Ephemerum* (*E. serratum*, *E. minutissimum* i *E. sessile*) totes elles briòfits amb una distribució força restringida en el conjunt de Catalunya (Casas *et al.*, 2003). Pel que fa a Lleida, s'hi fan briòfits com *Aloina bifrons* i *Crossidium laevipilum*, característiques dels sòls secs i rics en guixos, amb una distribució molt localitzada a Catalunya on només s'han trobat en algunes localitats de la Terra Alta (Casas *et al.*, 2003), i de *Pterygoneurum sampaiianum*, una espècie pròpia dels ambients esteparis i que fins ara no s'havia citat de Catalunya. També destaca a l'Albera la presència d'un grup d'espècies de plantes aquàtiques típiques d'ambients temporanis com *Callitriche brutia*, *Ranunculus aquatilis*, *R. trichophyllus*, *Polygonum amphibium*, *Baldellia ranunculoides*, *Isoetes setacea* i *I. velata* entre altres (Font, 1996; Font & Vilar, 1998; Chappuis, 2011). Aquesta riquesa contrasta amb les basses de Lleida on principalment trobem *R. aquatilis*. A més, també hi ha algunes espècies que gaudeixen d'algun grau de protecció o bé tenen problemes de conservació. Així, a l'Albera, és destacable la troballa de *Riccia fluitans*, catalogada com a gairebé amenaçada a la península Ibèrica (Sérgio *et al.*, 2006). També es troba en aquesta categoria *R. subbifurca*, espècie que no hem trobat en els mostresos, però que ha estat citada d'alguns estanys de l'Albera per Casas *et al.* (1998). Espècies com *I. setacea*, *I. velata*, *Callitriche platycarpa* (que hem trobat en estanys pròxims als estudiats), *Utricularia australis* i *Elatine alsinastrum* són considerades vulnerables a Catalunya. A més, alguns grups destaquen per la seva riquesa d'espècies, com ara les espècies del gènere *Riccia*, grup que està representat per sis espècies als estanys de l'Albera, però que per contra no es troba a les basses de Lleida. Per contra, en aquesta regió, dominen les espècies de la família de les pottiàcies (*Pottia*, *Didymodon* o *Crossidium*, etc), les quals també són freqüents a les brolles i els prats secs que envolten les basses.

Pel que fa al component faunístic, tant a les basses dels secans de Lleida com als estanys de l'Albera, cal destacar tres grups d'organismes: aquells que viuen exclusivament en llacunes temporànies, aquells que depenen de manera important de les aigües temporànies i aquells que manifesten una alta riquesa específica en aquests ambients. Pel que fa als primers, cal destacar els crustacis branquiòpodes de mida gran (notostracis i anostracis). Així, a les basses dels secans, s'han localitzat tres representants d'aquests grups de crustacis, com són *Triops cancriformis* (espècie protegida a Catalunya), *Streptocephalus torvicornis* i *Branchipus schaefferi*, mentre que a l'Albera s'han trobat *Chirocephalus diaphanus* i *Tanymastix stagnalis* (Boix *et al.*, 2012). Pel que fa al segon grup d'organismes, caldria destacar els amfibis. En l'estudi es van observar fins a sis espècies d'amfibis a l'Albera, de les quals tres també van ser presents als secans (*Bufo calamita*, *Pelobates cultripes* i *Pelodytes punctatus*). Val a dir que totes sis espècies d'amfibis estan protegides a Catalunya, fins i tot *Discoglossus pictus*, només capturada a l'Albera i invasora; i que a excepció de *P. punctatus* totes estan recollides a l'annex IV (espècies que requereixen protecció estricta) de la Directiva d'Hàbitats europea (92/43/CEE). Finalment, el tercer grup d'organismes es pot exemplificar amb els coleòpters aquàtics, dels quals s'han capturat 21 espècies a cada regió. Malgrat aquesta semblança en la riquesa de tàxons, només 5 espècies han estat localitzades en ambdues regions. Evidentment, aquest estudi no pretén estimar el nombre total d'espècies presents a cada regió, i el mateix grup dels coleòpters ho il·lustra bé: tan sols als estanys de l'Albera ja s'hi han detectat més d'un centenar d'espècies d'aquest grup (Ribera *et al.*, 1994; Ribera & Aguilera, 1996).

