

Índex

1.	Introducció	1
1.1	Els aiguamolls artificials	3
1.1.1	Funcionament.....	3
1.1.2	Avantatges	5
1.2	L'Albufera de València.....	6
1.3	Aiguamolls artificials en l'Albufera de València	11
1.4	Els macroinvertebrats com a bioindicadors.....	14
1.5	Justificació	16
1.6	Objectius	17
2.	Materials i mètodes	19
2.1	Treball de camp	21
2.1.1	Àrea d'estudi.....	21
2.1.2	Mostreig de macroinvertebrats	25
2.1.3	Mostreig de paràmetres fisicoquímics.....	26
2.2	Treball de laboratori	28
2.2.1	Identificació taxonòmica de les mostres bionòmiques.....	28
2.2.2	Obtenció paràmetres fisicoquímics	30
2.3	Treball de gabinet.....	33
2.3.1	Processat de dades	33
2.3.2	Ús d'índex de diversitat i ecològics	34
2.3.3	Anàlisi estadístic.....	37
3.	Resultats	39
3.1	Descripció preliminar.....	41
3.2	Caracterització fisicoquímica	42
3.3	Listat faunístic	43
3.4	Distribució taxonòmica.....	45
3.5	Distribució tròfica	46
3.6	Estudi de similituds entre els diferents compartiments de l'aiguamoll artificial a les dues línies de depuració	48
3.7	Anàlisis estadístiques de les dues línies.....	49

3.7.1	Línia 1.....	49
3.7.2	Línia 2.....	51
3.8	Índex.....	52
3.8.1	Línia 1.....	53
3.8.2	Línia 2.....	54
3.9	Caracterització de l'estat ecològic de les diferents cel·les a partir de l'IMN	56
3.10	Relació de les dades bionòmiques amb els paràmetres fisicoquímics	57
3.10	Comparació amb l'arrosser.....	59
4	Discussió.....	61
5	Conclusions	69
6	Bibliografia	73
7	Annexos.....	79
8	Agraïments	99

Índex de figures

Figura 1. Esquema aiguamoll artificial de flux lliure	5
Figura 2. Imatge de l'Albufera de València	6
Figura 3. Situació dels aiguamolls artificials de l'Albufera de València. (1) Tancat de la Pipa, (2) Tancat de Mília, (3) Tancat de l'Illa.	11
Figura 4. Imatge del Tancat de la Pipa	13
Figura 5. Localització del Tancat de la Pipa.	21
Figura 6. Esquema del Tancat de la Pipa.	22
Figura 7. Imatges del procés de mostrejat de macroinvertebrats. (a) Presa de mostres en bentos. (b) Presa de mostres en epibentos (font pròpia).	26
Figura 8. Imatges de l'equip de mesura dels paràmetres fisicoquímics <i>in situ</i>	27
Figura 9. (a) Imatge d'una mostra bentònica després d'haver-la llavat. (b) procés de visualització una quantitat de mostra (font pròpia).	29
Figura 10. Distribució per cel·les dels grups taxonòmics bentònics (a) i epibentònics (b).	45
Figura 11. Distribució per cel·les dels grups tròfics al bentos (a) i epibentos (b).	46
Figura 12. Dendogrames d'agrupament jeràrquic mitjançant el mètode de la distància mínima basat en la similitud de Bray-Curtis, calculat sobre l'abundància dels individus en cada taxó en els punts de mostreig de l'estudi, per al bentos (a) i per a l'epibentos (b).	48
Figura 13. A la columna de l'esquerra, diagrames de caixes per a cada punt de mostreig de la Línia 1, obtinguts en funció de l'abundància del nombre d'exemplars (a), el nombre de taxons (b) i el nombre de grups tròfics (c) de les dades bentòniques, amb la corresponent mitjana de cada punt en línia verda. Test post hoc de Dunn: N.S.=No significatiu; a=significatiu amb p-valor<0.05. A la columna de la dreta,	50

representació semi-quantitativa epibentònica de l'abundància (a), el nombre de taxons (b) i el nombre de grups tròfics (c) per als punts mostrejats a la Línia 1.

- Figura 14. A la columna de l'esquerra, diagrames de caixes per a cada punt de mostreig de la Línia 2, obtinguts en funció de l'abundància del nombre d'exemplars (a), el nombre de taxons (b) i el nombre de grups tròfics (c) de les mostres bentòniques, i en línia verda la seua mitjana a cada punt. Test post hoc de Dunn: N.S.=No significatiu: a=significatiu amb $p\text{-valor}<0.05$. A la columna de la dreta, representació semi-quantitativa epibentònica dels mateixos paràmetres. 51
- Figura 15. A la columna de l'esquerra, diagrames de caixes per a cada punt de mostreig de la Línia 1, obtinguts en funció dels índex de Shannon-Wiener (a), d'equitat (b), Margalef(c) i IMN (d) per a les dades bentòniques. Test post hoc de Dunn: N.S.=No significatiu: a=significatiu amb $p\text{-valor}<0.05$. En línia verda, representació de les mitjanes obtingudes en cada cas. A la columna de la dreta, representació semi-quantitativa epibentònics dels mateixos índex. 53
- Figura 16. A la columna de l'esquerra, diagrames de caixes per a cada punt de mostreig de la Línia 2, obtinguts en funció dels índex bentònics de Shannon-Wiener (a), d'equitat (b), Margalef(c) i IMN (d). Test post hoc de Dunn: N.S.=No significatiu: a=significatiu amb $p\text{-valor}<0.05$. En línia verda, representació de les mitjanes obtingudes en cada cas. A la columna de la dreta, representació semi-quantitativa dels índex epibentòniques. 55
- Figura 17. Caracterització de l'estat ecològic amb els rangs colorimètrics de l'IMN a partir de les dades bentòniques (a) i epibentòniques (b). 56
- Figura 18. Anàlisi de correspondències canòniques (CCA) que relacionen paràmetres fisicoquímics amb (a) els grups taxonòmics bentònics, (b) els grups taxonòmics epibentònics, (c) els grups tròfics bentònics, (d) els grups tròfics epibentònics. 57

Índex de taules

Taula 1. Coordenades UTM del Tancat de la Pipa	21
Taula 2. Superfície i calat màxim de les diferents cel·les	23
Taula 3. Rangs de qualitat tròfica de l'IMN	37
Taula 4. Profunditat mitjana de les cel·les en el moment del mostreig	41
Taula 5. Valors de les dades fisicoquímiques recollides al punt de l'eixida d'aigua de la cel·la corresponent.	42
Taula 6. Densitat d'organismes (individus/m ²) al bentos (0Xb) i a l'epibentos (0Xc) de cada cel·la.	43
Taula 7. Valors comparatius dels índex bentònics amb l'arrosser	59
Taula 8. Valors comparatius dels índex epibentònics amb l'arrosser	60
Taula 9. Objectius de qualitat en l'efluent del Tancat de la Pipa	63

1. Introducció

1.1 Els aiguamolls artificials

Els aiguamolls artificials són sistemes destinats al tractament d'aigües inspirats en els ecosistemes que conformen els aiguamolls naturals. Es classifiquen dins dels coneguts com Sistemes de Depuració Natural, grup que engloba tots els sistemes de tractaments d'aigües que tracten d'imitar i reproduir, de forma controlada, el funcionament dels processos naturals depuratius que suposen l'eliminació de substàncies contaminants. Així, els aiguamolls artificials no són més que l'establiment de zones on es reproduïxen els processos físics, químics i biològics d'un aiguamoll natural, amb la finalitat, entre altres, d'eliminar els contaminants de l'aigua tal com es depurarien en un aiguamoll natural (www.iagua.es/) .

El conveni Ramsar (UNESCO, 1971) defineix els aiguamolls com a “zones de la superfície terrestre que estan temporalment o permanent inundades, regulades per factors climàtics i en constant interrelació amb els éssers vius que l'habiten”, i recalca la importància d'aquests com a un dels ecosistemes més productius, bressol de biodiversitat i font d'aigua i productivitat primària, base de supervivència de moltes espècies.

1.1.1 Funcionament

En el funcionament d'aquests sistemes de depuració intervenen dos elements claus (www.iagua.es/):

- El substrat. Realitza les següents funcions:
 - Actua com a suport per a la vegetació.
 - Permet la fixació de la població bacteriana, la qual intervé en la majoria dels processos de depuració.
- La vegetació. Composta principalment per macròfites emergents arraigades al sòl d'aigües poc profundes i amb la part fotosintètica aèria, adaptada a la hidrologia i a les condicions d'aquests ecosistemes. Les seues funcions en el sistema de depuració són les següents (Oliver, 2011):

- Contribueixen a l'oxigenació del substrat a nivell de la rizosfera.
- Les tiges i fulles serveixen com a medi de suport al desenvolupament de la població bacteriana, responsable de la major part dels processos microbiològics.
- Eliminen nutrients i sòlids per absorció/extracció: les plantes assimilen nutrients per al seu creixement i reproducció, i es pot procedir a l'eliminació d'aquests mitjançant la recol·lecció de la biomassa vegetal.
- Actuen com a medi filtrant.
- Atenuen la radiació solar, limitant així el creixement de les algues.
- Frenen l'efecte del vent sobre l'aigua.
- Estabilitzen la superfície dels aiguamolls.
- Alliberen antibiòtics, eliminant amb açò patògens.
- Proporcionen hàbitat per a nombroses espècies.
- Disminueix, alhora que distribueix, la velocitat de la corrent d'aigua, la qual cosa suposa un increment de la sedimentació de sòlids suspesos, i una disminució del risc d'erosió i resuspensió. També comporta un augment del temps de contacte entre l'aigua i la superfície de la planta.
- Aïlla del fred els aiguamolls

Els aiguamolls artificials poden tindre diferents dissenys, diferenciant-se, entre altres coses, pel model de flux de l'aigua, que pot ser de flux superficial o lliure, de flux subsuperficial horitzontal i de flux subsuperficial vertical, principalment. També es distingeixen pel tipus de vegetació que intervé: emergent, submergida, de flotació lliure o de fulles flotants (Vymaxal, 2001).

Aquest estudi es centra en els aiguamolls del tipus flux lliure o superficial. En aquests, l'aigua circula per dalt del substrat -fet que fomenta les condicions aeròbies- i entre la vegetació emergent, des d'un punt d'entrada fins un punt de descàrrega (figura 1) sense assolir grans profunditats (de 0,1 a 0,6 metres). El tractament de l'aigua es produeix de forma contínua mitjançant la circulació de l'aigua per les tiges i arrels de la vegetació, eliminant-se així grans quantitats de contaminants de l'aigua com els nutrients nitrogen i fòsfor, matèria orgànica, sòlids en suspensió, i fins i tot certs productes tòxics.

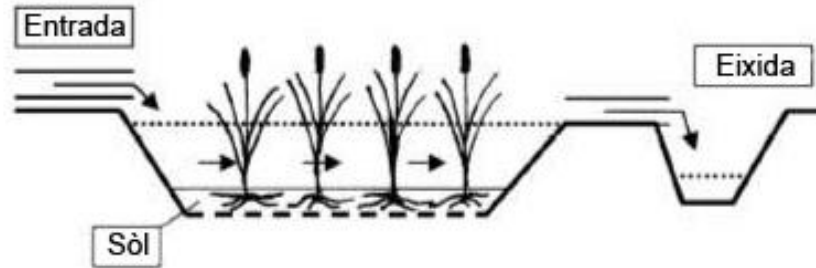


Figura 1. Esquema del funcionament aiguamoll artificial de flux lliure (Vymazal, 2007).

1.1.2 Avantatges

Els avantatges d'aquests sistemes de depuració front als sistemes convencionals són molts. La principal diferència tècnica entre aquests recau en que no precisa d'aportacions energètiques artificials, sinó que es produeix a velocitat natural, amb temps de residència hidràulica majors. Açò suposa un important estalvi d'energia, tot i que per contra requereix de dimensions de terreny superiors. Però presenten altres beneficis, ja que no sols realitzen la funció de depuració d'aigua sinó que a més converteix els residus que depuren en productes potencialment aprofitables, i alhora suposa una millora ambiental perquè fomenta la biodiversitat dels ecosistemes que formen i posseeixen un alt valor paisatgístic. De fet, en molts casos els aiguamolls artificials no es creen amb la finalitat primera de depuració de les aigües, sinó que es dissenyen per a restaurar i crear el mateix ecosistema pels valors ambientals propis. Per altra banda, es regeixen per processos molt senzills de controlar i no precisen (o gairebé gens) d'equips electromecànics, minimitzant-se així les avaries, alhora que quasi totes les operacions de manteniment i explotació es duen a terme mitjançant tasques agrícoles clàssiques. A més, com que funcionen com a ecosistemes naturals capaços d'autoregular-se, presenten un funcionament eficaç front a variacions de caudal i contaminant de l'efluent a tractar. Són per tant, no sols un mecanisme de tractament d'aigües, sinó una acció de recuperació, estalvi i integració ambiental i socioeconòmica eficaç.

1.2 L'Albufera de València

El Parc Natural de l'Albufera (figura 2) està situat al sud de la ciutat de València i comprèn 21.120 hectàrees d'extensió.



Figura 2. Imatge de l'Albufera de València (font pròpia)

En el seu origen, la zona era un golf marí que quedà aïllat a causa de la formació d'una restinga arenosa. D'aquesta manera es va crear el llac de l'Albufera, que en aquells moments ocupava una extensió de 30.000 hectàrees d'aigua salobre. Tant la salinitat com l'extensió han disminuït en el temps: la primera a causa dels aportacions de les sèquies, barrancs i ullals, i per la regulació de l'intercanvi entre el llac i la mar; pel que fa a l'extensió, la seua reducció es deu en part a processos naturals de rebliment, però principalment al soterrament de part del terreny per a la transformació en camps de cultiu d'arròs a partir del segle XV. Així, el llac s'ha reduït dràsticament fins ocupar en l'actualitat aproximadament 2.100 hectàrees. Amb tots aquests processos, on els canvis naturals han anat de la mà dels canvis impulsats per l'acció humana, avui en dia a terreny es poden diferenciar 3 zones principals, el conjunt de les quals atorga una gran diversitat d'espais a aquest enclavament: la llacuna, la restinga i la marjal.

- La llacuna té una profunditat mitjana d'1 metre d'aigua, la qual és dolça ja que és alimentada per les aigües del Xúquer, el Túria i per altres cursos menors com barrancs. Està rodejada per extensions de senillar i vegetació típica que formen també illes (conegudes com a

mates) arreu de la llacuna, ocupant fins a 200 hectàrees. Aquestes mates suposen un important hàbitat d'espècies vegetals que representen zones de nidificació, refugi i alimentació per a les aus, actuant, per tant, com a importants àrees de reserva.

- La restinga, responsable de la separació entre la llacuna i el mar mediterrani. En la seua part nord està coberta per un bosc litoral de 850 hectàrees de pinars, mont baix i també ambient dunar, conegut com "la Devesa". Està interrompuda per 3 goles (Pujol, el Perellonet i el Perelló), canals que comuniquen el llac amb la mar i permeten regular el nivell d'aigua del llac mitjançant comportes en funció de les necessitats hídriques del cultiu de l'arròs.
- La zona de marjal està destinada al cultiu de l'arròs, i correspon a la major extensió del parc amb 14.000 hectàrees. Els arrossers suposen la principal àrea d'alimentació per a les aus aquàtiques, i les fases del seu cultiu són les responsables del canviant paisatge de l'Albufera al llarg de l'any.

Com a resultat d'aquests tres ambients, tot i estar envoltada de l'elevada pressió antròpica que exerceix l'entorn metropolità de València, el Parc Natural de l'Albufera de València suposa un dels enclavaments més emblemàtics del territori valencià, aportant grans recursos ambientals i ecològics que coexisteixen amb la tradició i la cultura local. (www.valencies.es/albufera; www.lifealbufera.org; www.chj.es).

La figura de protecció de Parc Natural no fou assolida fins 1986 mitjançant el Decret 89/1986. Però conté altres figures normatives que protegeixen els seus valors: a nivell internacional, ja en 1990 entrà en la Llista d'Aiguamolls d'Importància Internacional del Conveni Ramsar; a nivell comunitari, forma part de la Xarxa Natura 2000 al ser declarada Zona d'Especial Protecció per a les Aus (ZEPA) mitjançant la Directiva Aus, i Lloc d'Importància Comunitària (LIC) de la Directiva Hàbitats (<http://www.citma.gva.es>). Al formar part d'aquesta xarxa d'espais representatius de la diversitat d'hàbitats i d'espècies europees, aquesta àrea està sotmesa a un règim jurídic de protecció que obliga a adoptar mesures per tal de mantindre-la o restaurar-la en un estat favorable, amb l'objectiu de contribuir a garantir la biodiversitat

mitjançant la conservació dels hàbitats naturals i de la fauna i la flora silvestres en el territori europeu, així com d'invertir la tendència recessiva de les aus en estat salvatge per garantir la seua conservació i regular-ne l'explotació (D.O.C.E., 1992; D.O.U.E. 2009). Per la seua banda, la directiva Marc de l'Aigua obliga a aplicar les mesures necessàries per a prevenir el deteriorament de les masses d'aigua superficial, i protegir, millorar i regenerar-les a fi d'assolir un bon estat de les aigües, i amb la finalitat d'assolir un bon potencial ecològic i bon estat químic en cas de tractar-se de masses d'aigua artificials i molt modificades (D.O.C.E., 2000).

Actualment, però, la llacuna sofreix, entre altres problemes, d'hipereutròfia, fet que li impedeix aconseguir el seu vertader potencial ecològic. L'**eutrofització** és un augment dels nutrients a les aigües (principalment nitrogen i fòsfor) que comporta un creixement massiu d'algues. Si les densitats algals que s'assoleixen són elevades, la respiració d'aquestes pot produir períodes d'anòxia durant la nit, situació crítica per a la vida dels organismes aquàtics en la que apareixeran substàncies com el sulfhídric, l'amoníac i el metà. A més, es veurà reduïda la quantitat de llum que penetra a l'aigua. Tot açò modifica les característiques de la massa d'aigua, podent comportar els següents problemes:

- Pèrdua de qualitat de l'aigua.
- Modificació de les característiques del medi, modificant per tant les espècies que en ell habiten, amb aparició d'oportunistes i suposant una important pèrdua de biodiversitat.
- Grans variacions al llarg del dia de les concentracions d'oxigen, podent arribar a condicions anòxiques durant la nit. Açò pot comportar la mortaldat de molts éssers vius.
- La massiva mortaldat suposa un augment de matèria orgànica de degradació.
- Augment del nivell de sedimentació que accelerarà el rebliment del llac.
- Augment de la terbolesa.

- Olor i sabor en l'aigua que pot suposar la reducció dels usos d'aquesta per a abastiment i per a finalitats recreatives.
- Importants pèrdues econòmiques.
- Dificultats per a la navegació a causa del creixement de masses d'algues.
- Producció de toxines per determinades algues i bacteris, que poden arribar a formar zones mortes.
- Degradació de l'ecosistema.

L'eutrofització és un problema molt estès a les zones humides d'àrees industrialitzades o molt habitades, com és el cas de l'àrea motiu d'estudi, envoltada per l'entorn metropolità de València (amb més de milió i mig d'habitants), amb zona industrial i una àrea d'intens ús agrícola. A l'Albufera el problema de l'eutrofització no sorgí fins els anys 70 amb el creixement urbà i industrial, passant d'un estat oligotròfic als nivells d'avui en dia, el qual comportà una forta degradació de la qualitat de l'aigua, desapareixent les plantes aquàtiques i gran quantitat de població piscícola, de mol·luscs i insectes aquàtics. La manca de vegetació protectora ha fet que les mates s'hagen vist reduïdes en un 20%. Amb tot, les poblacions d'avifauna també s'han vist reduïdes a causa de la falta d'aliment i de refugi. (www.valencia.es/albufera).

L'augment de nutrients en el llac són conseqüència de diferents factors. En primer lloc, a causa de les aportacions contínues dels adobs dels camps de cultiu donades pel canvi cap a una agricultura intensiva, amb el creixent ús de fertilitzant, rics en nutrients. Altra via per la que arriben aquestes substàncies és per vessaments directes, tant d'origen urbà com industrial, o per vessaments que, tot i haver estat tractats prèviament, no assoleixen les condicions òptimes. Però l'entrada de dites substàncies no són sols els causants, sinó que la disminució de les aportacions d'aigua dolça també provoquen l'acceleració d'aquest procés per la manca de renovació de l'aigua. Així, l'estat general dels ullals, principal font d'entrada d'aigua de bona qualitat al llac, és gairebé de desaparició total degut al rebliment pels sediments i a l'obertura de pous, tot i que en els darrers anys s'han dut actuacions destinades a recuperar-ne. De la mateixa manera, les aportacions procedents del Xúquer s'han vist fortament reduïdes al pla de la conca.

Les mesures que s'apliquen front a aquesta problemàtica són les següents (Oliver, 2011):

- Sobre les aportacions externes:
 - Tractar prèviament les aigües residuals.
 - Modificar la composició de les substàncies que els originen.
 - Desviar els caudals d'aigües residuals cap a altres zones menys sensibles.
 - Gestionar més eficaçment l'ús de fertilitzants.
- Actuacions dins del propi sistema:
 - Dragar completament el sistema, eliminant així la capa de sediments, la qual acabaria sent font de nutrients.
 - Fixar el fòsfor en els sediments mitjançant l'addició d'algun compost químic, impedit que es mobilitze aquest element cap a la columna d'aigua.
 - Realitzar aportacions d'aigua en quantitat i qualitat.
 - Emprar aiguamolls artificials per a tractar les aigües eutrofitzades.

Aquesta darrera actuació s'està aplicant en 3 zones de l'Albufera de València, una d'elles objecte d'aquest estudi amb la finalitat de comprovar els canvis produïts en la qualitat de l'aigua.

1.3 Aiguamolls artificials en l'Albufera de València

En l'actualitat, trobem 3 aiguamolls artificials dins de l'àmbit del Parc Natural de l'Albufera: el Tancat de Mília, el Tancat de l'Illa i el Tancat de la Pipa (figura 3).



Figura 3. Situació dels aiguamolls artificials de l'Albufera de València. (1) Tancat de la Pipa, (2) Tancat de Mília, (3) Tancat de l'Illa.