INFLUÈNCIA DE LES CONDICIONS AMBIENTALS EN LA RIQUESA I COMPOSICIÓ D'ESPÈCIES

La riquesa específica del conjunt de la comunitat ha estat similar per a les dues regions (Figura 2), malgrat que la composició d'espècies dels estanys de l'Albera ha mostrat diferències respecte les basses de Lleida (Figura 3). En fer l'anàlisi de cadascun dels grups individualment, hem trobat que en tots ells la composició és diferent entre regions, mentre que la riquesa d'espècies mostra un patró que depèn del grup (Figura 2). Així, mentre que per als briòfits els valors de riquesa han estat similars, per als macròfits i amfibis, als estanys de l'Albera han assolit una riquesa més elevada, mentre que per als macroinvertebrats els majors valors de riquesa

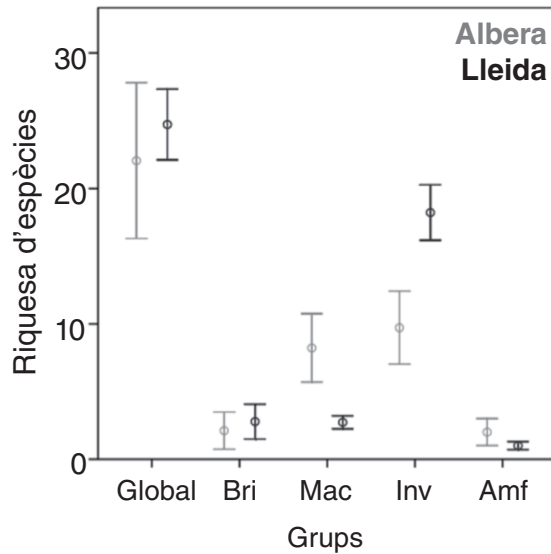


Figura 2. Diferències en la riquesa específica entre ambdues regions (l'Albera i Lleida), per al conjunt de la comunitat (Global) i per a cadascun dels grups (Bri = Briòfits; Mac = Macròfits; Inv = Macroinvertebrats; Amf = Amfibis).

s'han observat a les basses de Lleida. També s'han diferenciat espècies característiques diferents per a cadascuna d'aquestes zones (Taules 1 i 2).

Quan analitzem la relació entre les diferents variables ambientals i la composició de la comunitat, trobem que la terbolesa de l'aigua ha estat la variable que més influeix, i explicaria les diferències observades pel que fa a la composició d'espècies. Aquest efecte de la terbolesa també s'ha vist quan s'analitzen separatament els briòfits, els macròfits i els macroinvertebrats. En canvi, per als amfibis no hem trobat cap variable que afecti significativament la composició de la comunitat, que tot i això ha estat diferent entre ambdues regions. Malgrat això, com que la terbolesa covaria amb la regió, i en aquest treball només hem tingut en compte dues regions, no podem saber si es tracta d'un veritable factor ambiental determinant, o bé si simplement explica altres diferències ambientals que es puguin donar entre les dues regions. L'absència d'estanys amb aigües tèrboles a l'Albera no ens permet aclarir aquest punt.