Primerament, per entendre què és un tancat, cal recordar que els terrenys que avui en dia conformen l'arrosser de l'Albufera són aterraments antròpics del llac original, aquests es troben per sota del nivell de les aigües de l'Albufera. Per açò, els arrossers es tanquen amb motes per contenir l'aigua que els arriba per gravetat, i alhora requereixen generalment de motors per extraure-la després de l'època d'inundació. Un tancat és una unitat d'aquest terreny de cultiu que presenta un servei comú de buidat i omplert de les parcel·les que el conformen; és a dir, que es troba tot ell envoltat per una mota perimetral i amb un únic motor d'extracció, i amb tots dos elements es regula la inundació i buidatge dels camps. Açò li atorga independència en la gestió hídrica respecte a la resta de terrenys.

Els aiguamolls artificials dels tres tancats foren construïts dins del programa AGUA-ALBUFERA, el qual integrava un conjunt d'actuacions a realitzar dins del Parc Natural de l'Albufera, amb l'objectiu de regenerar les condicions ambientals d'aquest enclavament. Concretament, els aiguamolls es projectaven amb doble finalitat: per reduir nutrients per tal d'assolir valors per sota dels llindars establerts i per aportar renaturalització a l'àrea. (Cifres, et al.)

Per la seua banda, el **Tancat de Mília** està situat al sud de la llacuna al terme municipal de Sollana (figura 3) i pot tant captar aigües del llac per a la seua depuració, com rebre les aigües vessades per l'estació depuradora d'aigües residuals de l'Albufera-Sud per tractar-les abans de lliurar-les al llac. Consisteix en 18 hectàrees d'aiguamoll artificial de flux superficial, 4.5 hectàrees d'aiguamoll artificial de flux subsuperficial i 10 hectàrees de llacuna artificial amb comunitats de caràcies i hidròfits i dues illes per a la nidificació i descans de les aus. (<http://www.tancatdemilia.org/>)

El **Tancat de l'Illa** es troba en el terme de Sueca, junt a la reserva natural de l'Estany de la Plana, en una de les goles de connexió entre el llac i la mar. Ocupa una superfície de 16 hectàrees i té com a finalitat la disminució de la concentració de nutrients dels efluent de l'estació depuradora d'aigües residuals de Sueca abans de vessar-los a la llacuna, així com la renaturalització de la zona (<http://www.lifealbufera.org/>).

El **Tancat de la Pipa** (figura 4) fou el primer aiguamoll artificial de l'Albufera de València en entrar en funcionament, ja al 2008. Actualment està gestionat per les ONG Acció Ecologista-Agró i la Sociedad Española de Ornitología (Seo/BirdLife), gràcies a un acord de custòdia del territori amb la Confederació Hidrogràfica del Xúquer, propietària de l'àrea. (<http://www.lifealbufera.org/>)

Es troba dins del Parc Natural de l'Albufera, al nord de la llacuna, entre el barranc del Poio i la sèquia del port de Catarroja, limitant directament amb el llac en el terme municipal de Catarroja (figura 2). Ocupa aproximadament 40 hectàrees.



Figura 4. Imatge del Tancat de la Pipa (Font: Confederació Hidrogràfica del Xúquer)

Aquests terrenys, abans de titularitat privada, foren expropiats per estar compresos en el projecte de restauració ambiental “Proyecto de restitución y adaptación de cauces naturales de los barrancos Poyo, Torrente, Chiva y Pozalet (València)”. Més tard, acabaren integrant-se en el “Proyecto de Restauración de hàbitats de agua dulce y adecuación para el uso público” (2005) impulsat pel Ministeri de Medi Ambient i Medi Rural i Marí, mitjançant la Confederació Hidrogràfica del Xúquer, amb fons F.E.D.E.R. i amb la col·laboració de la Generalitat Valenciana, que proposava les següents actuacions a realitzar:

- Augmentar la superfície de titularitat pública del Parc Natural com a entorn natural.
- Afavorir el desenvolupament i la recuperació d'espècies.
- Afavorir l'ús didàctic de l'espai.
- Transformar l'àrea com a zona de reserva amb ambients naturals típics.
- Realitzar una experiència pilot de maneig i millora de la qualitat de l'aigua de l'Albufera.
- Disposar d'un aiguamoll artificial per a què les aigües que arriben al llac per aquest sector estiguin depurades.

D'aquesta manera, l'àrea del tancat que abans era arrosser, passà a ser una àrea destinada a la recuperació dels ecosistemes aquàtics, creant tres ambients distints amb funció diferenciada: ecosistema palustre, ullal i marjal. Amb tot s'ha

aconseguit crear una àrea naturalitzada amb diversitat d'ambients, generant un ecosistema ric en hàbitats i oportunitats, i de millor qualitat. A més de proporcionar gran varietat d'hàbitats front als arrossers que suposen la major part del terreny, cobra especial importància en els moments en què, a causa de la gestió hídrica que sofreix el conreu d'aquest cultiu, les aus veuen dràsticament reduïda la font principal de la seua alimentació, els macroinvertebrats. Així, aquests indrets tenen un impacte en el cicle anual de l'avifauna, cobrant especial importància els macroinvertebrats, que es poden considerar com a un element bàsic del sistema, i suposant un afavoriment de la biodiversitat d'aquesta en el Parc Natural.

1.4 Els macroinvertebrats com a bioindicadors

Els organismes vius tenen unes condicions òptimes per al seu desenvolupament, i uns valors de certs paràmetres límits màxims i mínims per sobre i per sota dels quals la seua supervivència no és possible. Aquests valors són diferents per a cada espècie, trobant-ne de més sensibles i de menys. Així, per a unes mateixes condicions, podem trobar espècies que estiguen en el seu estat òptim, espècies que les toleren i que per tant poden viure en elles, i espècies intolerants per a les que no siga possible la supervivència en eixe medi. Així doncs, la presència o absència de certes espècies ens pot donar informació sobre les condicions ambientals d'una zona. En base a açò treballen els indicadors biològics, prenent una espècie o un grup d'aquestes, sensibles als canvis ambientals, com a reflex de l'estat biòtic i abiòtic del medi.

Per a controlar i realitzar seguiments de la qualitat de l'aigua, els organismes més utilitzats com a bioindicadors de l'estat d'aquesta són els macroinvertebrats aquàtics. Aquest grup defineix aquelles espècies no vertebrades que, per la seua grandària relativament gran, són retingudes per xarxes de llum de malla d'entre 250 i 300 µm. Els motius pels quals són comunament emprats com a indicadors de la qualitat de l'aigua són els següents (Prat, Ríos i Acosta, 2009):

- Tenen un àmplia distribució geogràfica i en diferents tipus d'ambients.
- Presenten gran riquesa d'espècies amb gran diversitat de respostes als gradients ambientals.

- Són majoritàriament sedentaris, permetent així una anàlisi espacial de la contaminació.
- Aquells que no són sedentaris, possibiliten l'ús de la seua reacció de fugida (deriva) com a indicador de contaminació.
- Algunes espècies tenen cicles de vida llargs, permetent integrar els efectes de la contaminació en el temps.
- Es poden mostrejar de forma senzilla i barata.
- La seua taxonomia en general és ben coneguda, al menys fins al nivell de família i gènere.
- La sensibilitat de molts taxons a diferents tipus de contaminants és ben coneguda.
- Han sigut àmpliament emprats en nombrosos estudis experimentals sobre els efectes de la contaminació.

L'avantatge a destacar dels indicadors biològics front als fisicoquímics és que reflecteixen les condicions temps enrere abans del mostreig, amb la qual cosa es poden detectar els efectes d'una pertorbació que haja passat setmanes abans (Alba-Tercedor, 1996), mentre que les dades fisicoquímiques sols reflecteixen l'estat del medi en el moment en què es prenen. Per això, no sempre els resultats químics tindran relació amb els resultats biològics, ja que poden haver hagut pertorbacions que hagen afectat a la comunitat de macroinvertebrats, però que al tindre caràcter passatger i puntual no hagen sigut captades pels mostrejos convencionals.

Per aquest motiu, tot i que en l'actualitat els estudis i seguiments de la qualitat dels medis estan basats gairebé de manera exclusiva en les anàlisis fisicoquímiques, és cada vegada més comú la complementarietat d'aquests resultats amb les dades obtingudes amb els macroinvertebrats a causa de l'amplitud temporal d'informació que proporcionen, però també pel seu baix cost.

Per altra banda, aquest grup d'organismes té gran rellevància ecològica més enllà de la informació sobre la qualitat de l'aigua que proporcionen, ja que suposen una comunitat essencial en els ecosistemes aquàtics al conformar la base tròfica de moltes espècies, com per exemple de peixos i aus. Per tant, signifiquen component clau en l'ecosistema de l'Albufera de València, determinant la presència d'altres espècies.

1.5 Justificació

El present treball està emmarcat dins d'un projecte LIFE+ (LIFE ALBUFERA) que té l'objectiu d'estudiar el procés depurador de tres aiguamolls artificials en l'àmbit del Parc Natural de l'Albufera de València, per tractar d'optimitzar el seu funcionament. Els tres aiguamolls són el Tancat de Mília, el Tancat de l'Illa i el Tancat de la Pipa, i el que es pretén en dit projecte és incrementar l'eficàcia d'aquests tres d'una manera coordinada per tal d'assolir els tres objectius últims: millorar la qualitat de l'aigua després del seu pas pels aiguamolls, aportar hàbitats renaturalitzats i afavorir l'avifauna de l'aiguamoll. Per a açò, al projecte es monitoritza l'impacte de la gestió sobre la qualitat de l'aigua, determinant la seua modificació al pas pels aiguamolls artificials; l'impacte de la gestió sobre la biodiversitat, per obtindre una visió global dels efectes de la gestió de l'aigua sobre els grups biològics i l'assemblatge de la comunitat d'aus i dels hàbitats; i l'impacte socioeconòmic sobre l'economia local i la seua població. (<http://www.lifealbufera.org/>)

Tanmateix, en aquest estudi, però, sols es treballa el Tancat de la Pipa i en un període de temps puntual: l'hivern de 2014, centrant-se en l'estudi de la comunitat de macroinvertebrats.

Amb açò el que es pretén és comprovar els canvis en la qualitat de l'aigua durant el procés depurador d'un aiguamoll artificial i de la resta d'hàbitats, aportant informació sobre els efectes de les actuacions del Tancat de la Pipa en la comunitat de macroinvertebrats i l'ecologia per tal d'avançar en la gestió dels sistemes hídrics i en l'assoliment dels objectius finals de millorar la qualitat de l'aigua de la llacuna, aportar hàbitats renaturalitzats i protegir les aus de l'aiguamoll.

Amb la comprensió dels efectes de les actuacions es podrà aconseguir l'acompliment de les directives europees mitjançant l'aprenentatge que ens permeten espais com el Tancat de la Pipa, caminant amb tot plegat cap a l'objectiu últim de retornar a l'Albufera de València l'estat ecològic que li pertoca.

1.6 Objectius

- Caracterització de la comunitat de macroinvertebrats en l'aiguamoll artificial del Tancat de la Pipa a l'hivern
- Estudi de la variabilitat de la comunitat de macroinvertebrats en funció del procés depurador
- Caracterització l'estat ecològic de les diferents cel·les de l'aiguamoll mitjançant l'ús d'un índex tròfic de macroinvertebrats
- Relació de la comunitat de macroinvertebrats amb els paràmetres fisicoquímics de l'aigua
- Comparació amb les comunitats de macroinvertebrats presents als arrossars en hivern

2. Materials i mètodes

2.1 Treball de camp

2.1.1 Àrea d'estudi

El Tancat de la Pipa es situa a les coordenades UTM indicades a la taula 1.

Taula 1. Coordenades UTM del Tancat de la Pipa (Life+ Albufera, 2013)

Coordenades	X	Y
Nord-est	728736	4361191
Nord-oest	728368	4360944
Sud-oest	728668	4360183
Sud-est	729088	4360471



Figura 5. Localització del Tancat de la Pipa.

Es compona per tres ambients creats seguint les actuacions marcades pel “Projecte de Recuperació d’Espais i Actuacions de Gestió Hídrica en la Desembocadura del Poio (P.N. Albufera)”. Els ambients, acompanyats de tot un sistema de canals de drenatge i alimentació, són els següents:

- Ecosistema palustre amb funció d'aiguamoll artificial de flux lliure, amb l'objectiu d'actuar com a sistema de depuració terciària de les aigües carregades de nutrients de l'Albufera. Plasmats a tres subsectors, dos d'ells composts per tres cel·les cadascun de funcionament en sèrie, la qual cosa afavoreix una alta eficiència hidràulica i minimitza l'aparició de camins: les cel·les 01, 02 i 03, i les 04, 05 i 06 (figura 6). El tercer conté una única cel·la, la 10.
- L'ullal, com a reservori d'aigües netes amb baixa concentració de nutrients i altres elements químics. A més permet el manteniment de comunitats de macròfits submergits, d'espècies piscícoles i macroinvertebrats propis. Cel·la 09 (figura 6).
- Marjal, per a la recuperació d'antics ecosistemes de marjal de l'Albufera i la recuperació amb açò de les poblacions de macròfits submergits pròpies, i de les espècies piscícoles derivades d'aquests, algunes endèmiques i en perill d'extinció com el fartet o el samaruc. Cel·les 08 i 11 (figura 6), llacunes de reserva i educativa, respectivament.

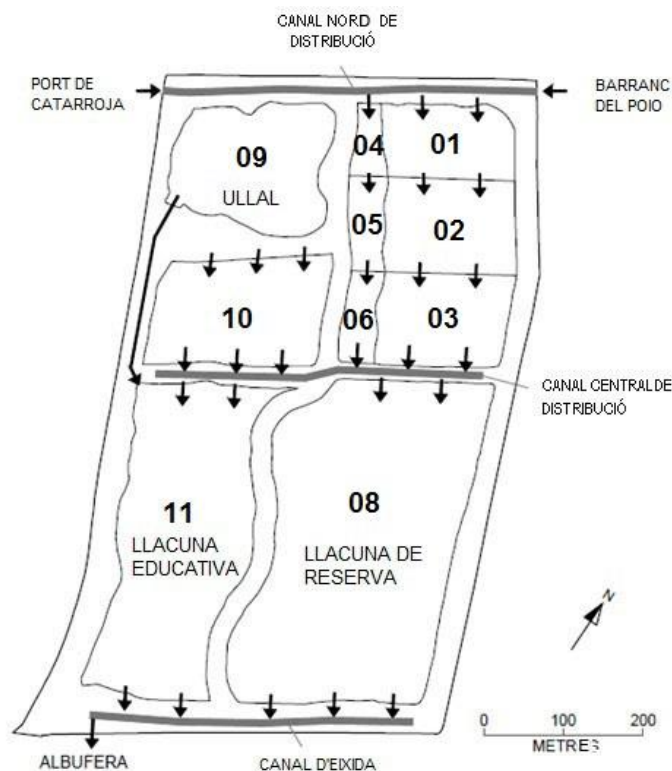


Figura 6. Esquema del Tancat de la Pipa.

En total, de les 40 hectàrees del tancat, 25 ha aproximadament ocupen les zones de làmina lliure d'aigua distribuïdes de la següent forma, i amb els calats màxims següents:

Taula 2. Superfície i calat màxim de les diferents cel·les (Life+ Albufera, 2013)

Cel·la	Superfície (m²)	Calat màxim (m)
01	13509	0.3
02	18240	0.3
03	17207	0.3
04	3575	0.3
05	5155	0.3
06	5902	0.3
08	80000	0.7
09	25000	1.0
10	25596	0.3
11	60000	0.6

L'aigua entra al sistema de forma contínua i per gravetat a partir de dos punts diferenciats: des del tram final del Barranc del Poio pel nord-est, i per la Sèquia del Port de Catarroja des del nord-oest. Les dues corrents d'entrada es mesclen en el canal nord de distribució (figura 6) i ingressen a l'aiguamoll mitjançant un sistema de comportes. L'aigua, una vegada dins, segueix tres recorreguts diferenciats:

- Per les cel·les: 01, 02 i 03
- Per les cel·les 04, 05 i 06
- A la cel·la 10

A continuació, l'aigua arriba fins al canal central de distribució per on flueix per gravetat fins les dues llacunes (08 i 11). Per finalitzar, de les llacunes l'aigua acaba arribant al canal d'eixida, on és conduïda fins al pou de bombeig per ser impulsada, de manera discontinua per tal d'adaptar-se al nivell de la làmina lliure, fins al llac de l'Albufera. (Life+ Albufera, 2013)

Per altra banda, l'ullal o cel·la 09 funciona de manera independent: actualment compta amb un escàs efluent el qual va a parar fins a la llacuna educativa mitjançant un canal.

El flux de l'aigua entre cel·les es troba regulat mitjançant un sistema de comportes instal·lat en les entrades i eixides de les cel·les, fet que permet mantindre diferents nivells de làmina d'aigua en cada cel·la en funció de les característiques de qualitat de l'efluent, rendiments del sistema o altres condicionants. Cada parcel·la està nivellada a una mateixa cota, de manera que el temps de residència de l'aigua serà uniforme en tota la superfície. (Life+ Albufera, 2013)

Cal tindre en compte que, com que un dels objectius del projecte del Tancat de la Pipa era renaturalitzar una zona que a més està compresa dins d'un Parc Natural, el disseny de l'aiguamoll ha intentat integrar, de la manera més natural possible, les característiques ecològiques de l'hàbitat en què es trobava. Per aquest motiu s'han sacrificat característiques tècniques de disseny hidràulic per tal de respectar al màxim els trets originals de l'àrea i disminuir l'impacte sobre aquesta. Així, per exemple, la no impermeabilització del terreny possibilita l'aparició d'infiltracions (Oliver, 2011).

El treball de camp realitzat en aquesta àrea, tant de les dades bionòmiques com de les de fisicoquímica, correspon a l'estació hivernal, concretament al 3 de febrer de 2014. S'escollí aquesta data com a representativa de l'època hivernal.

Per tal d'obtindre una evolució de la qualitat de l'aigua, els mostresjos es realitzen en les diferents cel·les que componen el tancat i que s'han anomenat 04, 05, 06, 08, 09, 10 i 11 (figura 6) (Les cel·les 01, 02 i 03 no formen part d'aquest estudi ja que en la data de recollida de dades estan seques).

A més del treball al Tancat de la Pipa, s'ha disposat d'unes dades obtingudes pel Laboratori d'Ecologia del departament d'Enginyeria Hidràulica i Medi Ambient (UPV) al llarg d'un treball amb altres objectius, però en el que s'estudia la comunitat de macroinvertebrats en un arrosser representatiu del Parc Natural de l'Albufera de València (Saccò, 2014). En aquest cas, les mostres corresponen al 18 de gener de 2013, data que correspon al final de l'època d'inundació de l'hivern, abans del dessecat dels camps, havent passat així el major temps possible des de què es produí la inundació per tal de garantir que el sistema estigués tan estable i desenvolupat com fóra possible.

2.1.2 Mostreig de macroinvertebrats

A aquest estudi es realitzen mostrejos de les comunitats de macroinvertebrats presents en el bentos i en la zona epibentònica de l'aiguamoll artificial.

- Mostres bentòniques

Es realitzen 3 mostres de sediment, o mostres bentòniques, per cada cel·la, distribuint-se els 3 punts al llarg d'aquesta per tal d'abraçar una major representativitat.

Les mostres s'agafen sense alterar el medi prèviament, introduint en cada punt escollit 10 cm d'un cilindre de metacrilat d'1m de longitud, amb un tap en l'extrem contrari i de 52 mm de diàmetre interior ((a) figura 7). La decisió d'agafar sols els 10 cm primers es deu a què a major profunditat la població de macroinvertebrats és gairebé inexistent. Així, s'obtenen mostres del perfil vertical de sediment de 21227 cm³, que es traspassen a pots de plàstic "duquesses" d'1.5 L de volum, prèviament retolats. Seguidament es fixen amb formol, amb 15 mL al 5% d'aquest producte.

- Mostres epibentòniques

Pel que fa als mostrejos epibentònics, o de columna d'aigua, aquests suposen una sola mostra per cada cel·la. Aquesta, tot i sols ser una, es realitza arreu de la cel·la mitjançant 10 repeticions d'un transsecte d'un metre, cobrint les àrees on potencialment més macroinvertebrats es poden trobar.

Per obtindre la mostra epibentònica es fa ús d'una xarxa de mà amb malla de 250 µm, la qual es pot observar en la imatge (b) de la figura 7. La malla és arrastrada al llarg d'un metre de longitud per àrees de la cel·la on potencialment hi haurà més macroinvertebrats (al voltant de mates de vegetació i marges). Aquesta tasca es repeteix deu vegades per diferents àrees dins la mateixa cel·la, i el contingut total es traspasa a un únic pot de plàstic "duquessa" d'1.5 L . A continuació es fixa la mostra amb formol al 5%, emprant un volum de 30 mL.

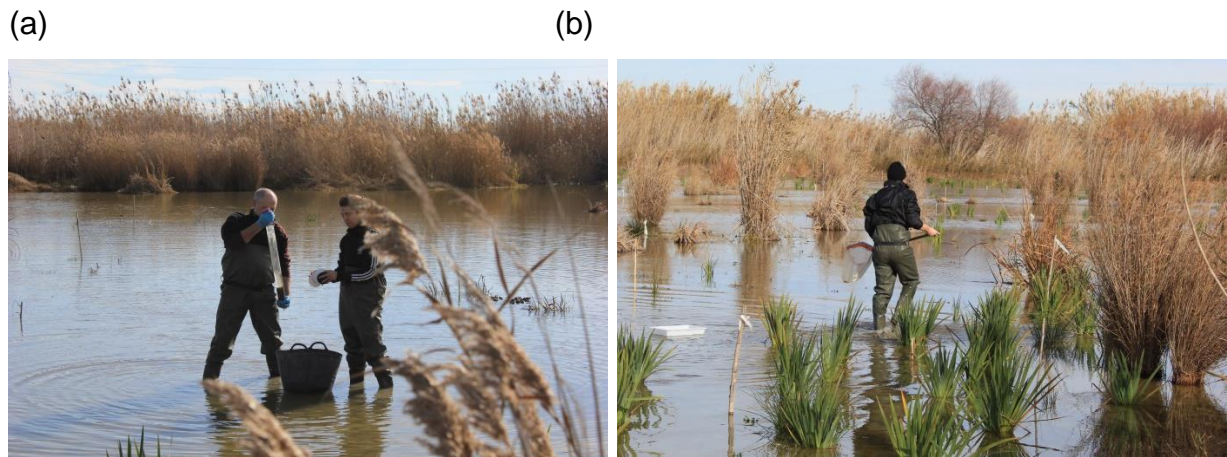


Figura 7. Imatges del procés de mostrejat de macroinvertebrats. (a) Presa de mostres en bentos. (b) Presa de mostres en epibentos (font pròpia).