La presència, a Lleida, de sòls rics en argiles i llims, que queden en suspensió a l'aigua, és la raó dels majors valors de terbolesa en comparació

Taula 1. Resultats del SIMPER per als dos grups de flora. En negreta, s'indiquen les espècies característiques de cada regió, així com la contribució de cada espècie a les diferències entre regions

Briòfits	Albera	Lleida	Contribució (%)
<i>Drepanocladus aduncus</i>	0.56		19.53
<i>Bryum</i> sp.		0.67	16.54
<i>Didymodon acutus</i>		0.33	8.32
<i>Didymodon</i> sp.		0.33	7.03
<i>Bryum bicolor</i>	0.28	0.17	6.72
<i>Didymodon luridus</i>		0.22	6.69
<i>Barbula unguiculata</i>		0.28	4.28
<i>Archidium alternifolium</i>	0.22		3.90
<i>Ephemerum serratum</i>	0.22		3.51
<i>Aloina rigida</i>		0.17	3.09
<i>Brachythecium rutabulum</i>		0.17	2.40
<i>Didymodon tophaceus</i>		0.17	2.40
<i>Fossombronia husnotii</i>	0.11	0.06	1.90
<i>Amblystegium riparium</i>	0.06		1.84
<i>Ephemerum sessile</i>	0.11		1.72
<i>Ephemerum minutissimum</i>	0.11		1.62
<i>Bryum gemmilucens</i>	0.11		1.44
<i>Astomum crispum</i>	0.11		1.32
<i>Funaria hygrometrica</i>	0.06		1.09
Macròfits	Albera	Lleida	Contribució (%)
<i>Ranunculus ophioglossifolius</i>	0.89		10.53
<i>Chara fragilis</i>		0.61	8.21
<i>Eleocharis palustris</i>	0.67	0.83	8.20
Cruciferae indet.	0.72		7.13
<i>Phragmites australis</i>	0.11	0.50	6.87
<i>Ranunculus aquatilis</i>	0.56	0.33	6.49
<i>Callitriche brutia</i>	0.56		6.28
<i>Juncus</i> sp.	0.39	0.33	6.13
<i>Rumex</i> sp.	0.61		6.12
<i>Glyceria fluitans</i>	0.61		5.30
<i>Isoetes setacea</i>	0.39		5.15
<i>Oenanthe fistulosa</i>	0.44		5.00
<i>Polygonum amphibium</i>	0.44		3.37
<i>Galium lacustris</i>	0.39		3.02
<i>Scirpus lacustris</i>	0.22		1.64
<i>Scirpus maritimus</i>	0.22		1.64
<i>Sparganium erectum</i>	0.22		1.64
<i>Inula viscosa</i>	0.17		1.34
<i>Nitella flexilis</i>		0.11	1.32
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	0.17		1.26

Annals de l'Institut d'Estudis Empordanesos, volum 44 (2013)
Estanys de l'Albera i basses dels secans de Lleida: quines característiques ambientals determinen les seves comunitats i la seva biodiversitat?

Taula 2. Resultats del SIMPER per als dos grups de fauna. En negreta, s'indiquen les espècies característiques de cada regió, així com la contribució de cada espècie a les diferències entre regions

Macroinvertebrats	Albera	Lleida	Contribució (%)
<i>Sigara lateralis</i>	0.28	0.94	3.29
<i>Ischnura elegans</i>		0.72	3.19
<i>Hydrachnidia</i>	0.72	0.06	3.11
<i>Cloeon inscriptum</i>	0.33	0.83	2.96
<i>Triops cancriformis</i>		0.61	2.83
<i>Procladius</i> sp.	0.22	0.72	2.78
<i>Agabus</i> sp.	0.67		2.75
<i>Notonecta maculata</i>		0.61	2.75
<i>Tubificidae</i>	0.33	0.83	2.58
<i>Berosus affinis</i>		0.56	2.35
<i>Notonecta viridis</i>	0.44	0.61	2.32
<i>Chironomus</i> sp.	0.50	0.61	2.32
<i>Psectrocladius</i> sp.	0.72	0.50	2.29
<i>Polypedilum</i> sp.		0.56	2.27
<i>Laccophilus hyalinus</i>	0.56	0.17	2.23
<i>Streptocephalus torvicornis</i>		0.44	2.18
<i>Cricotopus</i> sp.	0.17	0.44	2.03
<i>Agabus nebulosus</i>		0.44	1.92
<i>Graptodytes concinna</i>	0.44		1.89
<i>Sympetrum fonscolombii</i>	0.06	0.44	1.88
<i>Tanytarsus</i> sp.	0.44	0.17	1.86
<i>Chaoborus flavicans</i>		0.39	1.69
<i>Paracorixa concinna</i>		0.33	1.60
<i>Hygrotus confluens</i>		0.33	1.51
<i>Helochares lividus</i>	0.06	0.33	1.46
<i>Gerris thoracicus</i>		0.33	1.40
<i>Macropelopia</i> sp.	0.06	0.28	1.35
<i>Cladotanytarsus</i> sp.		0.33	1.34
<i>Rhantus</i> sp.	0.28		1.31
<i>Eretes griseus</i>		0.28	1.27
<i>Branchipus schaefferi</i>		0.28	1.23
<i>Anax imperator</i>		0.28	1.18
<i>Cryptochironomus</i> sp.		0.28	1.18
<i>Planorbis</i> sp.	0.28		1.16
<i>Sympetrum sanguineum</i>		0.28	1.13
<i>Paratanytarsus</i> sp.		0.28	1.11
<i>Rhantus suturalis</i>		0.22	1.02
Amfibis	Albera	Lleida	Contribució (%)
<i>Pelobates cultripes</i>	0.44	0.61	37.43
<i>Pelodytes punctatus</i>	0.39	0.28	24.65
<i>Triturus marmoratus</i>	0.44		13.68
<i>Bufo calamita</i>	0.33	0.11	13.54
<i>Hyla meridionalis</i>	0.33		9.65
<i>Discoglossus pictus</i>	0.06		1.05

amb els estanys de l'Albera, ubicats en una àrea amb substrat silícic, i amb aigües poc tèrboles. A més, això explicaria perquè els briòfits també es van veure afectats per aquesta variable de l'aigua, tenint en compte que són organismes terrestres: les diferències fisicoquímiques de l'aigua estan relacionades amb les propietats del sòl. De fet, als estanys de l'Albera, hem trobat tot un conjunt d'espècies acidòfiles que no toleren la presència de calç, com per exemple *Ephemerum serratum*, *Pottia truncata* o *Pseudephemerum nitidum* en el cas dels briòfits, o bé *Ranunculus ophioglossifolius* o *Isoetes setacea* en el cas de les plantes vasculars. En canvi, la comunitat de les basses de Lleida està dominada per algunes espècies calcícoles al sòl com *Didymodon luridus* i *D. acutus* (briòfits). Pel que fa a la fauna, les diferències observades no són clarament atribuïbles a les característiques del sòl, sinó que poden estar influïdes per altres factors com les durades dels hidroperíodes o les diferències climàtiques. Destaca a Lleida l'alta ocurrència del grup dels grans branquiòpodes, amb espècies com *Triops cancriformis* i *Streptocephalus torvicornis*. Aquests crustacis, totalment adaptats als hàbitats aquàtics temporanis, es combinaven, en aquesta regió, amb insectes de diversos grups (majoritàriament heteròpters, odonats, coleòpters i dípters). D'altra banda, com a tàxons més destacats als estanys de l'Albera, hi vam trobar hidràcars, diverses espècies de coleòpters ditíscids (*Agabus nebulosus*, *Laccophilus hyalinus*, *Graptodytes flavipes*), diverses espècies de dípters quironòmids i una de cargol (*Planorbis* sp.). En el cas dels amfibis, en les dues regions s'han observat espècies típicament mediterrànies, si bé a l'Albera s'ha observat una major riquesa. En aquest sentit, a l'Albera apareixen espècies més mesòfiles com *Triturus marmoratus* i termòfiles (i exòtiques) com *D. pictus* i *H. meridionalis* (Recuero *et al.*, 2007), mentre que la comunitat de Lleida està fonamentalment composta per espècies excavadores relativament tolerants a l'aridesa. Aquestes espècies ocupen la major part dels medis aquàtics temporanis existents i en ambdues regions apareixen espècies que es reproduïxen típicament en basses molt efímeres (*B. calamita*, *D. pictus*) i espècies que requereixen hidroperíodes relativament prolongats (*T. marmoratus*, *P. cultripès*).