Les dades bionòmiques de l'arrosser s'han obtingut seguint la mateixa metodologia.

2.1.3 Mostreig de paràmetres fisicoquímics

Els paràmetres fisicoquímics s'obtenen en els punts d'eixida de cada cel·la considerada, de manera que el valor obtingut correspon a la qualitat de l'aigua una vegada ha travessat dit sector.

Aquests mostrejos els realitzen l'Institut d'Enginyeria de l'Aigua i Medi Ambient (IIAMA UPV).

Es distingeixen entre 2 tipus de mesures: aquelles que s'obtenen directament en el camp i aquelles que requereixen d'un posterior anàlisi en laboratori per obtindre-les.

- Pressa de mostres d'aigua

S'agafen dues mostres d'aigua per punt per tal d'assolir els valors fisicoquímics d'aquesta. Les mostres es prenen a profunditat mitjana de la làmina d'aigua, sense haver alterat prèviament el medi, ni haver alçat sediments, evitant zones de corrents, d'estancament, turbulències i vegetació que podrien alterar les mesures posteriors. Ambdues mostres

es depositen en dos pots de plàstic de 2 L. Una s'empra per a realitzar les mesures en el moment de certs paràmetres. La segona, s'emmagatzema ràpidament en fred fins transportar-la al laboratori on seran analitzats la resta de trets fisicoquímics.

- Mesures *in situ*:

Amb la mostra d'aigua acabada de recollir i fent ús d'un equip multiparamètric de camp, model WTW-Multi 340i, les sondes de pH i conductivitat, i un oxímetre, model Oxi 325, (figura 8) es mesuren en el camp els següents paràmetres fisicoquímics:

- Temperatura ($^{\circ}\text{C}$),
- pH
- Conductivitat ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
- Concentració de sals (g/L)
- Concentració d'oxigen dissolt ($\text{mg O}_2/\text{L}$)
- Percentatge de saturació (%)



Figura 8. Imatges de l'equip emprat en la mesura dels paràmetres fisicoquímics *in situ* (font: Life Albufera 2015).

2.2 Treball de laboratori

2.2.1 Identificació taxonòmica de les mostres bionòmiques

Per a aconseguir la identificació taxonòmica de les mostres bentòniques i epibentòniques recollides en camp, es realitzen els següents passos al laboratori: llavat, triat i identificació.

- Llavet

Després de recollir les mostres de camp, cal esperar 15 dies per tal que el formol fixe la mostra. Una vegada passat aquest temps, es renten les mostres, tant les bentòniques com les epibentòniques, per tal d'eliminar el formol, ja que és una substància cancerígena, i per tant, les mostres han de quedar netes per treballar amb elles. Per a dur a terme l'eliminació d'aquesta matèria, és necessari protegir-se amb guants de nitril, semimàscara polimask 230 i ulleres de protecció. El llavat es realitza buidant la mostra a poc a poc sobre un tamís de 250 µm (grandària que reté els microorganismes, però deixa passar el líquid i altres impureses) afegint-hi abundant aigua. En aquest procés també eliminem fibres vegetals grans, rentant-les prèviament sobre el tamís de manera que els macroinvertebrats queden dins d'ell. Quan tota la mostra ha sigut llavada, es deposita del tamís a un flascó de 120 mL quan es tracta d'una mostra bentònica ((a) figura 9), i a un pot "Duquessa" d'1 L si la mostra és epibentònica, prèviament etiquetats i amb etanol i aigua destil·lada.

- Triat i identificació taxonòmica

El triat i identificació de les mostres es realitza observant amb una lupa binocular model Leica MZ16, com la que s'observa a la imatge (b) de la figura 9, i amb microscopi òptic model Leica DM2500, quan cal una millor visualització per tal d'aconseguir la identificació taxonòmica. Es deposita una quantitat menuda de la mostra en una placa petri (procés que es repeteix amb tota la mostra), i s'observa amb la lupa triant i separant els macroinvertebrats presents. Aquests s'observen amb atenció, si cal amb

el microscopi, per arribar al nivell taxonòmic més baix possible. I s'emmagatzemen en funció del grup taxonòmic al que pertanyen en diferents flascons de cristall de 5mL amb etanol, prèviament retolats amb el nombre de la mostra, el grup taxonòmic i la data de recollida.

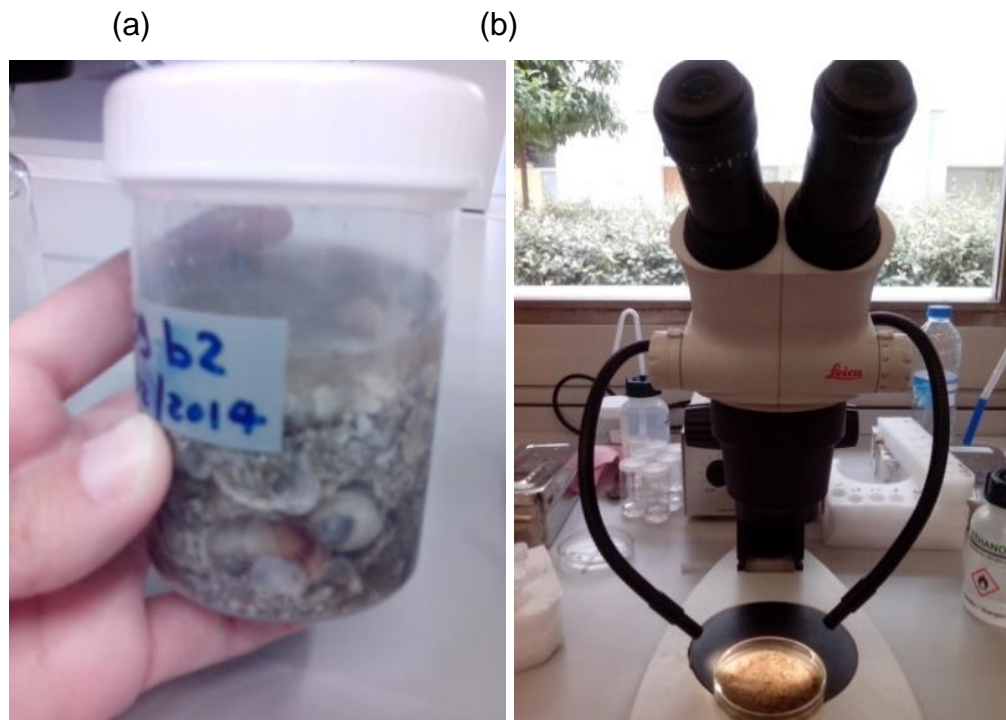


Figura 9. (a) Imatge d'una mostra bentònica després d'haver-la llavat. (b) procés de visualització una quantitat de mostra (font pròpia).

En el cas de les mostres del bentos, les espècies de copèpodes i de la família Daphniidae s'han eliminat del llistat de recompte final ja que són espècies epibentòniques, no bentòniques, que apareixen en aquestes mostres a causa de què el mètode de mostreig implica agafar part de columna d'aigua.

Pel que fa a les mostres epibentòniques, com què el volum d'aquestes és molt més elevat, es realitzen alíquotes de cada mostra; ço és, es calcula el volum total de la fracció sòlida de la mostra mitjançant una proveta del volum adequat a cada cas, i després es visualitza un volum menor del total, agafat aleatòriament i de diferents parts de la mostra. El recompte taxonòmic obtingut en l'alíquota s'extrapolaran al volum total de la mostra. Abans, però, d'agafar les alíquotes, s'observa

detingudament tota la mostra per tal d'extraure aquells organismes que es veuen a simple vista i que, per la seua grandària, és poc probable que s'agafen a les alíquotes. Aquests, una vegada identificats, s'anoten en el resultat final de tota la mostra, sense portar-los a extrapolació.

La identificació taxonòmica s'ha realitzat seguint les claus taxonòmiques "Invertébrés D'eau Douce. Systématique, biologie, écologie" (Tachet, et al., 2000), "Fauna Ibérica. Vol 7. Crustacea Branchiopoda" (Alonso, 1996), "Identification guide of freshwater macroinvertebrates of Spain. Springer" (Oscoz, 2011).

2.2.2 Obtenció paràmetres fisicoquímics

Els paràmetres fisicoquímics són obtinguts per l'Institut d'Enginyeria de l'Aigua i Medi Ambient (IIAMA UPV).

Tal i com arriben les mostres d'aigua del camp, es filtren i s'emmagatzemen en nevera 4°C de temperatura. Passades 24 o 48 hores, es procedeix a realitzar l'anàlisi químic.

- La demanda química d'oxigen (DQO) es determina mitjançant el mètode colorimètric MERCK, oxidant-se la mostra amb una solució sulfúrica calenta de dicromat potàssic, i usant sulfat de plata com a catalitzador, amb un termodigestor TR 300. Els clorurs s'emmaskaren amb sulfat de mercuri per tal d'evitar així possibles interferències. Per acabar, es determina fotomètricament amb el fotòmetre SQ 118 la concentració dels ions $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ grocs no consumits.
- La demanda química d'oxigen soluble (DQO soluble) es determina de la mateixa manera que la DQO acabada d'explicar, però prèviament es passa la mostra per un filtre de 0.45 µm.
- El nitrogen total (Ntot) es determina també amb el mètode colorimètric MERCK. Mitjançant la reacció de Koroleff, i fent ús d'un termodigestor

TR 300, els composts de nitrogen orgànic i inorgànic es transformen a nitrats.

- L'amoni es determina filtrant la mostra amb filtres de 0.45 µm de grandària de porus, i aplicant posteriorment el mètode MERCK. Com que el nitrogen amoniacal es presenta en forma d'ions amoni i en forma d'amoníac, s'aplica un agent clorant en medi altament alcalí (on pràcticament sols existeix amoníac) que duu a terme una transformació monocloramina, la qual forma amb timol un derivat blau d'indofenol que es determina fotomètricament emprant un fotòmetre SQ 118.
- Els nitrats es determinen mitjançant el mètode colorimètric MERCK , després de passar la mostra per un filtre de 0.45 µm de grandària de porus. Es realitza una colorimetria en àcid sulfúric concentrat amb un derivat de l'àcid benzoic, donant així un nitrocompost de color roig intens.
- Els nitrits es determinen fent ús del mètode MERCK, passant la mostra prèviament per un filtre de 0.45 µm. En solució àcida, els ions nitrit formen amb l'àcid sulfanílic una sal de diazoni que reacciona amb el diclorhidrat de N-(1-naftil)etilendiamina, donant un azocolorant violeta rogenc. Aquest es determina amb el fotòmetre SQ 118, MERCK.
- El silici es determina filtrant la mostra a 0.45 µm i aplicant el mètode colorimètric MERCK. En solució sulfúrica, els ions silicat formen amb ions molibdat un heteropoliàcid groc. Aquest, es redueix a blau de silicomolibdè que es determina fotomètricament amb el SQ 118.
- El fòsfor total (P_{tot}) es determina mitjançant el mètode colorimètric MERCK. En solució sulfúrica, els ions ortofosfat formen amb els ions molibdat àcid molibdofosfòric, el qual es redueix a blau de fosfomolibdè en presència d'àcid ascòrbic, determinant-se fotomètricament amb el fotòmetre SQ 118.

- El fòsfor inorgànic es determina, després de filtrar-lo a 45 µm, fent ús del mètode MERCK mitjançant la colorimetria del groc ataronjat de l'àcid molibdovanadat-fosfòric.
- Els sòlids suspesos es determinen filtrant primer la mostra amb filtres de 0.45 µm de grandària de porus, dessecant-la després a 103-105°C en estufa, i pesant-la finalment en una balança de precisió.
- Els sòlids suspesos volàtils es determinen per calcinació del residu dels sòlids suspesos, escalfant la mostra en un forn de mufla a 550°C. Posteriorment es pesen en balança de precisió.
- La terbolesa es determina per colorimetria, utilitzant el fotòmetre SQ 118, a partir del mètode MERCK.
- La concentració de clorofil·la a en el fitoplàncton s'ha determinat a partir de dos procediments: un in situ emprant un fluorímetre de camp Aquafluor – Turner Designs que determina la clorofil·la oferint mesures semiquantitatives, i l'altre en el laboratori, extraient el 90% dels pigments fotosintètics amb acetona, determinant els valors d'absorbància mitjançant el mètode tricromàtic amb un espectrofotòmetre i aplicant per finalitzar les formulacions de Jeffrey i Humphrey (1975). Els valors de clorofil·la a obtinguts en el laboratori s'empren com a calibració del fluorímetre i per a la transformació de les unitats relatives de fluorescència (URF) en concentració de clorofil·la a.

L'obtenció de la clorofil·la a l'ha realitzat amb la col·laboració del grup d'investigació de l'Institut Cavanilles de Biodiversitat i Biologia Evolutiva, per a les cel·les que formen part del Projecte Life Albufera. Per això, els punts 09, 10 i 11 no tenen aquests resultats.

2.3 Treball de gabinet

2.3.1 Processat de dades

Una vegada identificats tots els individus trobats en cada mostra, es realitza el **l·listat faunístic** amb tots els taxons corresponents i els individus recomptats, eliminant les espècies de copèpodes i la família Daphniidae de les mostres bentòniques, ja que es tracta d'organismes que ocupen l'epibentos, i que tan sols es troben en les mostres bentòniques a causa de que en el mètode d'extracció emprat s'extrau també part de columna d'aigua.

Seguidament es transformen les dades a densitat (individus/m²), presentant el nivell taxonòmic més baix identificat corresponent a cada organisme, donant com a resultat bentònic la mitjana de les tres mostres de cada cel·la.

Amb la finalitat del tractament estadístic, s'agrupen els taxons en **grups taxonòmics** més amplis, seguint el criteri de subdivisió de taxons establerts per Fernandes Martins et al. (2009): hidres, turbel·laris, nematodes, Plumatellida, poliquets, oligoquets, hirudinis, mol·luscs, branquiòpodes, cladòcers, ostracodes, copèpodes, decàpodes, acaris, oribatides, collemboles, odonats, efemeròpters, hemípters, coleòpters, dípters, tricòpters i lepidòpters.

De la mateixa manera, els individus també es classifiquen en funció de la **grup de nutrició** que presenten; és a dir, en funció de la forma de recol·lectar l'aliment i la grandària i natura d'aquest. Així, els possibles grups són els següents (Tachet et al., 1987; Rueda et al., 2005; Rueda i Hernández, 2008):

- Herbívors: mastegadors herbívors que tallen a trossos els macròfits vius relativament voluminosos.
- Omnívors: mastegadors que ingereixen animals morts o malalts i al mateix temps vegetació en via de descomposició.
- Detritívors: mastegadors que s'alimenten de la vegetació en via de descomposició.

- Predadors: mastegadors que ataquen a les seues preses vives i les esbocinen en trossos més o menys voluminosos o sencers.
- Brostejadors: retallen la capa biològica viva que recobreix els macròfits (micròfits, microflora i macroinvertebrats), arrancant alhora part del suport vegetal.
- Raspadors: posseeixen un aparell bucal lleugerament modificat que els permet raspar únicament la capa biològica viva que recobreix els macròfits i les pedres. Traguen també els minerals i els desfets orgànics que hi ha depositats.
- Filtradors: capturen la matèria orgànica, la microflora i la microfauna arrastrada pel corrent mitjançant apèndix modificats o construccions elaborades.
- Limívors: restringits al substrat bla, traguen sediments molt fins que solen presentar quantitats més o menys importants de matèria orgànica amb microflora i microfauna.
- Xupladors herbívors: absorbeixen aliment líquid vegetal mitjançant un aparell bucal modificat i especialitzat per a tal objectiu.
- Xupladors predadors: la modificació de l'aparell bucal els permet absorbir aliment líquid d'origen animal.

2.3.2 Ús d'índex de diversitat i ecològics

Amb les dades taxonòmiques s'han calculat diferents índex de diversitat. Per a extraure'ls, s'ha fet ús del software Past 3.02 (Hammer et al., 2001) a partir de l'abundància de cada taxó a cada cel·la. En el cas de les dades bentòniques, de les quals es compta amb tres mostres per cada cel·la, s'ha obtingut el valor de l'índex per a cada mostra i s'ha donat com a resultat final la mitjana dels tres valors obtinguts. De la mateixa manera s'ha treballat amb les dades de l'arrosset.

Els fonaments de cada índex particular amb els que s'ha treballat es troba explicada a continuació.

- **Índex de Shannon-Wiener**

L'índex de diversitat de Shannon-Wiener (Shannon, 1948; Shannon & Weaver, 1949), està classificat dins dels índex d'equitat. Es regeix per la següent fórmula matemàtica:

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

On p_i = abundància proporcional de l'espècie i ; és a dir, el nombre d'individus de l'espècie i dividit entre el nombre total d'individus de la mostra.

Aquest índex expressa la uniformitat dels valors d'importància mitjançant totes les espècies de la mostra. Així, mesura el grau mitjà d'incertesa en predir a quina espècie pertanyerà un individu escollit a l'atzar. Assumeix que els individus són seleccionats a l'atzar i que totes les espècies estan representades en la mostra. Adquireix valors entre 0, quan hi ha una sola espècie, i logaritme de S (on S és el nombre d'espècies), quan totes les espècies estan representades pel mateix nombre d'individus. (Moreno, C. E. 2001).

- **Índex de Pielou o equitat**

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

On $H'_{max} = \ln$ del nombre d'espècies

Mesura la proporció de la diversitat observada amb relació a la màxima diversitat esperada. El seu valor va de 0 a 1, on 1 correspon a situacions on totes les espècies són igualment abundants. (Moreno, C. E. 2001).

- **Índex de diversitat de Margalef**

L'índex de diversitat de Margalef (Margalef, 1986) mesura la riquesa específica, basant-se en el nombre d'espècies present, sense tindre en compte la importància de cadascuna. Es mesura de la següent manera:

$$D_{Mg} = \frac{S - 1}{\ln N}$$

On:

S = nombre d'espècies

N = nombre total d'individus

Transforma el nombre d'espècies per mostra a una proporció a la qual les espècies són afegides per expansió de la mostra. Suposa que hi ha una relació funcional entre el nombre d'espècies i el nombre total d'individus $S = \sqrt[k]{N}$ on k és constant. Si açò no es manté, l'índex varia amb la grandària de la mostra de forma desconeguda. Com què s'empra S-1, i no S, l'índex resulta 0 quan hi ha una sola espècie. (Moreno, C. E. 2001).

- **Índex del Mode de Nutrició o IMN**

Aquest índex d'estat ecològic tracta d'avaluar la qualitat de l'estructura tròfica de les comunitats de macroinvertebrats. Per a açò, el llistat faunístic obtingut es classifica en base al principal mode de nutrició de cada taxó que correspon al criteri de classificació explicat en el punt 2.3.1, i s'obtenen les freqüències de cada grup tròfic. Per a l'obtenció de l'índex es confecciona una taula on en la primera columna es situen els grups nutricionals, i les columnes següents corresponen a cadascuna de les mostres. En cada cel·la de la taula s'inclouen les freqüències d'aparició dels diferents grups. Sota aquesta taula, es realitza altra taula en la primera fila de la qual s'anoten quants grups nutricionals superen el 15%. En la segona fila, la quantitat de grups que superen el 14% i així successivament fins anotar els que superen el 0%. En l'última fila d'aquesta segona taula és el sumatori de cada columna. A continuació, es crea una tercera taula baix, on en cada fila s'anoten la quantitat de grups tròfics que

tenen una freqüència superior al 40%, 45%,50%, 60%, 70% i 80%. En l'última fila es realitza el sumatori dels valors anteriors. Finalment es pren el valor de l'última fila de la segona taula al qual se li resta l'última fila de la tercera taula, i amb açò s'obté el valor del IMN. (Rueda & Hernández, 2008; Rueda, et al., 2005).

En base a aquests valors, l'índex estableix uns rangs de qualitat tròfica de l'ecosistema, plasmats a la taula següent:

Taula 3. Rangs de qualitat tròfica de l'IMN

Valor IMN	Classe	Color	Significat	
Més de 70	I	Blau	Xarxa tròfica molt diversificada	Medi saludable
De 55 a 69	II	Verd	Xarxa tròfica diversificada	Medi amb tendència a l'estrès
De 40 a 54	III	Groc	Xarxa tròfica poc diversificada	Medi estressat
De 20 a 39	IV	Taronja	Xarxa tròfica simplificada	Medi molt estressat
De 0 a 19	V	Roig	Xarxa tròfica molt simplificada	Medi fortament estressat

2.3.3 Anàlisi estadístic

Per a comprovar la **similitud** entre les cel·les s'han realitzat dendodogrames d'agrupament jeràrquic (Cluster analysis) mitjançant el mètode de la distància mínima (Single linkage), basat en la similitud de Bray-Curtis (índex de similitud molt popular quan es treballa amb dades d'abundància, calculat de la següent forma: $d_{jk} = 1 - \frac{\sum_i |x_{ji} - x_{ki}|}{\sum_i (x_{ji} + x_{ki})}$ (Hammer, 2015)), amb el programa estadístic Past 3.02 (Hammer et. al, 2001), calculats sobre l'abundància dels individus en cada taxó (transformada a arrel quarta), per a cada cel·la i tant per al bentos com per a l'epibentos per separat.

S'aprofundeix en l'anàlisi estadístic de les dades bentòniques pel que fa a l'abundància, el nombre de grups taxonòmics i el nombre de grups tròfics, i sobre els índex de Shannon-Wiener, Margalef, Equitat i IMN. Primerament es realitza sobre aquests paràmetres, emprant el software InfoStat, el **test d'homogeneïtat** Chi quadrat màxima versemblança o estadístic G2. S'escull aquesta prova i no Chi quadrat de Pearson ja que aquesta última estableix que tots els valors esperats sota

la hipòtesi d'independència han de ser majors o iguals a 5 (Agresti, 1990; Balzarini, 2008).

De la mateixa manera, i en la recerca de **diferències significatives entre els punts de mostreig**, es duu a terme mitjançant una anàlisi de la variància no paramètric: la prova de Kruskal-Wallis (test que compara tres o més grups incomparables). Per a realitzar aquesta prova, s'empra el software GraphPad Prism 6.00 associada al test post hoc de Dunn (prova de comparacions basada en el nombre de grups i la seua grandària. El càlcul del p-valor té en compte el nombre de comparacions que està fent. Si la hipòtesi nul·la és vertadera, totes les diferències entre els grups es deuen a l'aleatorietat del mostreig (<http://www.graphpad.com/guides/prism/6/user-guide/>)). Açò es representa en diagrames box-plot, on s'ha plasmat també la mitjana de cada punt.