DINÀMICA DE LA COMUNITAT AL LLARG DE L'HIDROPERÍODE

En analitzar la dinàmica de la comunitat, a les basses de Lleida no hem observat un canvi significatiu en la composició d'espècies al llarg de l'hidroperíode, és a dir, una substitució d'unes espècies per unes altres (Figura 3). Per contra, sí que hem detectat aquest canvi en la comunitat en

el cas dels estanys de l'Albera, el qual es produeix tant en considerar el conjunt dels organismes com en tenir en compte cada grup per separat.

En el cas dels vegetals, a l'Albera aquest canvi es deu a les variacions que experimenta la comunitat al llarg de l'any: a mesura que avança el procés d'assecatge de la llacuna, la superfície de sòl emergit augmenta i va essent ocupat per diverses plantes terrestres (Chappuis, 2011) com per exemple *Inula viscosa* o diferents espècies de molses o hepàtiques. De fet, la major part dels briòfits que s'han trobat en aquests estanys no són espècies aquàtiques, sinó plantes terrestres que aprofiten la major humitat de la riba de les llacunes per a desenvolupar-se i completar el seu cicle en condicions més favorables que les que es troben a les brolles i prats secs de la rodalia. Quan les llacunes s'omplen d'aigua novament, aquestes plantes moren i són substituïdes per veritables plantes aquàtiques (els macròfits). Per contra, a Lleida, la fase d'assecatge no va acompanyada d'una colonització significativa per part de la vegetació del sòl emergit, el qual resta amb poca cobertura vegetal fins al següent cicle d'inundació.

D'altra banda, també hem observat diferències en la morfologia de les basses. Així, els estanys de l'Albera acostumen a tenir uns marges amb poc pendent, de manera que el procés de dessecació del sòl de la riba és força

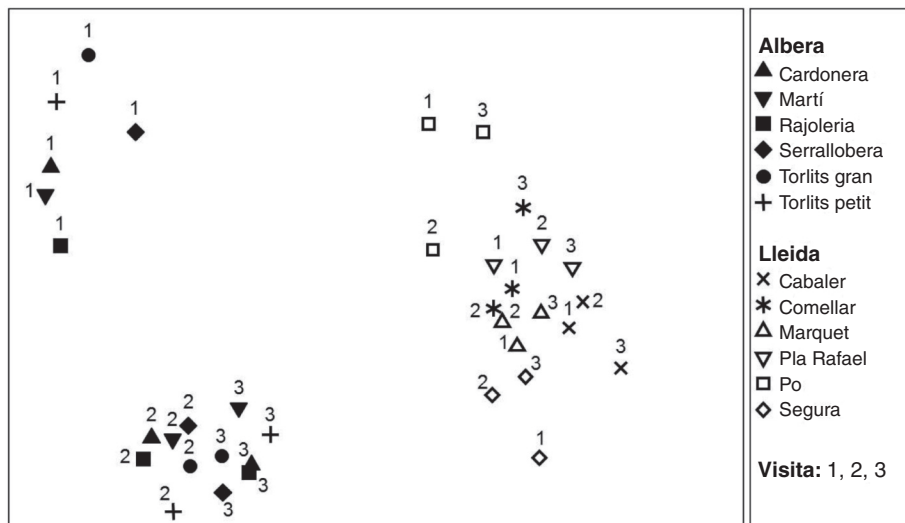


Figura 3. Resultat del MDS per a les diferents basses i visites (1: fase d'inundació; 2: fase intermèdia; 3: fase d'assecatge) mostrejades.

gradual, cosa que facilita el desenvolupament de la comunitat de molses i hepàtiques; en canvi, les basses de Lleida tenen un marge amb uns pendents més pronunciats, fet que possiblement estigui relacionat amb el seu origen antròpic. A causa d'això, el sòl es va assecant amb una major rapidesa, la qual cosa impedeix l'aparició d'una comunitat ben desenvolupada de briòfits, sense les espècies perennes que sí que són presents a l'Albera (*Drepanocladus aduncus* i *Amblystegium riparium*). Pel que fa a la fauna, ambdues regions presentaven, en principi, unes condicions òptimes per a la colonització dels dispersors actius (insectes). El fet que a una regió (Albera) el canvi composicional entre visites successives fos major que no pas a l'altra (Lleida), probablement estaria relacionat amb les diferències en els canvis d'estructura vegetal que es van donar entre regions.

PATRONS DE CONGRUÈNCIA TAXONÒMICA ENTRE REGIONS

Als estanys de l'Albera, hem detectat una relació clara entre els patrons de riquesa dels quatre grups (congruència alta): en general, les basses amb una major riquesa d'un grup també ho són per als altres grups. L'únic cas en què no s'ha observat aquesta correlació és en comparar els briòfits amb els macroinvertebrats. En canvi, en el cas de Lleida només s'ha vist aquesta correlació en comparar els macròfits i els macroinvertebrats. Això és a causa del paper que tenen les plantes aquàtiques a l'hora d'estructurar l'hàbitat amb les seves tiges, fulles i arrels, de manera que hi ha un increment en l'heterogeneïtat de l'hàbitat, cosa que afavoreix la riquesa d'espècies de macroinvertebrats (Heino, 2000; Walker *et al.*, 2013).

Tot plegat, el fet que només en una regió s'hagi observat aquest patró de congruència taxonòmica fa que haguem de ser molt curiosos a l'hora d'estimar la diversitat global a partir d'un únic grup d'organismes, ja que no sempre les llacunes que tenen la màxima riquesa en un grup d'organismes tenen també la màxima riquesa en d'altres grups, si bé, tal com hem vist als estanys de l'Albera, pot passar en diversos casos.

Aquesta pèrdua en el patró de congruència creiem que és causada per les condicions climàtiques més severes que hi ha a Lleida, cosa que dona lloc a comunitats adaptades a condicions més dures. Així, en el cas dels briòfits, aquestes comunitats estan dominades per un conjunt d'espècies termòfiles i tolerants a la salinitat del sòl, com *Didymodon luridus*, *D. acutus* i *Pterygoneurum ovatum*, les quals no apareixen a l'Albera. Per als amfibis, es va observar que als secans la comunitat està formada per tres espècies, de

les quals totes tenen uns hàbits terrestres (*Pelobates cultripes*, *Pelodytes punctatus* i *Bufo calamita*). En canvi, a l'Albera, aquest conjunt es veu complementat amb espècies d'hàbits arboris (*Hyla meridionalis*) i semiaquàtics (*Discoglossus pictus*).

CONCLUSIONS

Els nostres resultats corroboren la idea que els factors ambientals determinen les característiques de les comunitats biòtiques; no només en termes de composició, sinó també de dinàmica temporal. En el nostre cas, la terbolesa de l'aigua va ser el factor que millor ha explicat les diferències en la composició d'espècies.

D'acord amb el que s'ha descrit en d'altres treballs, també hem observat que aquests factors ambientals actuen com un filtre que limita el conjunt d'espècies que trobem a la comunitat; així, a l'Albera, hem observat la substitució d'unes espècies per altres al llarg del temps, cosa que no hem trobat a Lleida, sota unes condicions ambientals més severes i, per tant, amb un major efecte d'aquest "filtratge ambiental".

Finalment, també hem vist que els patrons de congruència taxonòmica no tenen perquè complir-se quan passem d'una escala local (els estanys de l'Albera, o les basses dels secans de Lleida) a una escala més àmplia. Per aquesta raó, cal que siguem prudents a l'hora de fer servir aquest enfocament si el nostre objectiu és avaluar la biodiversitat o identificar les àrees prioritàries de conservació: pot ser que els grups indicadors escollits subestimïn la riquesa de la resta de grups.