Pel que fa a les dades epibentòniques, com que tan sols es disposa d'una mostra per punt, l'**anàlisi** realitzat és **semi-quantitatiu**, realitzant gràfics amb el software Excel que mostren la variació de l'abundància, el nombre de grups taxonòmics, el nombre de grups tròfics, el valor de l'índex de Shannon-Wiener, el valor de Margalef, el valor d'Equitat i el valor de l'IMN en cada punt, aportant informació sobre l'estat potencial del sistema, però no sobre el que realment està passant.

Per finalitzar, s'han realitzat **anàlisis de correspondències canòniques** (Legendre i Legendre, 1998), anàlisi de gradient directe que relaciona les variables ambientals amb una matriu d'espècies, on el gradient de variables ambientals és coneix a priori i l'abundància d'espècies és considerada com una resposta a aquest. Per a desenvolupar aquest anàlisi, primerament s'ha realitzat el test de normalitat Shapiro-Wilk (considerada com la prova potent quan les mostres són $n < 30$ (Manual del usuario de SPSS Statistics Base 17.0)) sobre els paràmetres fisicoquímics amb l'objectiu d'uniformar les variables en cas de no seguir la normalitat. Seguidament, s'obté la correlació entre les variables amb el software Past 3.02 per poder determinar aquelles que es consideren més rellevants per a la biodiversitat i emprar-les per a relacionar-les amb l'abundància per grups taxonòmics i per grups tròfics mitjançant l'anàlisi de correspondències canòniques, emprant Past 3.02 (Hammer et al., 2001).

3. Resultats

3.1 Descripció preliminar

El mostreig es duu a terme el 3 de febrer de 2014, està ennuvolat. La taula 4 mostra les cel·les mostrejades i les seues profunditats mitjanes.

Taula 4. Profunditat mitjana de cada cel·la en el moment del mostreig.

Cel·la	Profunditat (cm)
04	15
05	20
06	15
08	25
09	90
10	10
11	60

Les cel·les 04, 05 i 06 presenten una profunditat semblant (taula 4) amb un grau de cobertura vegetal també semblant entre sí (composta principalment per canyota (*Phragmites* sp.)), a diferència de les llacunes 08 i 11 on, a banda d'en els marges, sols hi ha vegetació en algunes illes en la part central.

La cel·la 09 manté un grau de cobertura elevat però sense illes, i destaca per la seua profunditat (taula 4), contrarestada per la fina columna d'aigua de la cel·la 10. Aquest darrer sector presenta lliris (*Iris pseudacorus*) entre la seua vegetació.

El substrat està format per terra vegetal (Life+ Albufera, 2013).

3.2 Caracterització fisicoquímica

A continuació es presenten els resultats de la caracterització fisicoquímica de les diferents cel·les.

Taula 5. Valors de les dades fisicoquímiques recollides en el punt d'eixida d'aigua de la cel·la corresponent.

Punt	04	05	06	08	09	10	11
C.E. 25°C (mS/cm)	2680	2690	2710	3490	9410	2700	2950
Salinitat (g/L)	1,2	1,2	1,2	1,7	5,28	1,2	1,4
Temperatura (°C)	10,1	7,9	7,5	7,7	9,9	11,3	9,7
pH	8,41	8,24	7,96	7,91	7,97	8,35	8,31
OD (mg O ₂ /L)	15,50	12,13	9,33	9,13	9,33	17,30	13,17
OD sat (mg O ₂ /L)	11,17	11,78	11,90	11,80	10,94	10,87	11,27
%OD sat	138,7	103,0	78,4	77,4	85,3	159,2	116,9
Alcalinitat (mg CaCO ₃ /L)	227,16	233,15	237,13	219,20	217,21	171,37	203,26
SS (mg/L)	27,20	31,20	19,57	64,42	57,20	62,14	20,59
SSV (mg/L)	16,00	16,00	10,56	24,54	17,80	32,86	12,30
Terbolesa (NTU)	26,05	27,55	17,45	76,30	59,75	59,05	18,81
DQO tot. (mg/L)	51	46	43	81	56	71	54
DQO sol. (mg/L)	34	33	30	39	80	37	40
N total (mgN/L)	3,18	2,62	2,56	2,09	1,68	2,68	1,71
Amoni (mgN/L)	0,037	0,056	0,059	0,067	0,135	0,048	0,005
Nitrits (mgN/L)	0,025	0,023	0,020	0,005	0,018	0,009	0,005
Nitrats (mgN/L)	1,39	1,36	0,87	0,46	0,61	0,35	0,41
P Total (mg P/L)	0,207	0,193	0,178	0,246	0,107	0,402	0,134
Fosfats (mg P/L)	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Silici (mg Si/L)	0,78	1,15	1,00	0,91	0,54	1,51	0,20
Clorurs (mg/L)	440	520	500	820	3040	600	590
Clorofil·la A (µg/L)	57	48	42	37	-	-	-

La taula 5 mostra un elevat nivell de salinitat en la cel·la corresponent a l'ullal, així com elevada concentració de clorurs. L'oxigen dissolt, i el percentatge d'oxigen dissolt de saturació, és més baix a les cel·les 06, 08 i 09. A destacar també les elevades concentracions de sòlids suspesos, i amb aquesta de la terbolesa, de les cel·les 08, 09 i 10 respecte a la resta. La demanda química d'oxigen és més elevada en les cel·les 08 i 10, mentre que la demanda química d'oxigen soluble és de més del doble que en la resta en la cel·la 09. S'observa també una disminució del nitrogen total i dels nitrits i nitrats conforme es va avançant per les dues línies de funcionament hidràulic. Respecte a la clorofil·la a, la concentració d'aquesta és cada vegada menor.

3.3 Llistat faunístic

A partir dels recomptes realitzats s'han calculat un total de 280823 individus entre tots els punts, dels quals 5989 corresponen als comptabilitzats en els mostrejos bentònics i els 274834 individus restants pertanyen als individus obtinguts a partir de les mostres de columna d'aigua. En total s'han trobat 5 phylums diferents, 9 classes, 13 ordres, 19 famílies i 4 espècies, distingint en total 63 taxons (Annex I).

A l'annex II s'estableixen els trets i característiques que han servit per a establir la identificació taxonòmica dels individus.

Taula 6. Densitat d'organismes (individus/m²) al bentos (0Xb) i a l'epibentos (0Xc) de cada cel·la.

	04b	04c	05b	05c	06b	06c	08b	08c	09b	09c	10b	10c	11b	11c
Typhloplaniidae	6592	177	4709	209	2668	50	1099	0	0	0	6278	652	0	0
Nematoda	11615	136	2040	196	942	195	15696	475	42379	384	17736	382	71102	929
<i>Haitia acuta</i>	0	290	0	915	0	70	0	8	0	0	0	263	0	0
Lumbricidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	314	8	0	0
Tubificidae	34060	520	14283	170	13812	145	29194	331	0	0	58545	533	18050	338
Naididae	5650	89	3453	26	4709	15	15539	33	42379	2003	15225	167	6435	148
<i>Dero digitata</i>	2040	0	2511	0	4395	0	628	0	0	0	2040	16	3453	823
Prostigmata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
<i>Daphnia</i> sp.	0	254	0	2287	0	285	0	1297	0	43	0	40	0	2490
<i>Simocephalus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0
<i>Ilyocryptus</i> sp.	42065	1211	26526	941	5650	505	0	0	0	0	6278	159	0	169
<i>Macrothrix</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	314	0
Eurycercidae	3139	136	471	536	13969	690	1413	180	0	0	1570	231	942	232
Ostracoda	71887	17142	89152	27038	70788	17635	33746	1244	14754	14	13498	5140	785	1984
Harpacticoida	0	96	0	15	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0
Cyclopoida	0	644	0	1895	0	1235	0	892	0	10779	0	4364	0	3390
<i>Procambarus clarkii</i>	0	0	0	1	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0
Coenagrionidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	0	0	0	42
Aeschnidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0
<i>Cloeon</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0
Corixinae	0	12	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Micronecta scholtzi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	8	0	0
Colymbetinae	0	0	0	5	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0
Limoniidae	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0
Psychodidae	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ceratopogoninae	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0
Tanypodinae	2354	71	628	222	157	10	471	0	785	57	314	8	785	42
Orthocladinae	157	225	0	654	0	380	0	90	785	2102	157	159	0	1097
Chironominae	1413	112	2354	222	3924	200	14597	143	9888	1222	29351	620	8790	1034
<i>Chironomus plumosus</i> Gr.	2354	35	1256	0	471	10	0	4	1413	0	1099	40	0	0

El taxó que s'ha trobat amb més densitat són els ostracodes, representant el 34% de totes les mesures. Aquesta densitat augmenta si ens centrem en les mesures epibentòniques, suposant més de la meitat dels macroinvertebrats visualitzats. En aquestes mostres, l'ordre Cyclopoida (de la classe Maxillopoda) és el següent taxó més present, amb el 18% dels individus trobats. En canvi, aquest ordre no es comptabilitza a les mostres bentòniques, tot i haver-ne trobat en alguns casos. Així, en els resultats bentònics, els grups que segueixen quant a presència els ostracodes són els Tubificidae i Nematoda, amb el 17% cadascun. Més de lluny els segueixen la

família dels naídids, *Ilyocryptus* sp. i la subfamília Chironominae suposant el 10%, 9% i 7% de la població bentònica respectivament.

Quant a grans diferències en la presència o absència de taxons entre cel·les, destaca la 09 ja que conté espècies que a la resta no s'han comptabilitzat, mentre que altres no apareixen. Així, s'han visualitzat a les mostres epibentòniques l'espècie *Micronecta scholtzi*, el gènere *Cloeon* sp., i les famílies Aeschnidae i Coenagrionidae, aquesta última també trobada a la cel·la 11 (taula 6). Per contra, a aquestes dues cel·les (09 i 11) no es recompta cap turbel·lari ni *Haitia acuta*. Però la cel·la 09 conté més absències taxonòmiques: la família Tubificidae, *Dero digitata*, i Ostracodes. Tampoc s'ha recomptat cap *Ilyocryptus* sp., tret que comparteix amb la cel·la 08. Així mateix, el recompte de *Daphnia* sp., tant a les mostres epibentòniques de la cel·la 09 com a la 10, és molt menor que a la resta de les cel·les (taula 6).

De la mateixa manera, s'han trobat individus de la família Lumbricidae a la cel·la 10; individus de l'ordre Prostigmata i de l'espècie *Macrothrix* sp. a la mostra epibentònica i bentòniques, respectivament, de la cel·la 11; individus de la família Corixinae a l'epibentos de les cel·les 04 i 06; individus de la subfamília Colymbetinae a l'epibentos de les cel·les 05 i 06; individus de la família Limoniidae a la mostra de la columna d'aigua de la cel·la 08; i individus de la família Psychodidae i de la subfamília Ceratopogoninae a la mostra bentònica de la cel·la 04 (taula 6).

3.4 Distribució taxonòmica

Per tal d'entendre millor la distribució poblacional, es classifiquen els taxons en base a motius taxonòmics, separant també les dades bentòniques de les epibentòniques. A l'epibentos resulten 13 grups taxonòmics diferents, mentre que al bentos són 6 els grups, no trobant mol·luscs, copèpodes, decàpodes ni els grups de la classe Insecta, a excepció dels dípters.

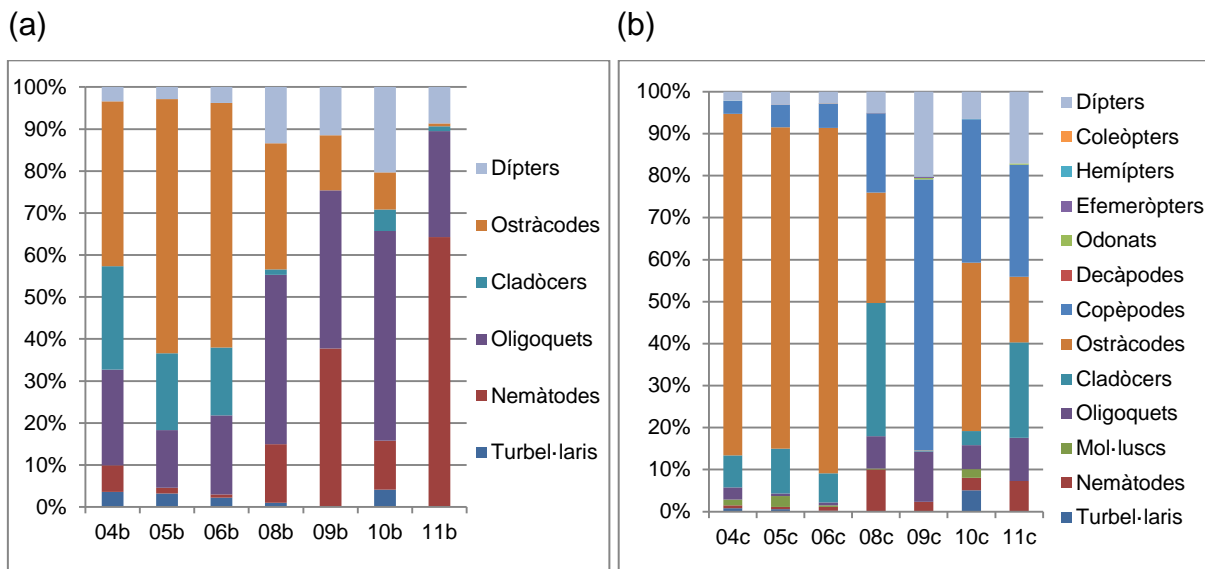


Figura 10. Distribució per cel·les dels grups taxonòmics al bentònics (a) i epibentònics (b).

Tal i com mostra la figura 10, els ostracodes són el grup taxonòmic més abundant en ambdós tipus de mostres pel que fa al conjunt de les mostres, especialment en el cas de les epibentòniques (b), suposant més de la meitat de la densitat total d'individus, mentre que al bentos (a) els segueix molt de prop en proporció els oligoquets. Tot i això, aquesta major presència no és equitativa a totes les cel·les, trobant una major tendència d'aquest grup en les cel·les 04, 05 i 06, tant pel que fa al bentos com a l'epibentos. De la mateixa manera, a aquestes mateixes cel·les és on trobem menor importància dels oligoquets i nematodes.

Per altra banda, quant als individus de la classe Insecta, no suposen més del 0.1% dels individus de l'epibentos, a excepció dels dípters que tenen una presència mitjana del 7%, la qual ascendeix fins a 17% i 20% en les cel·les 11 i 09 respectivament (figura 10 (b)). Respecte al bentos, la classe Insecta sols està representada pels dípters (figura 10 (a)).

Destaca respecte a la resta la cel·la 09, perquè no conté cladòcers en el bentos, i a l'epibentos suposen menys de l'1%, i en canvi conté major presència d'oligoquets i copèpodes a l'epibentos que la resta.

3.5 Distribució tròfica

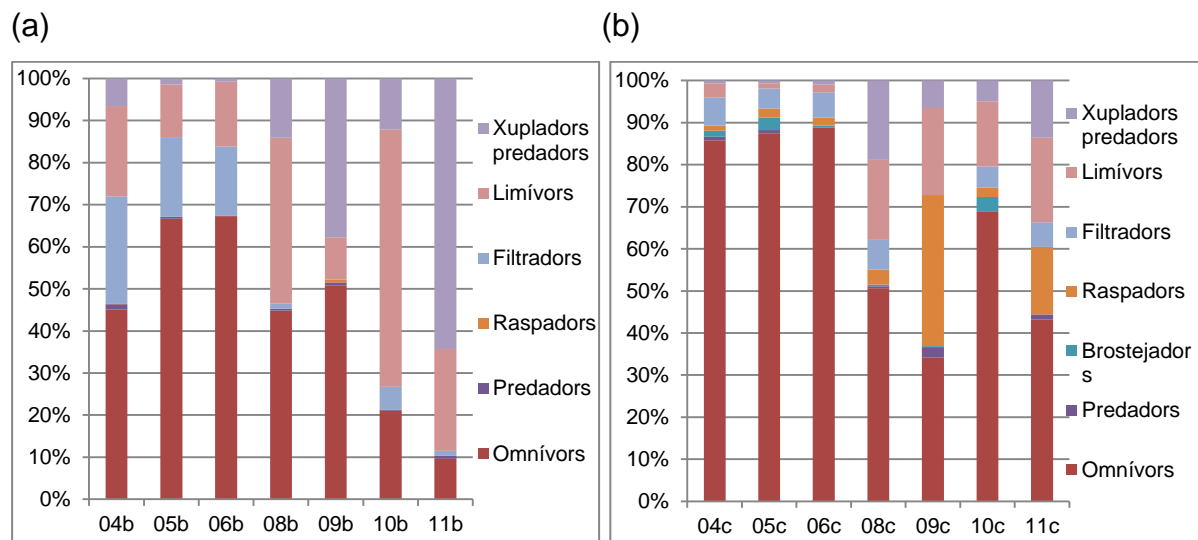


Figura 11. Distribució per cel·les dels diferents grups tròfics bentònics (a) i epibentònics (b).

Com s'observa als gràfics de la figura 11, el 40% de la població bentònica és omnívora, mentre que el percentatge augmenta fins al 78% en la població epibentònica. Els limívors, els xupladors predadors i els filtradors són els següents grups més notoris en les mostres bentòniques (a), suposant el 27%, 18% i 11% respectivament, mentre que la presència de la resta és més testimonial. En les dades de la columna d'aigua, però, la distribució entre els diferents grups tròfics, més enllà dels filtradors, pareix estar més repartida, trobant al voltant del 5% els limívors, filtradors i raspadors, seguits a més distància pels xupladors predadors i brostejadors, mentre que els predadors no suposen ni el 1% (figura 11 (b)). En canvi, no apareixen en cap mostra herbívors, detritívors ni xupladors herbívors. Tampoc s'ha recomptat cap brostejador entre les mostres del bentos.

Comparant entre les diferents cel·les amb les dades bentòniques, s'observen grans variacions en les composicions de les poblacions. Així, la població omnívora és menor en les cel·les 10 i 11 amb uns valors que no superen el 25% i el 10% respectivament, mentre que la resta de cel·les tenen valors per sobre del 45%. Per la

seua banda, més del 60% dels individus de la cel·la 10 són limívors, grup tròfic que sols suposa quasi el 40% de la cel·la 08, mentre que a la resta no supera el 25%, assolint un valor del 10% en la 09. Pel que fa als xupladors predadors, signifiquen gairebé el 65% de la població bentònica de la cel·la 11 i el 37% de la cel·la 09, mentre que en la resta no supera el 15%, suposant menys de l'1% de la població de 06. Pel que fa al grup tròfic dels filtradors, disminueix la proporció de la seua població conforme passa per les cel·les 04, 05 i 06, començant amb un 25% i acabant amb el 15%, mentre que a la resta de les cel·les la proporció es manté molt més baixa, fins al cas de la cel·la 09 on no s'hi ha recomptat cap individu amb aquesta preferència tròfica. Per la seua banda, els raspadors sols tenen presència en les cel·les 04, 09 i 10, no significant en cap cas l'1% de la població (figura 11 (a)).

Pel que fa a la comparació de la composició de les poblacions epibentòniques per cel·les (figura 11 (b)) observem que la proporció dels omnívors és molt més elevada a les cel·les 04, 05 i 06, superant en els tres casos el 85%, mentre que en la 09 suposa el 34%. Aquesta cel·la, per contra, conté el 36% de la seua població en el grup tròfic dels raspadors, grup que suposa menys del 5% en la resta de cel·les, excepte en la 11 que arriba al 16%. Els limívors formen un baix percentatge de la població en les cel·les 04, 05 i 06, suposant una proporció més elevada en la resta, d'entre el 15 i el 20%. Els predadors, sols signifiquen l'1% en les cel·les 11 i 09, en aquesta última arribant al 2%. Tanmateix, en valors absoluts, la cel·la 09 conté menys individus predadors que la 04 i 05. Per la seua banda, els xupladors predadors assoleixen rellevància en la formació poblacional de les cel·les 08 i 11, amb uns percentatges de 19% i 14% respectivament, mentre que a les cel·les 04, 05 i 06 signifiquen menys de l'1%. Finalment apuntar que els filtradors tenen presència en totes les cel·les excepte en la 09.

3.6 Estudi de similituds entre els diferents compartiments de l'aiguamoll artificial a les dues línies de depuració

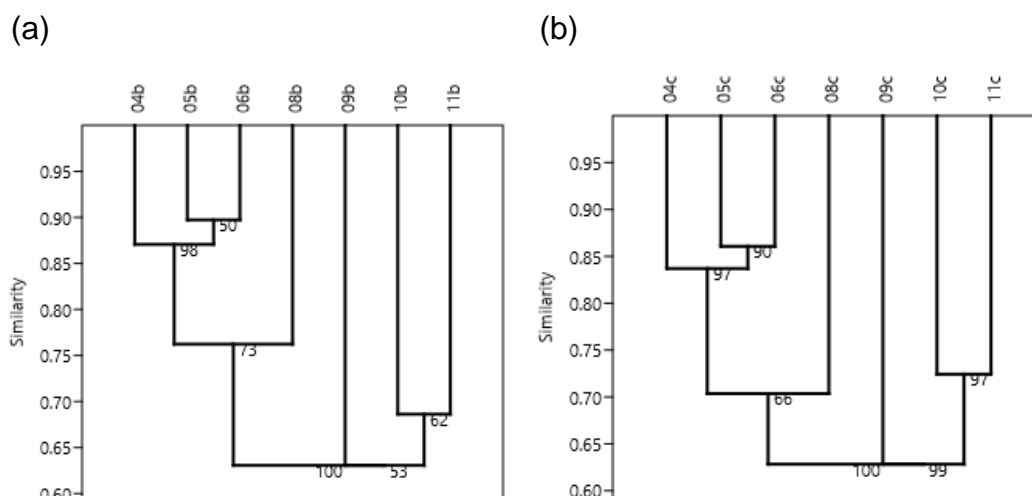


Figura 12. Dendrograms d'agrupament jeràrquic mitjançant el mètode de la distància mínima basat en la similitud de Bray-Curtis, calculat sobre l'abundància dels individus en cada taxó en els punts de mostreig de l'estudi, per al bentos (a) i per a l'epibentos (b).