BIBLIOGRAFIA

- BOIX, D.; COMPTE, J.; GASCÓN, S.; QUINTANA, X.D.; SALA, J., "Crustacis dels estanys de l'Albera", *Alberes*, 7 (2012), p. 96-97.
- BOLÒS, O. DE; VIGO, J.; MASALLES, R.; NINOT, J., *Flora manual dels Països Catalans*. Barcelona, Editorial Pòrtic, 2005.
- BROWN, K.S., "Vanishing pools taking species with them", *Science*, 281, (1998), p. 626.
- CASAS, C.; BRUGUÉS, M.; CROS, R.M., *Flora dels briòfits dels Països Catalans, I: Molses*. Barcelona, Institut d'Estudis Catalans, 2003.
- CASAS, C.; BRUGUÉS, M.; CROS, R.M., *Flora dels briòfits dels Països Catalans, II: Hepàtiques i Antocerotetes*, Barcelona, Institut d'Estudis Catalans, 2004.

- CASAS, C.; CROS, R.M.; BRUGUÉS, M.; SÉRGIO, C.; FONT, J., “Els briòfits de les basses de l’Albera, Alt Empordà”. *Butlletí de la Institució Catalana d’Història Natural*, 66, (1998), p. 73-80.
- CHAPPUIS, E., *Aquatic macrophyte distribution and richness patterns across space and time in Catalonia*, Tesi doctoral, Universitat de Barcelona, 2011.
- CIRUJANO, S.; CAMBRA, J.; SÁNCHEZ CASTILLO, P.; MECO A.; FLOR ARNAU, N., *Flora ibérica. Algas continentales. Caròfits (Characeae)*, Madrid, Real Jardín Botánico, 2008.
- FONT, J., *El poblament vegetal de les zones humides de la serra de l’Albera (Alt Empordà)*, Tesi de llicenciatura, Universitat de Girona, 1996.
- FONT, J.; VILAR, L., “Valorització florística de les basses de la serra de l’Albera (Alt Empordà)”, *Acta Botanica Barcinonensis*, 45, (1998), p. 299-307.
- GOPAL, B.; JUNK, W.J., “Biodiversity in wetlands: an introduction”. In GOPAL, B.; JUNK, W.J.; DAVIS, J.A. (eds.), *Biodiversity in wetlands: assessment, function and conservation*, Leiden, Backhuys Publishers, 2000.
- GUERRA, J.; CANO, M.J.; ROS, R.M., *Flora Briofítica Ibérica, Vol III. Pottiales: Pottiaceae, Encalyptales: Encalyptaceae*, Murcia, Universidad de Murcia, 2006.
- HEINO, J., “Lentic macroinvertebrate assemblage structure along gradients in spatial heterogeneity, habitat size and water chemistry”, *Hydrobiologia*, 418, (2000), p. 229-242.
- HESS, G.R.; BARTEL, R.A.; LEIDNER, A.K.; ROSENFELD, K.M.; RUBINO, M.J.; SNIDER, S.B.; RICKETTS, T.H., “Effectiveness of biodiversity indicators varies with extent, grain, and region”, *Biological Conservation*, 132, (2006), p. 448-457.
- HOLLAND, C.C.; HONEA, J.; GWIN, S.E.; KENTULA, M.E., “Wetland degradation and loss in the rapidly urbanizing area of Portland, Oregon”, *Wetlands*, 15 (4), (1995), p. 336-345.
- MASALLES, R., *Història natural dels Països Catalans. Vol. 6, Plantes superiors*, Barcelona, Enciclopèdia Catalana, 1988.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B. DA; KENT, J., “Biodiversity hotspots for conservation priorities”. *Nature*, 403, (2000), p. 853-858.
- POFF, N.L., “Landscape filters and species traits: towards mechanistic understanding and prediction in stream ecology”, *Journal of the North American Benthological Society*, 16, (1997), p. 391-409.
- RECUERO, E.; IRAOLA, A.; RUBIO, X.; MACHORDOM, A.; GARCÍA PARÍS, M., “Mitochondrial differentiation and biogeography of *Hyla meridionalis* (Anura: Hylidae): an unusual phylogeographical pattern”, *Journal of Biogeography*, 34(7), (2007), p. 1207-1219.
- RIBERA, I.; AGUILERA, P., “Els estanys de Capmany: the missing Spanish pingo (or palsa) fens?”, *Latissimus*, 7, (1996), p. 2-6.
- RIBERA, I.; ISART, J.; RÉGIL, J.A., “Coleòpteros acuáticos de los estanys de Capmany (Girona): Hydradephaga”, *Scientia gerundensis*, 20, (1994), p. 17-34.

- RUHÍ, A.; HERRMANN, J.; GASCÓN, S.; SALA, J.; BOIX, D., "How do early successional patterns in man-made wetlands differ between cold temperate and Mediterranean regions?", *Limnologica*, 42, (2012), p. 328-339.
- SÆTERS DAL, M.; GJERDE, I., "Prioritising conservation areas using species surrogate measures: consistent with ecological theory?", *Journal of Applied Ecology*, 48, (2011), p. 1236-1240.
- SÉRGIO, C.; BRUGUÉS, M.; CROS, R.M.; CASAS, C.; GARCIA, C., "The 2006 Red List and an updated checklist of bryophytes of the Iberian Peninsula (Portugal, Spain and Andorra)", *Lindbergia*, 31, (2006), p. 109-125.
- SERVEI METEOROLÒGIC DE CATALUNYA, *Atles climàtic de Catalunya* [en línia]. <<http://www.meteo.cat/servmet/atles/ACC/index.html>> [Data d'accés: 21 de març de 2013].
- SIM, L.L.; DAVIS, J.A.; STREHLOW, K.; MCGUIRE, M.; TRAYLER, K.M.; WILD, S.; PAPAS, P.J.; O'CONNOR, J., "The influence of changing hydroregime on the invertebrate communities of temporary seasonal wetlands", *Freshwater Science*, 32(1), (2013), p. 327-342.
- SMITH, A.J.E., *The Moss Flora of Britain and Ireland*, 2nd ed., Cambridge, Cambridge University Press, 2004.
- STATZNER, B.; DOLÉDEC, S.; HUGUENY, B., "Biological trait composition of European stream invertebrate communities: assessing the effects of various trait filter types", *Ecography*, 27, (2004), p. 470-488.
- WALKER, P.D.; WIJNHOFEN, S.; VAN DER VELDE, G., "Macrophyte presence and growth form influence macroinvertebrate community structure", *Aquatic Botany*, 104, (2013), p. 80-87.
- WIGGINS, G.B.; MACKAY, R.J.; SMITH, I.M., "Evolutionary and ecological strategies of animals in annual temporary ponds", *Archiv für Hydrobiologie*, Supplement 58, (1980), p. 97-206.
- WILLIAMS, D.D., *The biology of temporary waters*, Oxford, Oxford University Press, 2006.
- WISSINGER, S.A., "Ecology of wetland invertebrates: synthesis and applications for conservation and management". In BATZER, D.P.; RADER, R.D.; WISSINGER, S.A. (eds.), *Invertebrates in freshwater wetlands of North America: ecology and management*, New York, John Wiley and Sons, 1999.
- WOLTERS, V.; BENGTSOON, J.; ZAITSEV, A.S., "Relationship among the species richness of different taxa", *Ecology*, 87, (2006), p. 1886-1895.
- ZEDLER, J.B.; KERCHER, S., "Wetland resources: status, trends, ecosystem services, and restorability", *Annual Review of Environment and Resources*, 30, (2005), p. 39-74.