Com s'observa als dendrograms, tant pel que fa a les dades obtingudes del bentos com a les de l'epibentos, coincideixen amb la diferenciació de dues línies separades clarament: la composta per les cel·les 04, 05, 06 i 08, i la formada pels punts 10 i 11. Aquestes dues línies corresponen a les dues grans dinàmiques hidràuliques del tancat. La primera suposa les 3 cel·les consecutives de l'aiguamoll artificial (amb un nivell de similaritat superior al 0.85 per al bentos (figura 12 (a)) i lleugerament menors a l'epibentos (b) en l'escala Bray-Curtis) i la llacuna, on van a parar les aigües d'aquestes (amb un nivell de similaritat superior al 0.75 en el bentos i de 0.70 en l'epibentos). La segona línia representa la cel·la 10, en la que entra el flux des del canal d'entrada, i la cel·la 11 (o llacuna educativa) a la qual va a parar l'aigua després de passar per la 10 (amb valors de similaritat per sota de 0.70 en el bentos i per sobre en l'epibentos). El dendrograma de la figura 12 mostra com la cel·la 09, corresponent a l'ullal, presenta menor similitud (amb un valor de bootstrapping, extret amb 1000 rèpliques, de 100 amb el vèrtex de subdivisió amb la línia 1 al bentos i a l'epibentos, que li atorga màxima possibilitat de pertànyer a un grup distint). Açò és a causa de la seua independència en el flux hidràulic que, com s'ha explicat a la metodologia, actualment consta d'un escàs efluent, el qual va a parar a la cel·la 11. No obstant això, en el present estudi s'ha decidit introduir la cel·la 09 en la línia 2 per la seua, tot i que reduïda, connectivitat hidràulica.

A partir d'ara, els resultats, tant bentònics com de la columna d'aigua, s'analitzen distingint les diferents línies de similitud, anomenant-les *Línia 1* (cel·les 04, 05, 06 i 08) i *Línia 2* (cel·les 09, 10 i 11) respectivament a com han estat explicades.

3.7 Anàlisis estadístiques de les dues línies

A continuació es passa a analitzar l'evolució de l'abundància d'individus, de la quantitat de grups taxonòmics i de grups tròfics al llarg de cada línia hidràulica.

3.7.1 Línia 1

El test d'homogeneïtat (Chi quadrat màxima versemblança o estadístic G2) per a l'abundància trobada al llarg dels punts de mostreig bentònic revela un valor de χ^2 de 1178.52 i un p-valor <0.0001 (els taxons es distribueixen de manera distinta entre els punts de mostreig bentònic de la línia 1). El mateix test per als grups taxonòmics revela un valor de χ^2 de 681.74 i un p-valor <0.0001 , i per als grups tròfics un valor de χ^2 de 629.62 i un p-valor <0.0001 . Per tant, les mostres pertanyents a cada punt no es poden considerar com un únic conjunt poblacional, sinó que hi ha evidències estadístiques de què existeixen diferències entre elles.

Tal i com mostren els gràfics de la figura 13, la tendència global pareix indicar una disminució corresponent a un empobriment de la comunitat de macroinvertebrats; no obstant, el test Kruskal-Wallis i el post hoc de Dunn no revelen dades estadísticament significatives. Amb tot, no es pot concloure que la comunitat de macroinvertebrats es caracteritzi per un empitjorament al llarg del flux depurador. Les mitjanes epibentòniques també semblen mostrar una davallada de la riquesa de la comunitat.

En tots tres casos (abundàncies, nombre de grups taxonòmics i nombre de grups tròfics) els valors epibentònics són més elevats que els trobats al bentos (columna de la dreta, figura 13).

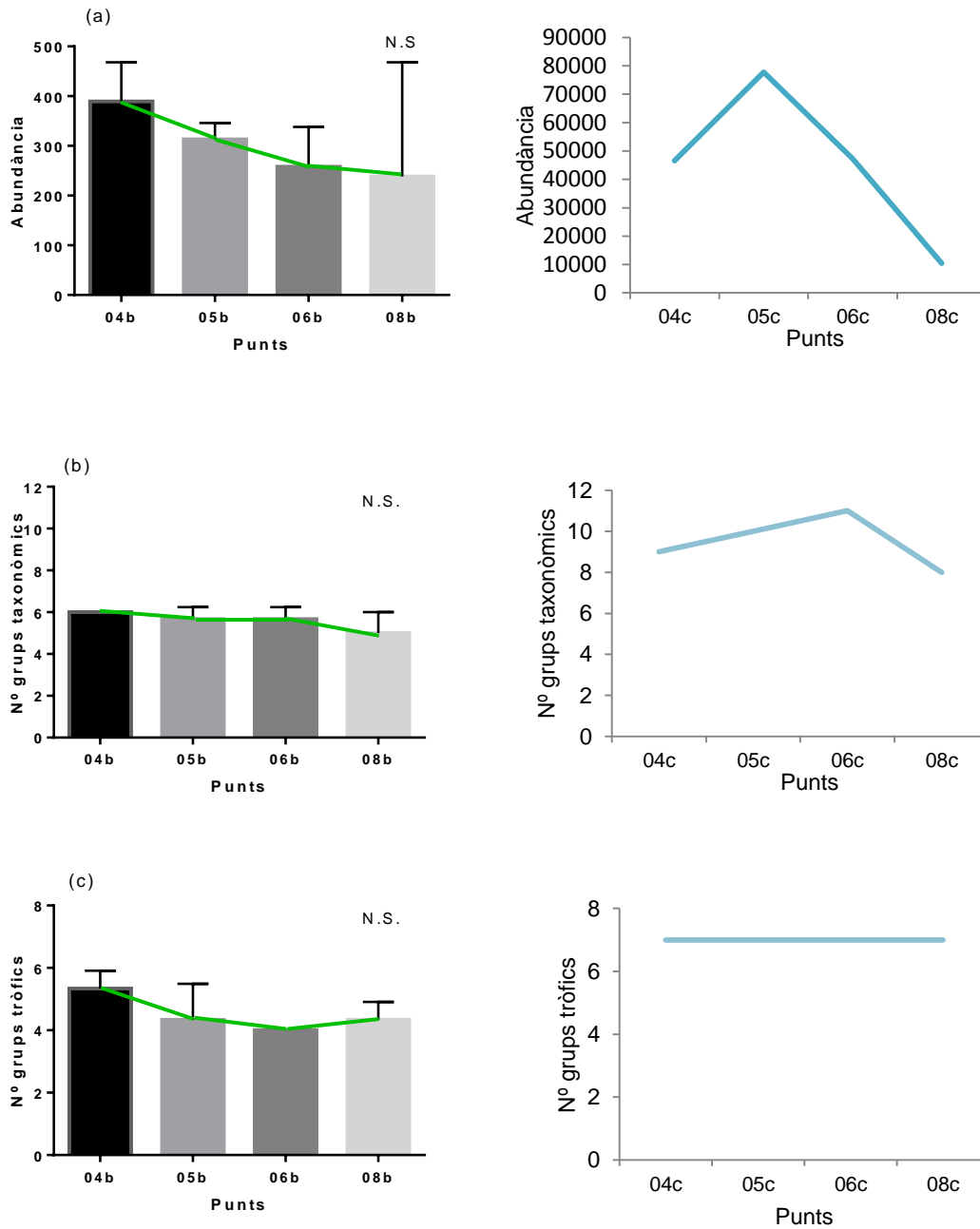


Figura 13. A la columna de l'esquerra, diagrames de caixes per a cada punt de mostreig de la Línia 1, obtinguts en funció de l'abundància del nombre d'exemplars (a), el nombre de taxons (b) i el nombre de grups tròfics (c) de les dades bentòniques, amb la corresponent mitjana de cada punt en línia verda. Test post hoc de Dunn: N.S.=No significatiu: a=significatiu amb p -valor <0.05 .

A la columna de la dreta, representació semi-quantitativa epibentònica de l'abundància (a), el nombre de taxons (b) i el nombre de grups tròfics (c) per als punts mostrejats a la Línia 1.

3.7.2 Línia 2

El test d'homogeneïtat (Chi quadrat màxima versemblança o estadístic G2) per a l'abundància trobada al llarg dels punts de mostreig bentònic revela un valor de χ^2 de 1194.17 i un p-valor<0.0001, per als grups taxonòmics revela un valor de χ^2 de 618.47 i un p-valor<0.0001 i per als grups tròfics un valor de χ^2 de 679.81 i un p-valor<0.0001. Llavors, les mostres pertanyents a cada punt no es poden considerar com un únic conjunt poblacional, sinó que hi ha evidències estadístiques de què existeixen diferències entre elles.

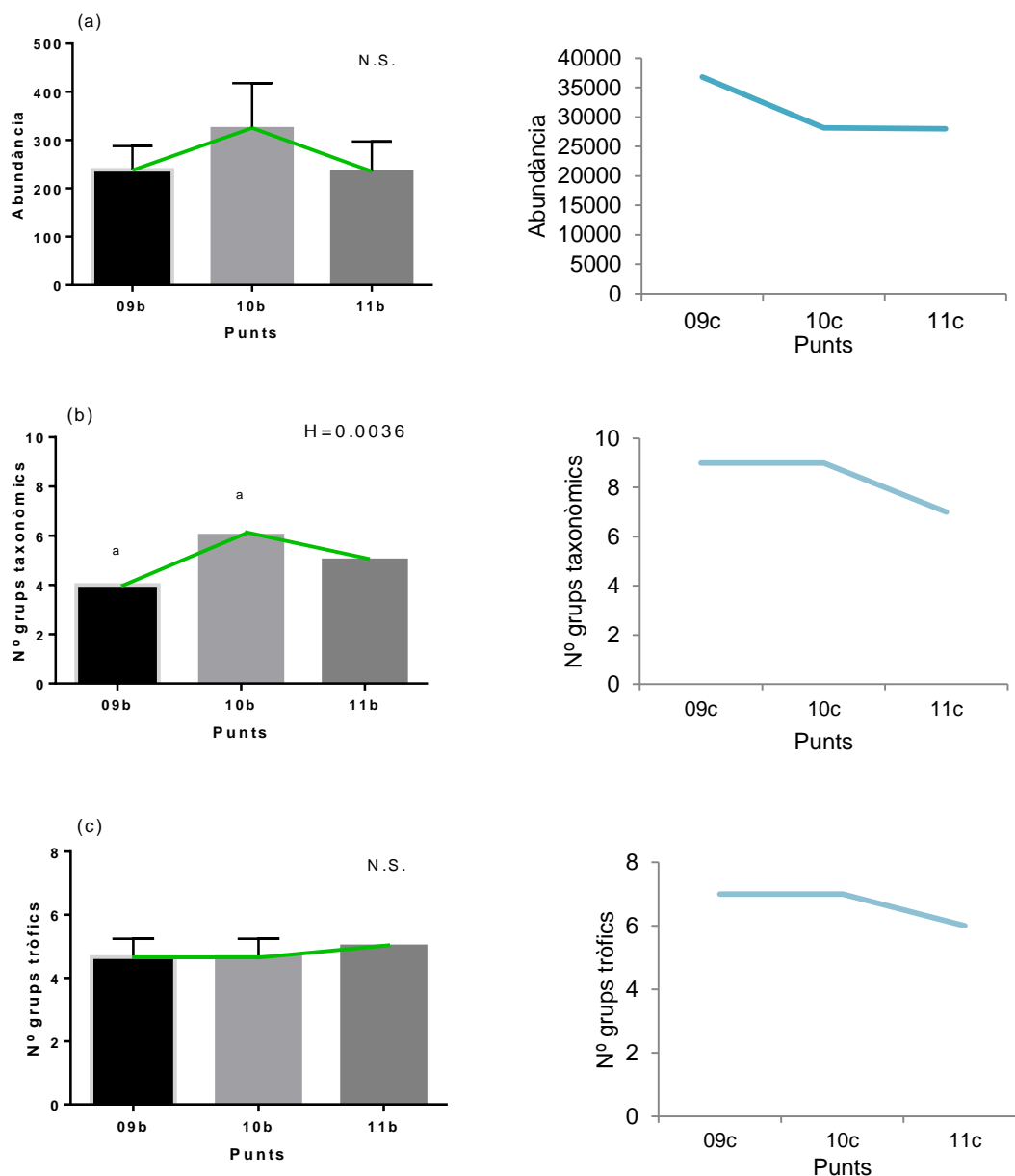


Figura 14. A la columna de l'esquerra, diagrames de caixes per a cada punt de mostreig de la Línia 2, obtinguts en funció de l'abundància del nombre d'exemplars (a), el nombre de taxons (b) i el nombre de grups tròfics (c) de les mostres bentòniques, i en línia verda la seua mitjana a cada punt. Test post hoc de Dunn: N.S.=No significatiu: a=significatiu amb p-valor<0.05. A la columna de la dreta, representació semi-quantitativa epibentònica dels mateixos paràmetres.

La figura 14 sembla indicar una pitjor qualitat de la comunitat de macroinvertebrats bentònics en la cel·la 11 i una millor en la 10, excepte pel que fa al nombre de grups tròfics, en el qual millora en la 11. Tanmateix, el test Kruskal-Wallis i el post hoc de Dunn resulten no significatius sobre l'abundància i el nombre de grups tròfics, fet que no permet afirmar aquesta tendència estadísticament. En canvi, la comparació a parells associats a Kruskal-Wallis resulta significativa entre 09 i 10 quan es comparen el nombre de grups taxonòmics (figura 14 (b)).

Les dades de columna d'aigua també semblen mostrar un empitjorament de la població de macroinvertebrats epibentònics en el punt 11, mentre que la cel·la 09 presenta els millors resultats.

Tal i com passava a la Línia 1, els valors de l'epibentos són més elevats.

3.8 Índex

Seguidament, s'analitza l'evolució de la diversitat al llarg de les dues línies hidràuliques mitjançant l'ús d'índex de diversitat i l'índex d'estat ecològic basat en el mode de nutrició (IMN). A l'annex III es troba el càlcul d'aquest últim índex per a les dades bentòniques, i en l'annex IV el seu càlcul epibentònic.

3.8.1 Línia 1

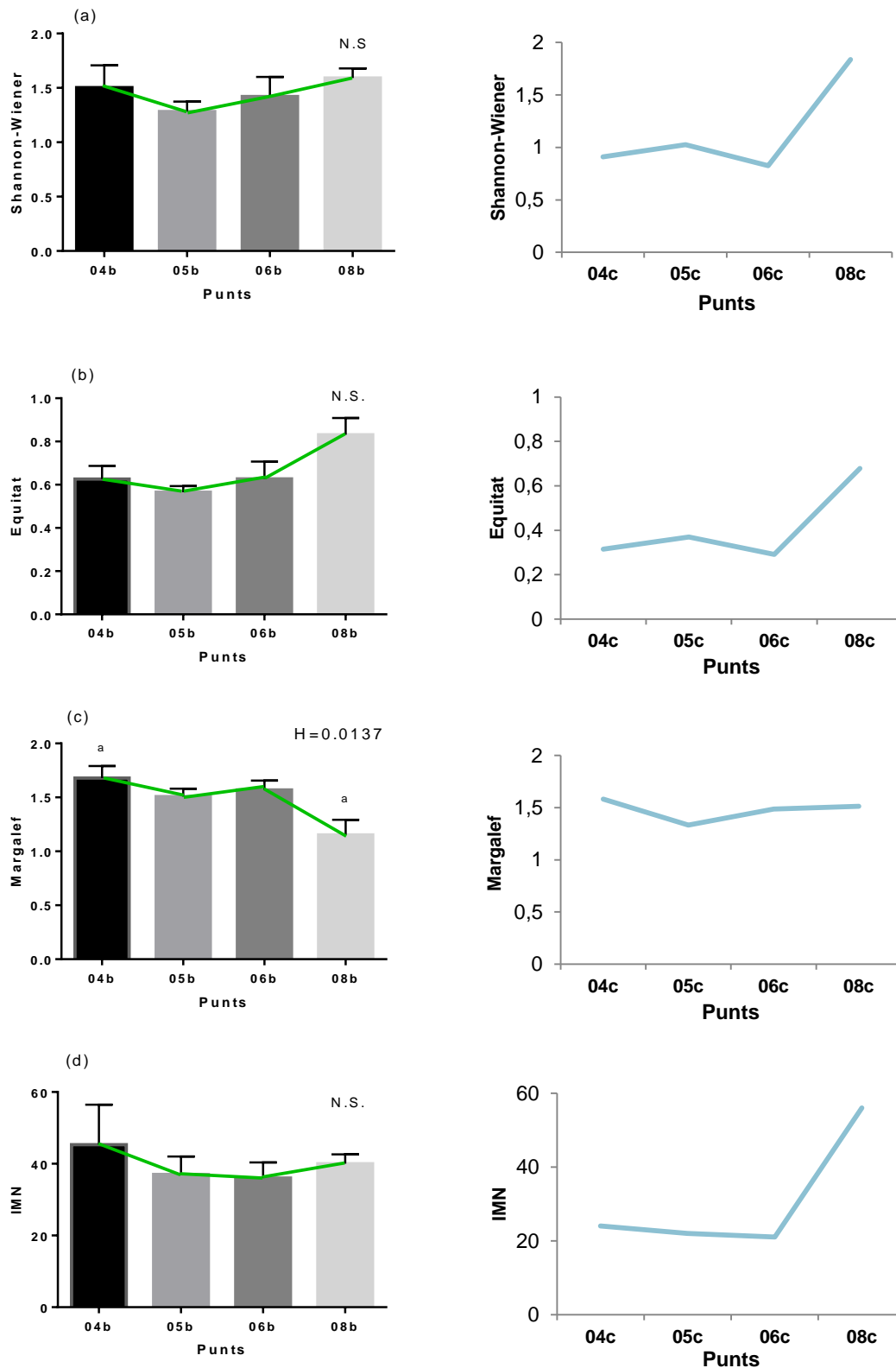


Figura 15. A la columna de l'esquerra, diagrames de caixes per a cada punt de mostreig de la Línia 1, obtinguts en funció dels índex de Shannon-Wiener (a), d'equitat (b), Margalef(c) i IMN (d) per a les dades bentòniques. Test post hoc de Dunn: N.S.=No significatiu: a=significatiu amb p-valor<0.05. En línia verda, representació de les mitjanes obtingudes en cada cas. A la columna de la dreta, representació semi-quantitativa epibentònics dels mateixos índex.

Tal i com mostra la figura 15, els índex de les zones bentònica i epibentònica de Shannon-Wiener, Equitat i IMN semblen indicar un inicial empitjorament de la diversitat que després es veu recuperat, però aquesta tendència no és estadísticament significativa. En canvi, l'índex de Margalef (c), recolzat pel resultat significatiu del test de Dunn, no manifesta eixe patró, sinó que la dinàmica global que representa sembla reflectir un empitjorament d'aquesta diversitat.

3.8.2 Línia 2

A la línia 2, tal i com mostra la figura 16, l'índex de Shannon-Wiener obtingut a partir de les dades recomptades del bentos, manté una comparació a parells associats a Kruskal Wallis entre les cel·les 10 i 11 significativa (a), mentre que en la resta de índex els resultats són no significatius per al test de Dunn, no atorgant-los significativitat estadística.

Tant l'índex de Shannon-Wiener, com l'índex d'equitat i l'índex de Margalef per a les dades bentòniques, presenten un patró semblant en què se li atribueix una major diversitat a la cel·la 10. No obstant, l'IMN situa la cel·la 09 amb el mateix estat ecològic que la 10. En canvi, tots els índex coincideixen mostrant un empitjorament en l'últim compartiment (figura 16).

Per contra, les tendències que semblen presentar els índex epibentònics no s'ajusten a les tendències bentòniques. Així, sols Margalef (c) situa el punt 10 amb una millor diversitat, mentre que l'índex de Shannon-Wiener (a) i el d'equitat (b) assenyalen la cel·la 11 com la de major diversitat. L'IMN (d), per la seua banda, li atorga el pitjor estat ecològic a la cel·la 10 (figura 16).

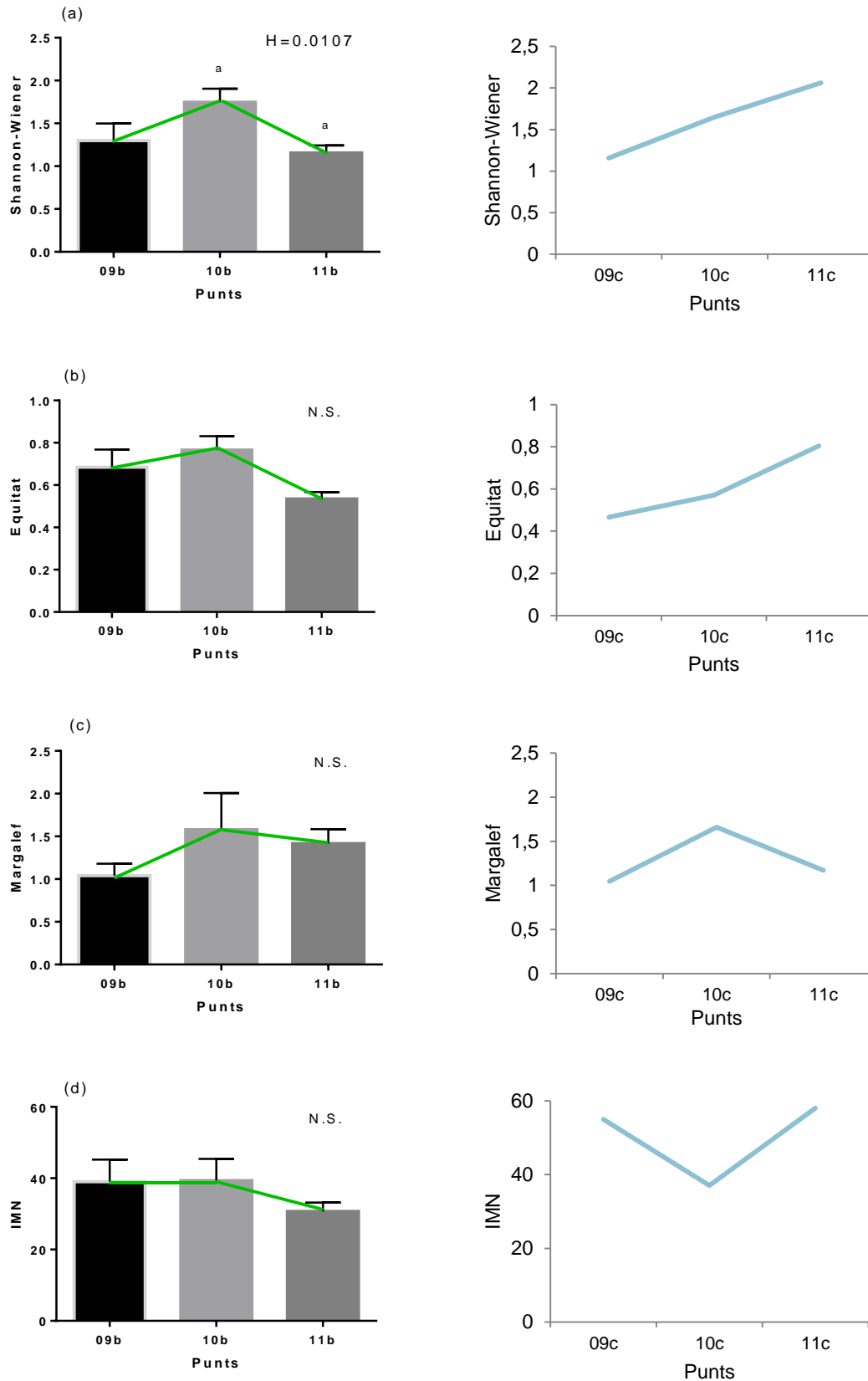


Figura 16. A la columna de l'esquerra, diagrames de caixes per a cada punt de mostreig de la Línia 2, obtinguts en funció dels índex bentònics de Shannon-Wiener (a), d'equitat (b), Margalef(c) i IMN (d). Test post hoc de Dunn: N.S.=No significatiu: a=significatiu amb p-valor<0.05. En línia verda, representació de les mitjanes obtingudes en cada cas. A la columna de la dreta, representació semi-quantitativa dels índex epibentòniques.

3.9 Caracterització de l'estat ecològic de les diferents cel·les a partir de l'IMN

A partir dels resultats obtinguts amb l'Índex del Mode de Nutrició (IMN), es caracteritza l'estat ecològic de cada cel·la amb els rangs que el nomenat índex estableix (taula 3).

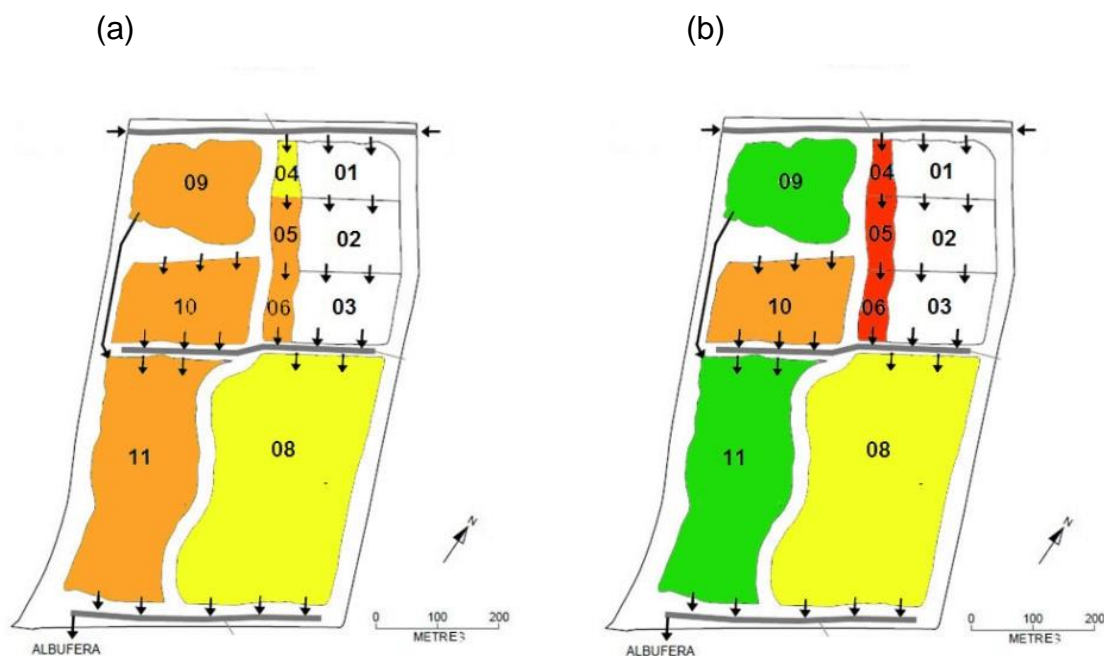


Figura 17. Caracterització de l'estat ecològic amb els rangs colorimètrics de l'IMN a partir de les dades bentòniques (a) i epibentòniques (b).

Segons aquesta caracterització d'estats ecològics, tant en la comunitat bentònica com en l'epibentònica es produeix una millora de l'estat en la línia hidràulica 1 (corresponent a les cel·les consecutives 04, 05, 06 i 08), assolint en la llacuna 08 (la cel·la prèvia a eixir al llac) la classe III de qualitat tròfica (color groc), la qual defineix una xarxa tròfica poc diversificada i un medi estressat (figura 17).

Els resultats de la línia 2 són diferents en funció de la comunitat de macroinvertebrats que s'analitza. Així, segons les dades bentòniques (figura 17 (a)), l'estat ecològic no millora, mantenint-se estable en una xarxa tròfica simplificada, la qual suposa un medi molt estressat. En canvi, la comunitat epibentònica (b) assoleix en les cel·les corresponents a l'ullal i a la llacuna educativa la classe II de qualitat tròfica (color verd), que suposa una xarxa tròfica diversificada, amb un medi amb tendència a l'estrès.

3.10 Relació de les dades bionòmiques amb els paràmetres fisicoquímics

La dinàmica observada no marca un patró clar significatiu de la variació de la comunitat de macroinvertebrats, però els índex sí que semblen mostrar certa tendència de millora a la línia 1. A continuació, l'estudi es centra en la relació entre aquestes comunitats amb les variables ambientals.

Els paràmetres fisicoquímics escollits per a obtenir aquesta relació són l'alcalinitat, conductivitat elèctrica (C.E.), terbolesa, oxigen dissolt (OD), fòsfor total (Ptot) i nitrogen total (Ntot), al considerar-los els més rellevants en relació a la dinàmica de les comunitats, i després d'haver estudiat la correlació de totes les variables.

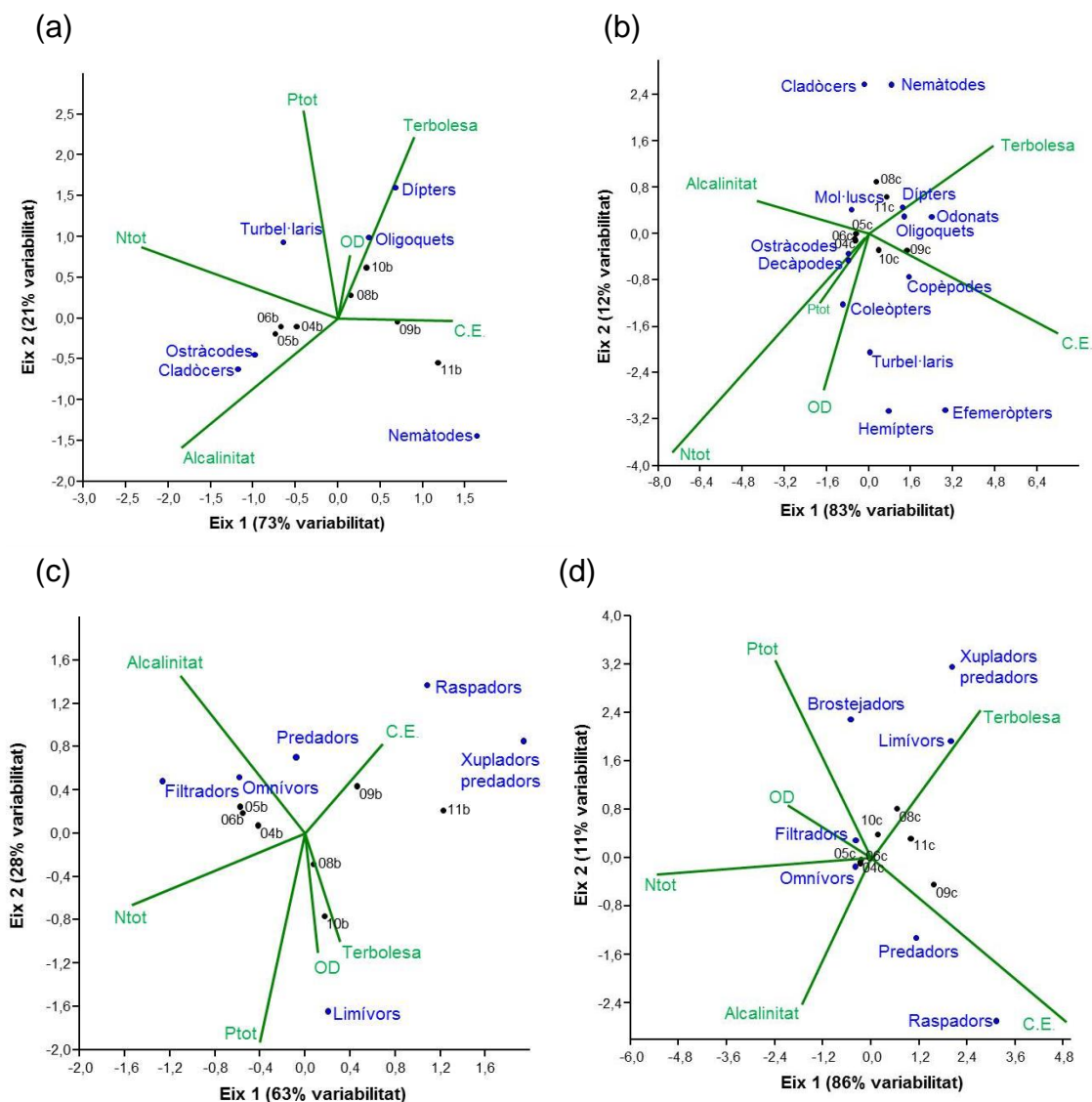


Figura 18. Anàlisi de correspondències canòniques (CCA) que relacionen paràmetres fisicoquímics amb (a) els grups taxonòmics bentònics, (b) els grups taxonòmics epibentònics, (c) els grups tròfics bentònics, (d) els grups tròfics epibentònics.

Els anàlisis de correspondències canòniques de la figura 18 indica canvis considerables en la comunitat de macroinvertebrats quant a la seua relació amb les variables ambientals escollides.

Més detalladament, el gràfic (a) de la figura 18 explica el 94% de la variabilitat total de la comunitat de macroinvertebrats bentònics, classificada per grups taxonòmics. El primer eix manifesta més marcadament l'efecte de la conductivitat elèctrica, l'alcalinitat i el nitrogen total en el 73% de la variabilitat. El CCA mostra l'elevada incidència de la terbolesa de l'ambient en les comunitats de dípters i oligoquets. Per la seua banda, els ostracodes i cladòcers estan més determinats per l'alcalinitat i el nitrogen total.

El gràfic (c) descriu el 91% de la variabilitat de la comunitat bentònica en funció al grup tròfic al que pertanyen. Mostra la incidència de l'oxigen dissolt i la terbolesa en els limívors, i el clar efecte de la conductivitat elèctrica sobre els raspadors. Els omnívors, per la seua banda, presenten dependència de l'alcalinitat i del nitrogen total existent, i els predadors de l'alcalinitat i la conductivitat elèctrica. Els xupladors predadors i els filtradors mantenen un patró menys marcat, depenent de la conductivitat elèctrica els primers, i de l'alcalinitat i nitrogen total els filtradors.

Quant a la variabilitat de la comunitat epibentònica de macroinvertebrats, aquesta és representada en base als grups taxonòmics en un 95% en el gràfic (b) de la figura 18. S'observa clarament l'efecte de la terbolesa sobre els dípters, oligoquets i odonats. També mostra la incidència sobre els ostracodes del nitrogen total, i la d'aquest paràmetre junt al fòsfor total sobre els decàpodes. Els coleòpters es veuen més influenciats per l'oxigen dissolt, també els turbel·laris, mentre que els copèpodes per la conductivitat elèctrica, i els mol·luscs per l'alcalinitat. En canvi, els nematodes, cladòcers, hemípters i efemeròpters no mostren un patró tan clar.

Trobem el 97% de la variabilitat de la mateixa comunitat epibentònica descrita en funció als grups tròfics en el gràfic (d) de la figura 18. Aquest recolza la tendència que s'observava al gràfic (c) d'aquesta mateixa figura, de la influència de l'alcalinitat i el nitrogen total sobre els omnívors, de l'alcalinitat i la conductivitat elèctrica sobre els predadors i els raspadors, i de la terbolesa en els limívors. Per contra, mostra un patró diferent al gràfic (c) respecte als filtradors, atorgant-li una major influència en els

paràmetres de fòsfor total i oxigen dissolt. També mostra l'efecte de la terbolesa sobre els xupladors predadors i el de la quantitat de fòsfor total sobre els brostejadors.

Per últim, cal destacar que tots els gràfics de la figura 18 mostren la semblança entre els punts 04, 05 i 06, corresponents tots tres a la línia hidràulica 1. Així, els paràmetres que més determinen el seu patró són el nitrogen total i l'alcalinitat. Els gràfics no mostren una tan clara semblança amb la resta de les cel·les, tot i que sí que es pot observar com les dues llacunes (cel·les 08 i 11) estan determinades per la terbolesa en el cas de les dades epibentòniques. Pel que fa a la cel·la 09, està fortament influenciada per la conductivitat elèctrica.

3.10 Comparació amb l'arrosser

Per entendre l'aportació a la diversitat que suposen els ambients creats a l'aiguamoll artificial del Tancat de la Pipa front als arrossers (que com s'ha explicat signifiquen la major part del Parc Natural), es comparen diferents índex de diversitat i d'estat ecològic obtinguts en ambdues zones. En aquest cas, s'aporten més índex de diversitat dels treballats fins al moment per tal d'augmentar la informació.

Taula 7. Valors comparatius dels índex bentònics

		Shannon- Wiener	Equitat	Margalef	Simpson	Brillouin	Fisher	IMN
Línia1	04b	1,70	0,68	1,85	0,75	1,60	2,35	45
	05b	1,32	0,55	1,74	0,58	1,21	2,23	37
	06b	1,47	0,61	1,81	0,69	1,34	2,34	36
	08b	1,68	0,77	1,46	0,78	1,59	1,85	40
Línia2	09b	1,34	0,69	1,10	0,69	1,26	1,35	39
	10b	1,83	0,71	2,08	0,77	1,68	2,73	39
	11b	1,19	0,54	1,47	0,53	1,05	1,86	31
Arrosser		0,90	0,50	0,49	0,53	0,89	0,55	27

Taula 8. Valors comparatius dels índex epibentònics

		Shannon- Wiener	Equitat	Margalef	Simpson	Brillouin	Fisher	IMN
Línia1	04c	0,91	0,32	1,58	0,34	0,91	1,77	24
	05c	1,03	0,37	1,33	0,41	1,03	1,47	22
	06c	0,83	0,29	1,49	0,32	0,82	1,66	21
	08c	1,84	0,68	1,51	0,80	1,83	1,72	56
Línia2	09c	1,16	0,47	1,05	0,55	1,16	1,16	55
	10c	1,65	0,57	1,66	0,71	1,65	1,87	37
	11c	2,07	0,78	1,27	0,84	2,07	1,42	58
Arrosser		2,04	0,77	2,45	0,81	1,77	3,42	46

Com s'observa a la taula 7, els recomptes bentònics de l'arrosser donen pitjors valors en tots els índex i en comparació a totes les cel·les del Tancat de la Pipa.

Per contra, quan els índex s'obtenen a partir de les dades epibentòniques, l'arrosser assoleix valors elevats, superiors en molts cassos a les diferents cel·les de l'aiguamoll (taula 8). Així, tant l'índex de Margalef com el de Fisher atorguen major qualitat a l'arrosser. En els índex de Shannon, Equitat, Simpson i Brillouin el resultat de l'arrosser sols és superat per la llacuna educativa 11 i en alguns casos per la llacuna de reserva 08. L'índex IMN classifica les dues llacunes i l'ullal amb major qualitat que l'arrosser, mantenint-se aquest superior a la resta de les cel·les.

4 Discussió

Al llarg del present treball s'ha realitzat un estudi de la comunitat de macroinvertebrats en un ambient tan peculiar com és el Tancat de la Pipa: un aiguamoll artificial en l'àmbit mediterrani. Al llarg de les anàlisis s'han observat determinades tendències, la comprensió de les quals pot ajudar a establir el funcionament d'aquests ambients.

La divisió de l'estudi en dues línies hidràuliques ha permès observar l'evolució de la comunitat de macroinvertebrats i de les variables ambientals, facilitant així l'establiment de patrons. En aquest sentit, convé recordar que la Línia 1 presenta 3 cel·les consecutives amb funció depuradora (04, 05 i 06) que acaben en la llacuna 08. La línia 2 està composta per la cel·la 10 (alimentada des del canal d'entrada a l'aiguamoll) que va a parar a la llacuna 11, a la qual també li arriba l'escàs efluent de l'ullal 09 (figura 6).

Per poder estudiar l'evolució dels paràmetres fisicoquímics al llarg del Tancat de la Pipa (taula 5), es comparen amb els objectius de qualitat que es marcaren a l'inici de la gestió en 2009 per a l'efluent d'aquest aiguamoll:

Taula 9. Objectius de qualitat en l'efluent del Tancat de la Pipa (Font: Life+ Albufera, 2013)

Paràmetre	Valor màxim
DQO	20 mg/L
SS	10 mg/L
Terbolesa	10 NTU
Ntot	3 mgN/L
Ptot	0.1 mgP/L
Clorofil·la A	5 µg/L

Comparant els valors marcats com a objectius (taula 9) i els valors mesurats en els punts 08 i 11 (punts d'eixida de les dues línies al llac de l'Albufera) (taula 5), observem que sols s'assoleix l'objectiu establert en el nitrogen total, el qual va disminuint conforme avança per les dues línies hidràuliques. En la resta dels paràmetres, les últimes cel·les superen els valors marcats. En la majoria de casos és a la cel·la 08 on més elevades són les dades obtingudes. Tanmateix, al llarg de les cel·les prèvies a la 08 (les cel·les 04, 05 i 06) sí que s'observa un procés depurador al llarg de les quals els valors de dels paràmetres fisicoquímics baixen, per empitjorar

finalment en la cel·la 08 (excepte pel que fa a la clorofil·la a que continua disminuint, tot i que lluny d'assolir el valor desitjat). El marcat ascens dels paràmetres en la llacuna pot vindre donat a què aquesta presenta circumstàncies que alteren la qualitat de l'aigua. Així, tal i com establia la seua funció en el plantejament inicial d'aquest ambient, la llacuna suposa un hàbitat per a moltes aus que troben aliment especialment en els moments en què no ho poden fer als arrossers. La presència d'espècies d'avifauna (com per exemple flamencs) o peixos de grandàries considerables, explicaria l'alteració del medi ja que provoquen la resuspensió dels sediments (la qual cosa permetria entendre el fort augment de la terbolesa i els sòlids suspesos) i suposa una aportació extra de matèria orgànica mitjançant els seus excrements. Per altra banda, la línia hidràulica 2, tot i no permetre observar una evolució depuradora tan clara a causa de la seua dinàmica hidràulica, sí que reflecteix una millora en l'última cel·la (11) respecte a l'anterior (cel·la 10), la qual, com s'ha apuntat anteriorment, rep l'aigua de l'entrada. Per tant, tot i que l'última cel·la no aconsegueix els objectius de qualitat establerts, sí que mostra una millora deguda, probablement, a un procés depurador respecte a la cel·la que rep l'efluent d'entrada.

Si ens fixem en les dades de la distribució per grups taxonòmics també obtenim informació sobre l'estat ecològic del medi. Així, una elevada abundància de dípters i nematodes sol ser indicador d'elevada concentració de nutrients; és a dir, de pitjors nivells d'eutrofització. En ambdós grups d'organismes, la població d'aquests augmenta en la cel·la 08 (figura 10), tot i que la comunitat de nematodes es veu reduïda al seu pas per les 3 cel·les prèvies amb funció depurativa de la línia 1, resultats que recolzen la dinàmica de les variables fisicoquímiques. La línia 2 presenta dades més altes en aquests grups taxonòmics, destacant una elevada abundància de dípters en la cel·la corresponent a l'ullal, i valors elevats dels dos grups en la llacuna 11.

Quant a la distribució poblacional en base a criteris tròfics, grans percentatges de limívors i predadors solen significar pitjors qualitats, mentre que majors proporcions d'omnívors van lligats a una millora. En base a açò, sembla haver una millora al llarg de les cel·les de la línia 1 fins arribar a la llacuna, on les indicacions marquen un empitjorament (figura 11). A la línia 2, la distribució pareix indicar una millor qualitat bentònica en l'ullal, i en la cel·la 10 quan es miren les dades epibentòniques.

Els resultats obtinguts arran de les dades de macroinvertebrats recomptats a la zona bentònica no assenyalen un clar patró de variació de la qualitat: tant l'abundància d'espècies com el nombre de grups taxonòmics disminueix, en canvi els el nombre de grups tròfics, i els índex de Shannon-Wiener, d'Equitat i IMN atorguen una lleugera millora en l'última cel·la de la línia 1, després d'haver sofert un empitjorament inicial (figures 13 i 15). Aquests resultats, però, no gaudeixen de significativitat estadística, excepte en el cas de l'índex de diversitat de Margalef, el qual indica unes pitjors condicions de diversitat en l'última cel·la de dita línia 1. Tanmateix, que l'abundància es veja reduïda mentre que la diversitat augmenta no és inconsistent: en ambients alterats disminueix la diversitat, però es pot donar que el nombre individus totals siga major, però pertanyents sols a un grup o pocs grups. Així mateix, treballar amb el nombre de grups taxonòmics també pot emascarar informació ja que pot augmentar la diversitat d'espècies dins de cada grup, però açò no té perquè vore's reflectit en el resultat de nombre de grups.

Si ens fixem en la línia 2, les anàlisis bentòniques mostren un empitjorament en l'última cel·la, la 11. Tanmateix, en el cas dels índex epibentònics (figura 16), la tendència no es veu del tot recolzada ja que, a excepció de Margalef, tots tendeixen a indicar una millora en la llacuna.

En tots els casos, les dades de la columna d'aigua suposen millors resultats que les del bentos. Açò pot ser a causa, en part, de què la mostra epibentònica es recull mostrejant per les zones de la cel·la on potencialment hi ha més individus. Per tant, aquestes mostres presenten un fort biaix. Aquesta diferència també pot vindre donada perquè l'aigua reflexe més ràpidament els canvis en la qualitat.

Malgrat que els resultats no ens determinen un patró ferm i estadísticament significatiu, la comparació amb l'arrosser, al qual tots els índex de diversitat coincideixen atorgant-li pitjors valors bentònics (taula 7), sembla indicar que l'aiguamoll artificial creat al Tancat de la Pipa suposa un enclavament que permet una millor evolució de la població de macroinvertebrats bentònics. Açò pot ser degut, probablement, als cicles d'inundació i assecament que sofreix l'arrosser, els quals determinen unes condicions ambientals canviant en el temps que no permeten l'avanç de la successió ecològica de la comunitat existent, mentre que a l'aiguamoll del Tancat de la Pipa gaudiria d'un estat successional més avançat i complex ja que

presenta un ambient més estable. D'altra banda, també la circulació de l'aigua que es produeix a les cel·les de l'aiguamoll pot ser responsable de l'afavoriment de les condicions en el tancat al suposar-hi una millor oxigenació.

Per contra, si es compara amb les índex obtinguts a partir de les dades de la columna d'aigua (taula 8), aquests són més elevats en el cas de l'arrosser. Açò pot ser degut a què la mostra de l'arrosser no s'ha obtingut de la mateixa manera que la del tancat, per tota la columna d'aigua, sinó que s'ha pres associada al fons degut a la manca de plantes emergents de l'àrea. La vegetació submergida que es desenvolupa a l'arrosser podria albergar major biodiversitat, i per tant els resultats de la comparació d'aquestes dades no és ajustada. A més, la comunitat epibentònica probablement es veu menys influenciada pels cicles d'inundació i assecament dels arrossers a causa de la dinàmica de mescla de l'aigua, motiu que pot causar que la colonització en aquest ambient siga més lenta i per tant no es produeixen tantes diferències en la ocupació assolida pels organismes.

Amb tot, no es pot establir un patró clar d'evolució. Per una banda, les dades fisicoquímiques mostren, en molts casos, una millora de la qualitat de l'aigua al llarg de les cel·les amb funció depuradora 04, 05 i 06 de la primera línia, que torna a empitjorar a l'entrar a la llacuna 08. Açò es veu recolzat per l'anàlisi dels grups taxonòmics i tròfics que presenta. No obstant això, els índex de diversitat i d'estat ecològic, així com les dades d'abundàncies, no mostren la mateixa tendència, plasman un empitjorament de la maduresa de les poblacions al llarg de les primeres cel·les, que finalment sembla recuperar-se a l'última cel·la de la línia hidràulica.

De la mateixa manera, els paràmetres ambientals també semblen mostrar una millora al llarg de la línia 2, presentant pitjors condicions en la cel·la d'entrada, tendència que també semblen plasmar els índex epibentònics (excepte l'índex de diversitat de Margalef), però no els bentònics. Aquests darrers atorguen una millor diversitat a la cel·la 10.

Així doncs, els resultats ens donen indicacions dels successos que s'hi produeixen, però sense permetre establir una tendència definida clara. Aquesta falta de patró pot ser deguda a la manca de temporalitat en les dades. De fet, els valors

epibentònics sí que semblen presentar una tendència més aproximada al que els valors fisicoquímics mostren, i pot ser degut a què els organismes de la columna d'aigua responen més ràpidament als canvis en les condicions de l'aigua. Per tant, un seguiment temporal de les comunitats de macroinvertebrats del Tancat de la Pipa ajudarà a esclarir els processos i evolució que s'hi produeixen.

Pel que fa a la relació entre els paràmetres fisicoquímics i les dades bionòmiques (figura 18), aquestes sí que semblen assenyalar dependències i preferències més o menys clares de diferents grups d'individus respecte a les condicions ambientals establertes. Aquestes dades resulten interessants ja que aporten informació que ajuda a completar el coneixement sobre els requeriments ecològics dels grups de macroinvertebrats. Amb majors dades de més aiguamolls i major amplitud temporal, aquestes tendències es podran constatar.

5 Conclusions

En el present estudi s'ha pretès, partint de la caracterització de la comunitat de macroinvertebrats en l'aiguamoll artificial del Tancat de la Pipa, tractar d'aportar informació que ajude a comprendre els processos que al llarg d'aquest aiguamoll s'hi produeixen. Açò ha de contribuir a poder millorar la gestió de l'enclavament, amb la finalitat d'assolir els objectius de millora de qualitat de l'aigua i d'afavoriment del desenvolupament de la biodiversitat al Parc Natural de l'Albufera de València. Açò, per tant, suposa fer passos endavant en el compliment de les Directives Marc de l'Aigua, Hàbitats i Aus.

La caracterització de la comunitat de macroinvertebrats realitzada, i el posterior anàlisi d'aquestes dades des de diferents punts de vista (taxonòmics i en funció al mode de nutrició) i tenint en compte el procés depurador, ha permès establir una sèrie de tendències en les dinàmiques ecològiques de la comunitat de macroinvertebrats en aquest ambient. A més, la posterior obtenció de la relació que presenten aquests organismes aquàtics amb les variables ambientals aporta una sèrie de directrius, l'aprofundització de les quals poden esclarèixer encara més aquestes dinàmiques ecològiques.

Quant als resultats de les anàlisis realitzades per tal de determinar la variabilitat de la diversitat i l'estat ecològic al llarg de l'aiguamoll, resulten més interessants les dades obtingudes a partir de les mostres epibentòniques ja que semblen respondre més ràpidament a l'evolució de la qualitat de l'aigua, i per tant la informació que generen és més ajustada. Aquesta, tot i no ser determinant, atorga una millora de la biodiversitat i l'estat ecològic al llarg de les línies hidràuliques.

Per últim, la comparació de la comunitat establerta a l'aiguamoll front a la de l'arrosser ha facilitat la comprensió de la situació de l'estat ecològic en el Tancat de la Pipa front a la manca d'amplitud temporal de les dades. En aquest cas, la possible resposta més lenta dels macroinvertebrats bentònics és la que atorga més significativitat a la comparació. Així, mostra un clar benefici de la gestió hídrica del tancat sobre la comunitat bentònica.

En definitiva, tot i que aquest treball no permet explicar les relacions d'una manera determinant, sí que evidencia certes tendències i contribueix a l'enteniment del funcionament dels processos que s'hi donen a l'aiguamoll artificial del Tancat de la

Pipa. Alhora obri la necessitat de noves línies d'investigació. En aquest sentit, permet vore l'interès de realitzar estudis des de perspectives diferents, com podria ser la relació entre els macroinvertebrats i la biodiversitat de les aus, que ens permetria entendre la importància que suposa com a nínxol de biodiversitat un sistema tan peculiar com un aiguamoll artificial en el context de l'Albufera de València.

6 Bibliografia

- AGRESTI, A. (1990). *Categorical Data Analysis*. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- AJUNTAMENT DE VALÈNCIA. < <http://www.valencies.es/albufera> > [Consulta: 19 d'agost de 2015]
- ALBA-TERCEDOR, J. (1996). "Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos" en *IV Simposio del Agua en Andalucía (SIAGA)*. Almería: 203-213.
- ALONSO, M. (1996) "Fauna Ibérica. Vol 7. Crustacea Branchiopoda" Madrid.
- BALZARINI M.G., GONZALEZ L., TABLADA M., CASANOVES F., DI RIENZO J.A. i ROBLEDO C.W. (2008). *Manual del Usuario*, Editorial Brujas, Córdoba, Argentina.
- CIFRES GIMÉNEZ, E., MONDRÍA GARCÍA, M., i JUAN FERRUSES, F. Actuaciones del programa A.G.U.A. para el desarrollo sostenible de l'Albufera de Valencia. <http://www.ciccp.es/biblio_digital/lcitema_III/congreso/pdf/010508.pdf>
- CONFEDERACIÓ HIDROGRÀFICA DEL XÚQUER. <<http://www.chj.es/es-es/medioambiente/albufera/Paginas/PresentacionAlbufera.aspx>> [Consulta: 20 de juliol de 2015]
- CONSELLERIA D'HABITATGE, OBRES PÚBLIQUES I VERTEBRACIÓ DEL TERRITORI. <<http://www.citma.gva.es>> [Consulta: 10 de juny de 2015]
- D.O.C.E. 2000. Directiva 2000/60/CE del Parlament Europeu i del Consell de 23 d'octubre de 2000 per la que s'estableix un marc comunitari d'actuació en l'àmbit de la política d'aigües. D.O.C.E. L 327 de 22.12.00. 69 pp.
- D.O.C.E. 1992. Directiva 92/43/CEE del Consell de 21 de maig de 1992 relativa a la conservació dels hàbitats naturals i de fauna i flora silvestres. D.O.C.E. L 206 de 22.7.1992, 7pp.
- D.O.U.E. 2009. Directiva 2009/147/CE del Parlament Europeu i del Consell de 30 de novembre de 2009 relativa a la conservació de les aus silvestres. D.O.U.E. L 207 de 26.1.2010
- FERNANDES MARTINS, M. J., VANDEKERKHOVE, J., MEZQUITA, F., SHMIT, O., RUEDA, J., ROSSETTI, G. i NAMIOTKO T. (2009). "Dynamics of sexual and parthenogenetic populations of *Eucypris virens* (Crustacea: Ostracoda) in three temporary ponds". *Hydrobiologia*.
- GraphPad Prism User Guide. <<http://www.graphpad.com/guides/prism/6/user-guide/>> [Consulta: 10 d'agost de 2015]
- HAMMER, Ø., D. A. T. HARPER & P. D. RYAN. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4 (1): 9.

- HAMMER, Ø. (2015). PAST: Paleontological statistics version 3.08. *Reference manual*. Natural History Museum.
- LEGENDRE, P. i L. LEGENDRE. (1998). *Numerical ecology*, 2nd English edition. Elsevier Science BV, Amsterdam. xv + 853 pp.
- LIFE ALBUFERA <<http://www.lifealbufera.org>> [Consulta: 5 de març de 2015]
- LIFE ALBUFERA. (2015). Informe del primer año de resultados de la monitorización del impacto de la gestión sobre la calidad del agua y sedimentos. ACCIÓN C1.
- LIFE+ ALBUFERA. (2013). Informe de estado inicial y evolución de los Humedales Artificiales del Tancat de la Pipa, del Tancat de Mília y del Tancat de l'Ílla.
- Manual del usuario de SPSS Statistics Base 17.0 <<http://web.udl.es/Biomath/Bioestadística/SPSS/v17/SPSS%20Statistics%20Base%20User's%20Guide%202017.0.pdf>> [Consulta: 10 d'agost de 2015]
- MARGALEF, R. (1986). *Ecología*. Ed. Omega. Barcelona.
- MIGUEL, C. “Los humedales artificiales.” En: iAgua <<http://www.iagua.es/blogs/carolina-miguel/los-humedales-artificiales-componentes-y-tipos>> [Consulta: 11 d'abril de 2015]
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. (2005). “Memoria del Proyecto de recuperación de espacios y actuaciones de gestión hídrica en la desembocadura del Poyo”. Confederació hidrogràfica del Xúquer.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. (2004). “Proyecto de restitución y adaptación de cauces naturales de los barrancos Poyo, Torrente, Chiva y Pozalet (València)”. Confederació hidrogràfica del Xúquer.
- MORENO, C.E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
- OLIVER RAJADEL, N. (2011). *Análisis de los rendimientos, durante la puesta en marcha, de un sistema de tratamiento basado en humedales artificiales destinado a la recuperación del lago de l'Albufera de Valencia*. Tesina Final de Màster. València: Universitat Politècnica de València.
- OSCOZ, J., D. GALICIA, i R. MIRANDA. (2011). *Identification guide of freshwater macroinvertebrates of Spain*. Springer.
- PRAT, N., RÍOS, B. i ACOSTA, R. “Los macroinvertebrados como indicadores de calidad de las aguas” en Domínguez, E. i Fernández, H. R. *Macroinvertebrados Bentónicos Sudamericanos*. San Miguel de Tucumán, Argentina: en premsa. 2009.

- RUEDA, J., LÓPEZ C. i HERNÁNDEZ R. (2005). Evaluación de los ecosistemas acuáticos a partir del modo de nutrición (IMN) de sus macroinvertebrados. Una adaptación para la educación secundaria. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, (19): 103-114.
- RUEDA SEVILLA, J., i R. HERNÁNDEZ VILLAR. (2008). Caracterización de la estructura trófica de los macroinvertebrados del río Júcar y sus tributarios en la provincia de Albacete mediante la aplicación del índice del modo de nutrición (IMN). *Sabuco: revista de estudios albacetenses*, (6): 53-70.
- SACCÒ, M. (2014). Optimización de la metodología de muestreo en estudios de macroinvertebrados bentónicos en un campo de arroz del Parque Natural de l'Albufera (Valencia, España). *Limnetica*.
- SHANNON, C.E. (1948). A mathematical theory of communication. *Bell System Technical Journal*, 27: 379–423.
- SHANNON, C.E. & W. WEAVER. (1949). *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press, Urbana.
- TACHET, H., BOURNAUD, M. & RICHOUX. 1987. Introduction à l'étude des invertébrés des eaux douces, systématique élémentaire et aperçu écologique. Université de Lyon. Association Française de Limnologie. 155 pp.
- TACHET, H., P. RICHOUX, M. BOURNEAUD & P. USSEGLIO-POLATERA. 2000. *Invertébrés d'eau douce. Systématique, biologie, écologie*. CNRS Ed. Paris.
- OGANITZACIÓ DE LES NACIONS UNIDES PER A L'EDUCACIÓ, LA CIÈNCIA I LA CULTURA, UNESCO. Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas. Ramsar, 1971.
- VYMAZAL, J. (2006) Removal of nutrients in various types of constructed wetlands. *Sci. Total Environ.*, 380, 48-65 pp.
- VYMAZALI, J. (2001) Types of constructed wetlands for wastewater treatment: their potential for nutrient removal. En: Vymazal J, editor. *Transformations of nutrients in natural and constructed wetlands*. Leiden, The Netherlands: Backhuys Publishers; 1-93 pp.

7 Annexos

ANNEX I

Taula de presència/absència dels taxons trobats amb els grups evolutius als que pertanyen.

	04b	04c	05b	05c	06b	06c	08b	08c	09b	09c	10b	10c	11b	11c
Phylum PLATHELMINTHES														
Classe TURBELLARIA														
Família Typhloplanidae	X	X	X	X	X	X	X				X	X		X
Phylum NEMATODA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Phylum MOLLUSCA														
Classe GASTROPODA														
Ordre PULMONATA														
Família Physidae														
<i>Haitia acuta</i> (Draparnaud, 1805)		X		X		X		X				X		
Phylum ANNELIDA														
Classe OLIGOCHAETA														
Ordre OPISTHOPHORA														
Família Lumbricidae											X	X		
Ordre TUBIFICIDA														
Família Tubificidae	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X
Família Naididae	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Dero digitata</i> (Muller, 1773)	X		X		X		X				X	X	X	X
Phylum ARTHROPODA														
Classe ARACHNIDA														
Ordre PROSTIGMATA														X
Classe BRANCHIOPODA														
Ordre DIPLOSTRACA														
Família Daphniidae														
<i>Daphnia</i> sp.		X		X		X		X		X		X		X
<i>Simocephalus</i> sp.								X						
Família Ilyocryptidae														
<i>Ilyocryptus</i> sp.	X	X	X	X	X	X					X	X		X
Família Macrothricidae														
<i>Macrothrix</i> sp.													X	
Família Eurycercidae	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X
Classe OSTRACODA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Classe MAXILLOPODA														
Ordre HARPACTICOIDA		X		X				X						
Ordre CYCLOPOIDA		X		X		X		X		X		X		X
Classe MALACOSTRACA														
Ordre DECAPODA														
Família Cambaridae														
<i>Procambarus clarkii</i> (Girard, 1852)				X		X		X						
Classe INSECTA														
Ordre ODONATA														
Família Coenagrionidae										X				X
Família Aeschnidae										X				
Ordre EPHEMEROPTERA														
Família Baetidae														
<i>Cloeon</i> sp.										X				
Ordre HEMIPTERA														
Família Corixidae														
Subfamília Corixinae		X				X								
Subfamília														

Micronectinae														
<i>Micronecta scholtzi</i> (Fieber, 1860)										X		X		
Ordre COLEOPTERA														
Família Dytiscidae														
Subfamília Colymbetinae				X		X								
Ordre DIPTERA														
Família Limoniidae									X					
Família Psychodidae		X												
Família Ceratopogonidae														
Subfamília Ceratopogoninae		X										X		
Família Chironomidae														
Subfamília Tanypodinae	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
Subfamília Orthoclaadiinae	X	X		X		X		X	X	X	X	X		X
Subfamília Chironominae	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Chironomus plumosus</i> Gr.	X	X	X		X	X		X	X		X	X		

ANNEX II

Caracterització dels trets emprats per a la identificació dels grups taxonòmics trobats (Tachet, et al., 2000; Alonso, 1996; Oscoz, 2011).

- **Turbel·laris:** platihelminths. Simetria bilateral i no segmentats, amb formes aplanades. La majoria són lliures. Els que són d'aigua dolça solen tindre grandària microscòpica, podent assolir excepcionalment 2 mm.

- **Nematodes:** cucs cilíndrics, filiformes, no segmentats, amb simetria bilateral, no pigmentats. Els d'aigua dolça mesuren entre 0.2 i 8 mm. Generalment són lliures i viuen en tots els ambients aquàtics, associats als estrats superiors del sediment bentònic, especialment on hi ha acumulacions de matèria orgànica, acumulacions algals o arrels de plantes aquàtiques. Algunes espècies son molt tolerants a condicions ambientals extremes.

Sota la lupa es veuen com a cucs menuts, semitransparents i corbats. Si són llargs, són prims i apareixen enrotllats.

- **Gasteròpodes:** mol·luscs univalves asimètrics a causa d'una torsió que afecta a tota la seua anatomia, fins i tot a la closca. Presenten àrea cefàlica, un peu musculós ventral i la closca ventral, la qual desapareix en les espècies més evolucionades. Els individus trobats en aquest treball pertanyen al grup Prosobranchs, caracteritzat per tindre la closca en forma d'espiral cònica o bé en forma de "barret xinés". Quan té forma d'espiral cònica estarà oberta a la dreta o a l'esquerra depenent del grup, tot i que alguns individus la poden tindre a ambdós costats. La cavitat del mantell es converteix en el pulmó amb un orifici únic, el pneumostoma. En els d'aigua dolça, el desenvolupament és de tipus directe. La duració de la vida d'aquests individus és de 9 a 15 mesos, morint després de la reproducció.

Els gasteròpodes d'aigua dolça són fonamentalment herbívors o detritívors, mai predadors, tot i que ocasionalment es poden alimentar d'animals morts. Per altra banda, els seus principals predadors són els peixos, alguns coleòpters, hemípters i alguns dípters, els quals són parasitoides dels pulmonats. També són un hoste intermediari per a certes espècies.

La identificació de les diferents espècies de gasteròpodes es basa en l'estructura de l'aparell genital, i en alguns casos, de la ràdula (estructura de la base de la boca, responsable de raspar l'aliment).

Família Physidae, dins la qual es troba l'espècie que s'ha trobat a aquest estudi *Haitia acuta*, es caracteritza i identifica perquè té la closca enrotllada a l'esquerra, amb tentacles estrets i allargats.

- **Oligoquets**: anèl·lids. Tenen cos allargat, de mida molt variada (des d'1 mm fins als 150 mm), amb simetria bilateral i dividit per segments. Aquests segments, a excepció del primer, tenen 4 feixos de cerres cadascun, un parell als laterals del ventre i l'altre parell als laterals dorsals. La quantitat i la forma de les cerres és molt variable dins de les diferents espècies. En general, els oligoquets es consideren com a indicadors de mala qualitat de l'aigua, a causa de què moltes espècies d'aquests poden viure en aigües molt contaminades amb baix contingut d'oxigen dissolt i taxes elevades de matèria orgànica. Tot i això, aquest grup té un ampli nínxol ecològic i poden estar en moltes qualitats d'aigües diferents. La majoria són detritívors. A la seua vegada, suposen una important font d'aliment per a molts macroinvertebrats i peixos. D'altra banda, els oligoquets aquàtics juguen un paper ecològic molt important pel que fa a la seua implicació en la bioturbació amb el depòsit de sediments que s'acumulen en llacs i corrents.

A continuació es caracteritzen les diferents famílies d'oligoquets que s'han trobat al Tancat de la Pipa en aquest treball.

Família Lumbricidae: Es caracteritzen per la presència de dos feixos de cerres, un cos opac i de diàmetre superior a 2 mm. Presenten un pedrer davant de l'intestí.

Família Tubificidae: sempre tenen més de dos feixos de cerres. De grandària superior a 20 mm, i sense ulls. Les cerres dorsals sempre comencen en el segon segment i són bífides. Mai tenen ulls. Les cerres capil·lars poden estar presents o absents.

Família Naididae: Tenen més de dos feixos de cerres, i en general són més menuts, amb una longitud menor de 2 mm. Els feixos de cerres dorsals es troben

principalment en el segment VI, i excepcionalment es poden trobar en el II, III o V. Les cerres capil·lars poden estar presents o no. Els ulls poden estar presents.

Dins d'aquesta família distingim l'espècie ***Dero digitata***, característica per posseir les brànquies posteriors en una cúpula. Absència d'ulls.

- **Cladòcers**: crustacis. De grandària menor a 1 mm generalment, tot i que alguns poden superar els 3 mm. Transparents: alguns incolors i altres presenten diferents tonalitats o coloracions. El cos és curt i amb pocs segments. La porció cefàlica està recoberta per un escut. La postcefàlica té apèndix toràcics o toracopodis (5 o 6 i amb morfologia molt diversa), acaba en un post abdomen amb dues garres terminals, i està tancada en una closca plegada que forma una única valva. El cap és curt i pot tindre diferents tipus d'escuts on es distingeixen els fòrnix laterals, el rostre ventral i de vegades estructures dorsals. Tenen un ull compost i sèssil. També pot tindre un ocel. Tenen antènules curtes, tubulars i acabades amb un grup de sedes. Les antenes tenen sedes i estan molt desenvolupades. Mandíbules asimètriques i sense palp i maxil·les reduïdes o absents. La superfície de la closca pot ser llisa o amb crestes i estries, tret que s'empra per a la identificació taxonòmica en grups inferiors. La closca presenta sedes i dentículs en el marge. Quan hi ha reproducció gamogenètica, es pot observar l'efipi (estoig on s'emmagatzemen els ous de resistència). La porció posterior als toracopodis és molt curta i està corbada ventralment. Presenta expansions en el marge dorsal, processos abdominals i dues sedes abdominals. El postabdomen (que va des de les sedes abdominals fins a la base de la garra) té dentículs i espínules, i en ell s'obri l'anús. La garra és rígida i acabada en punta.

La **família Daphniidae** conté el cos comprimit i l'escut cefàlic té fòrnix ben desenvolupats. Tenen 5 parells de toracopodis. El postabdomen presenta obertura anal en posició subdistal amb denticles anals aïllats generalment. La garra té 3 péctens i els efipis poden tindre 1 o 2 ous.

Dins d'aquesta família s'han trobat individus del gènere ***Daphnia*** els quals tenen el cos comprimit lateralment i amb un contorn general ovalat. L'escut cefàlic és gran, el rostre curt i la vesícula òptica està ben desenvolupada. Les antènules són immòbils. La closca presenta els contorns dorsal i ventral corbats, amb el marge ventral amb denticles. Acaba amb una espina més o menys llarga.

També dins dels Daphniidae s'han identificat individus pertanyents al grup ***Simocephalus***. Aquests són d'elevada grandària i tenen el cos allargat i ovalat. Posició posterior triangular i depressió cervical pronunciada amb 3 porus cefàlics transversals. L'escut cefàlic és menut en comparació amb la resta del cos. Rostre amb un porus xicotet central. Seda de les antènules inserta sobre una protuberància. Closca globosa amb la superfície surcada per crestes transversals i amb el marge posterior arquejat amb denticles en la meitat posterior. La porció anterior presenta una sèrie submarginal de sedes molt curtes, mentre que la ventral sedes llargues i plomoses dirigides transversalment. El postabdomen és aproximadament 1,5 voltes més llarg que ample i conté molt prominent el marge dorsal amb l'angle preanal. La part anar és molt còncava i conté denticles anals creixents. La garra és molt allargada i té 3 péctens. Pot presentar efipi, el qual serà triangular i amb un sol ou.

La **família Ilyocryptidae** conté fòrnix molt desenvolupats, formant un escut cefàlic triangular. Les antènules presenten dues articulacions. La closca presenta sedes posteriors arrissades de sètules. El primer toracopodi és reduït i sols té 4 sedes. El postabdomen conté armadura laterodorsal amb denticles laterals molt desenvolupats i sedes abdominals 1,5 vegades més llargues que el postabdomen. La garra és molt allargada i té dos denticles bassals.

La **família Macrotrichidae** també es troba present a les mostres del Tancat de la Pipa. En aquest cas, els individus tenen el cos comprimit lateralment i el seu contorn és ovalat o arrodonit. Presenten antènules molt allargades i mòbils. El rostre és curt i amb poc desenvolupament de la quilla de labre. La closca està poc quitinitzada i és transparent, sense ornaments, amb sedes llargues i fortes generalment. Tenen 5 o 6 parells de toracopodis. Presenten un postabdomen molt desenvolupat. La part preanal és convexa i el marge dorsal conté denticles o espines. L'efipi es diferencia poc, i el nombre d'ous que pot tindre és variable. Els organismes que s'han trobat dins d'aquesta família pertanyen al gènere ***Macrothrix***, el qual conté l'ull molt més gran que l'ocel i la closca té el dors amb quilles. El marge ventral presenta espines llargues i curtes alternades. La part preanal és molt més llarga que l'anal, i la garra terminal és molt curta.

La **família Euryceridae** presenta el cos globós o el·líptic, més o menys comprimit lateralment i cobert totalment per una closca i un escut cefàlic. L'escut es prolonga anteriorment formant el rostre que cobreix, al menys parcialment, les

antènules. L'escut també forma els fòrnix, els quals cobreixen les bases de les antenes. En la part posterior conté porus. Les antènules tenen un sol segment i no solen sobrepassar el rostre. Presenten el labre expandit ventralment en una quilla comprimida. La closca està ornamentada generalment per polígons o crestes, i conté l'angle posteroventral diferenciat. El postabdomen es comprimeix lateralment, i té denticles en el marge dorsal amb grups laterals d'espines. L'ocel sempre està present, mentre que l'ull pot faltar. El primer toracopodi presenta un robust ganxo. El postabdomen està reduït. Pot haver efipi, però poc desenvolupat.

- **Ostracodes**: artròpodes. Són un grup de crustacis molt xicotets (generalment entre 0.5 i 3 mm de longitud), amb una closca bivalva càlcica, amb segmentació inaparent o absent. Gran diversitat taxonòmica i ecològica. Els ostracodes no marins tenen 8 parells d'extremitats: antènules, antenes, mandíbules, maxíl·lules, 3 parells de toracòpodes i un ramus caudal. Els òrgans sexuals són complexos, especialment en mascles, però molt útils com a trets taxonòmics. La majoria dels no marins són bentònics, tot i que hi ha excepcions. Les larves creixen mitjançant mudes, passant per 8 estadis larvals abans d'arribar a adults. Els mascles i les femelles són fàcilment diferenciables perquè els ovaris i testicles es poden veure ja que transparenten en l'últim estadi larval.

- **Copèpodes**: artròpodes. Crustacis sense closca i menuts, generalment menors de 6 cm. El seu cos té forma de pera i està dividit en dos. La part anterior, la cefàlica, està dorsalment coberta per un sol escut cefàlic. Conté les antènules, les antenes (multisegmentades), les mandíbules i els maxil·lars. Després presenten 5 somites, l'últim parell de les quals està molt reduït (i té rellevància taxonòmica). La part posterior del cos té 1 somita genital amb potes vestigials, seguides per 3 somites sense potes. Per últim, el tals presenta 2 brànquies caudals on s'obri l'anús. Passa per diferents estats larvaris.

Dins d'aquest grup s'ha identificat individus de l'**ordre Cyclopoida**, els quals tenen la part cefàlica de longitud semblant a la part posterior, però molt més àmplia, la qual cosa li atorga a l'organisme forma de pera. Les antenes són generalment menys curtes que la part anterior.

Els individus de l'**ordre Harpacticoida** mantenen una amplada semblant en les dues parts del cos, i tant les dues antenes com les brànquies caudals són molt curtes.

○ **Decàpodes**: crustacis. Amb nombre de segments fixes. El cos pot estar dividit en tres parts: la part cefàlica, el perèion amb vuit segments que porten 8 parells de pereopodis, i el pleó amb 6 segments que porten 6 parells de pleòpodes. L'armadura cefalotoràtica recobreix completament les bases dels pereopodis i les brànquies situades a la base. Els individus de la família Cambaridae presenten un esperó en la base del segon parell de potes locomotores en els mascles. També tenen una espina dorsal corbada cap a l'interior. En concret, els individus trobats pertanyen a l'espècie ***Procambarus clarkii***, els qual són de coloració de rogenca a gris blavós i mesuren uns 120 mm. La seua armadura cefalotoràtica presenta nombroses espines a ambdós costats del solc cervical.

○ **Odonats**: insectes amb larves exclusivament aquàtiques. Aquestes tenen tonalitats més sòrdides si es comparen amb els adults. La seua característica fonamental és la presència d'una màscara, procedent de la transformació d'un llavi. El cap conté antenes multiarticulades, però amb 7 articulacions com a màxim. Tenen ulls composts ben desenvolupats ja, i els ocells són poc visibles. Les mandíbules presenten un lòbul incisiu amb moltes dents afilades. En l'extrem superior dels palps labials tenen una seda forta o una garra articulada, que pot portar sedes, les quals també en podem trobar a la part dorsal. Les larves tenen els tres segments toràctics igualment desenvolupats. Les potes són relativament llargues. El tars presenta tres articulacions, i acaba amb dues garres. L'abdomen, més curt que en l'adult, porta sovint espines en l'eix mediodorsal i les bores laterals posteriors, l'extremitat de l'abdomen permet diferenciar entre algunes famílies. Els adults tenen sovint el cos, i de vegades també les ales, acolorides.

Són exclusivament predadors i els trobem principalment en aigües estanques, sobretot entre la vegetació o en la superfície dels sediments.

La identificació de les larves, menys estudiada, es basa en la forma de les antenes, del prementó, les antenes, l'abdomen i les làmines branquials.

Entre els individus trobats als punts de mostreig, s'han visualitzat les següents famílies d'odonats:

Família Coenagrionidae, del subordre Zygopteres. Larves allargades, amb abdomen acabat amb tres làmines caudals, molt diferents si es tracta de larves joves o en l'últim estat: en les joves, són allargades i acaben en punta afilada, mentre que

en les de l'últim estat de desenvolupament, acaba arrodonida o amb un pic molt marcat. El prementó no té incisió mitjana de la bora anterior.

Família Aeschnidae, sense làmines branquials, el seu abdomen acaba amb una piràmide anal significativament més llarg que el segment abdominal. El prement, vist de perfil, no està aplanat. Les antenes tenen més de quatre trams, sent el tercer més llarg.

- **Efemeròpters:** de la classe Insecta, amb larves exclusivament aquàtiques. Es caracteritzen per tindre ulls composts, cues multiarticulades, potes amb una sola garra en el tars i brànquies abdominals (al menys en les larves majors) en posició lateral o lateral-dorsal. Les larves duen en el cap un parell d'antenes de longitud variables, tres ocells i ulls composts. Les peces bucals corresponen a un tipus de trituradora primitiva, tanmateix, les mandíbules i els maxil·lars tenen certes adaptacions al seu tipus de vida i alimentació. A excepció d'un grup, els tres segments toràcics són visibles: el protòrax és reduït, el mesotòrax ben desenvolupat i el metatòrax està lleugerament reduït. Aquests dos últims segments és on es troben les ales (generalment dos parells, però en alguns grups el parell posterior ha desaparegut). L'estructura dels tres parells de potes suposa maluc, trocànter, fèmur, tibia i una garra en el tars. L'abdomen està format per 10 articulacions i acaba amb dues cues multiarticulades, i lateralment sempre duu 7 parells de brànquies de forma molt diversa. Els adults, amb durada de vida molt curta (hores o dies), tenen normalment dos parells d'ales situades verticalment per dalt del cos.

A les mostres s'ha trobat la **família Baetidae**, caracteritzada per tindre un cos cilíndric i ulls latero-dorsals. Les garres són allargades o amb estretament progressiu o relativament curtes, acabant en punta arquejada i aguda. Les antenes són significativament més llargues que el cap. Els individus trobats corresponen a *Cloeon* sp., els quals tenen de 2 a 6 parells de brànquies, de forma redona, amb espines a les bores laterals dels segments abdominals del 5 al 9.

Hemípters: pertanyents a la classe Insecta. Es caracteritzen perquè tenen les peces bucals modificades formant una estructura anomenada rostre, en forma de bec i adaptada a perforar i succionar líquids. Està compost pel llavi en forma de tub, segmentat o no, dins del qual es troben els maxil·lars i les mandíbules transformades en estilets.

Els hemípters es divideixen en dos subordres: els homòpters i els heteròpters. A aquest estudi s'ha trobat individus del darrer grup, sobre el qual es centra l'explicació taxonòmica.

Tant les larves com els adults tenen ulls composts, i antenes amb 5 articulacions. El rostre sorgeix de la part anterior del cap, i el llavi té quatre segments. Al protòrax, l'esclerit dorsal (placa exoesquelètica o pronot) és gran, i el mesotòrax, que presenta una peça triangular, està més desenvolupat que el metatòrax. El tars d'un adult comprèn d'una a tres articulacions, mentre que les larves sols un sempre. Tenen una o dues garres. Quan tenen les ales normalment desenvolupades, les anteriors presenten una part proximal esclerificada (característic d'aquest grup d'insectes) i una part distal membranosa, i es pleguen a l'abdomen; i les ales posteriors són membranoses. Però pot haver polimorfisme alar, amb individus amb les ales parcialment en regressió, assemblant-se així a les ales de les larves. Es poden diferenciar entre els mascles i les femelles fixant-se en l'abdomen el qual, en la família Corixidae, és fortament asimètric en el cas dels mascles i simètric en el de les femelles.

Aquells que pertanyen a l'infraordre Nepomorpha, dins del qual es troba la família Corixidae, són hemípters estrictament aquàtics tant les larves com els adults, tot i que alguns adults poden abandonar temporalment el medi aquàtic. Majoritàriament són predadors, excepte alguns gèneres de la família Corixidae que són detritívors o consumidors d'algues microscòpiques.

La **família Corixidae** són de forma oval, allargats i aplanats. Es caracteritzen per la presència d'un rostre curt, triangular i amb un únic segment. Dins d'aquest grup s'ha identificat membres de les següents subfamílies:

Subfamília Micronectinae, molt menuts (com a màxim 3 mm), amb l'escutel visible i les antenes amb 3 articulacions.

Subfamília Corixinae, amb l'escutel amagat en el pronot, el qual té línies transversals. Les seues antenes tenen 4 articulacions. El rostre té surcs transversals.

- **Coleòpters:** insectes caracteritzats per la presència en els adults d'un primer parell d'ales transformades en èlitres, enduriment a causa de l'esclerotització que forma una cuirassa que protegeix la part posterior del tòrax. Els aquàtics es

classifiquen en 3 subordres: Adepfaga, Polyphaga i Myxophaga. La majoria de les larves són caminants, tot i que hi ha que són nadadores i també se'n poden trobar als primers centímetres dels sediments. Els adults, sent les principals responsables de la dispersió a llargues distàncies fent ús del vol, són majoritàriament caminants, havent-ne també nadadores. Les nimfes són sempre terrestres.

Les larves dels coleòpters són molt variades, podent mesurar des d'1 mm fins a 6 cm, però totes tenen el cap ben diferenciat i constituït per una càpsula cefàlica esclerificada. Els ulls estan formats per xicotets ocells, tot i que algunes espècies no en presenten. Les antenes són de mida variable, però normalment tenen 4 segments que es poden subdividir. Sempre tenen palps maxil·lars multiarticulats. Tenen el protòrax lleugerament més desenvolupat que la resta dels segments del tòrax. Quasi totes tenen 3 parells potes toràciques de morfologia semblant. La quantitat d'articles de les potes permet diferenciar el subgrup Adepfaga, el qual en té 5, mentre que la resta de subgrups aquàtics 4. Per la seua banda, l'abdomen de les larves comprèn entre 8 i 10 segments visibles. Poden tindre brànquies dorsals i/o laterals. L'extremitat de l'abdomen presenta variacions importants entre les diferents famílies. Els adults, de grandària variada (des d'1 mm fins 4 cm) sempre tenen els èlitres que cobreixen, generalment, tot l'abdomen. La seua càpsula cefàlica és rígida. Al dors del cap, tenen les antenes, les quals varien en forma i nombre d'articulacions. Els ulls són composts. Les peces bucals són trituradores. Pel que fa al tòrax dels adults, els seus 3 segments presenten diferent desenvolupament a causa de la presència dels èlitres. El protòrax forma una sola peça fusionada, i és independent dels altres 2 segments, que estan units a l'abdomen. Dorsalment, el pronot està ben desenvolupat, i presenta ornamentacions variades que serveixen per a la identificació. El protòrax és visible ventralment. El mesotòrax és el segment més menut, on estan els èlitres que suposen una estructura de protecció. Aquestes estructures també tenen trets ornamentals, que s'empren com a criteris d'identificació. El metatòrax està ben desenvolupat i porta, generalment, un parell d'ales membranoses que serveixen per al vol i en repòs s'amaguen en els èlitres. Les potes tenen, generalment, 2 garres, i en algunes espècies les posteriors estan adaptades a nadar. L'abdomen, compost per 10 segments fonamentalment, no és visible més que els últims segments en alguns casos. També als darreres segments és on es troben els genitals, i l'estructura on es troben els masculins serveixen per a distingir entres espècies.

La majoria passen per 3 estats larvaris, però hi ha que en tenen fins a 6.

Els individus que hem trobat d'aquest ordre pertanyen a la **família Dytiscidae**, la qual pertany al subordre Adephaga. Les larves d'aquest grup són campodeïformes i tenen la mandíbula en forma de tub. Les seues potes estan formades per 5 articulacions i el tars té dues garres. Tan sols es tenen en compte les larves del 3er estadi, ja que en les primeres etapes sols tenen presents les sedes primàries. Els adults tenen el cap incrustat en el pronot. Les seues antenes són filiformes. L'abdomen està dividit en 6 segments ventrals més o menys soldats entre sí, i presenten 6 palps aparents. Les potes posteriors estan adaptades per a nadar. Concretament, els individus comptabilitzats s'han identificat dins de la **subfamília Colymbetinae**, la larva de la qual té el cap arrodonit sense banya frontal, i el seu cos és més o menys allargat. Presenta sedes temporals menudes. Els adults d'aquesta subfamília són de grandària mitjana, tenen l'escut visible, tars normal i ulls amb una osca.

- **Dípters:** ordre d'insectes caracteritzats per presentar un sol parell d'ales, ja que les posteriors s'han reduït formant halteris, estructures que serveixen per a determinar la direcció del vol. La majoria són terrestres, però també existeixen famílies de vida aquàtica, i altres on les larves són aquàtiques.

Les larves es caracteritzen per no tindre potes toràciques articulades. En canvi poden tindre pseudòpodes o altres òrgans de l'aparell locomotor. La càpsula cefàlica està o individualitzada o parcialment esclerificada, sent retràctil en els primers segments toràcics, o està totalment en regressió, sent retràctil també. El cos presenta d'11 a 15 segments, que es poden vore reduïts a causa de fusions secundàries. Els 3 primers correspondran als 3 segments toràcics. Algunes larves presenten sols estigmes posteriors, altres en tenen també anteriors. Tots els individus dípters que s'han trobat a aquest estudi pertanyen a un subordre anomenat Nematoceres, les larves dels quals tenen les antenes curtes i compostes per 6 segments. Els ulls es redueixen a taques oculars o estan absents. Les nimfes d'aquest subordre són lliures i poden ser aquàtiques i mòbils, aquàtiques i viure al substrat, o terrestres d'ambients humits. Els adults, amb només el parell d'ales anteriors, tenen aparell bucal de tipus xuplador, xuplador-picador o picador. Algunes espècies són predadores d'altres invertebrats terrestres.

Els dípters de larves passen en general per 4 estadis larvaris i presenten gran varietat de règim alimentari, alhora que suposen una important font d'aliment per a altres invertebrats i peixos.

Tots els dípters trobats pertanyen al Subordre Nematoceres, concretament a les següents famílies:

Família Limoniidae: amb el cap generalment més clar i aplanat dorsoventralment que els de la família Tipulidae. Les extremitats de l'abdomen presenten com a màxim 5 lòbuls al voltant de la cúpula respiratòria.

Família Psychodidae: els més menuts, mesurant fins a 8 mm. Els cossos de les larves estan compostats per més de 20 segments a causa d'una segmentació superficial dels segments toràcics i abdominals, i cadascuna d'aquestes subsegmentacions poden portar una placa esclerificada que creua dorsalment o ventral. Els cossos acaben en un sífó respiratori cònic més o menys allargat, que pot estar envoltat per 4 lòbuls de llargària desigual amb sedes hidròfugues. Les nimfes, lliures i curtes, que poden ser aquàtiques o terrestres, presenten banyes respiratòries toràciques allargades i arquejades. Les potes no són més llargues que les baines alars, les quals poden mesurar fins la meitat de la grandària del cos. Tenen espines ventrals i dorsals per la part posterior dels segments abdominals, i dues espines curtes arquejades en l'extrem de l'abdomen.

Família Ceratopogonidae, subfamília Ceratopogoninae: de fins a 15 mm de grandària. Aspecte vermiforme i semblants a una agulla. Els segments són tenen més llargària que amplària. El cap és afilat, generalment esclerificat.

Família Chironomidae: les larves, de fins a 20 mm de grandària, tenen el cos cilíndric amb pseudòpodes protoràcics anals. Presenten antenes pluriarticulades. Sovint tenen premandíbules davant de les mandíbules pròpiament dites. Les nimfes són mòbils i tenen la regió toràcica bombada amb un parell d'òrgans respiratoris, amb forma variada en funció de l'espècie. L'extremitat posterior de l'abdomen presenta un lòbul anal aplastat, que pot tindre o no sedes. Dins d'aquesta família es distingeixen entre 3 subfamílies que s'han visualitzat en els punts de mostreig:

Subfamília Tanypodinae: amb el cap sovint en forma cònica i de color groguenc. Les antenes són retràctils, emmagatzemant-se en una baina dins del cap.

Les mandíbules duen una sola dent apical. Els pedicels preanals esclerotitzats són tres voltes més llarg que amples.

Subfamília Orthoclaadiinae: amb una o dues taques oculars. Si en tenen dues, aquestes mai se superposen. Les larves poden tindre o no plaques parolabials, però si en tenen mai són estriades.

Subfamília Chironominae: amb presència de plaques parolabials estriades. Tenen dues taques oculars superposades. Dins d'aquest grup s'ha identificat a nivell d'espècie ***Chironomus plumosus* Gr.** la qual es caracteritza perquè presenta dos parells de brànquies tubulars ventrals en l'ondéssim segment abdominal, i altre parell en la part posterior del desè.

ANNEX III

Càlcul de l'IMN per al bentos.

(%)	04b			05b			06b			08b			09b			10b			11b		
	b1	b2	b3	b1	b2	b3	b1	b2	b3	b1	b2	b3	b1	b2	b3	b1	b2	b3	b1	b2	b3
Herbívor	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Omnívor	70,4	48,4	19,3	63,9	70,4	62,9	51,0	73,7	67,7	36,5	39,6	10,8	16,8	28,4	17,6	8,4	7,9	23,2	4,4	5,5	2,9
Detritívor	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Predador	1,4	2,2	0,5	0,0	0,6	0,6	0,0	0,3	0,0	0,8	0,5	0,0	0,7	1,9	0,7	0,0	0,0	1,0	0,4	1,2	0,7
Brostejador	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Raspador	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	1,4	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Filtrador	12,9	37,5	24,7	25,6	15,8	17,7	15,0	16,0	21,7	0,0	1,4	4,6	0,0	0,0	0,0	11,0	2,1	4,8	2,2	1,2	0,4
Limívor	12,5	7,7	43,2	10,5	10,3	17,4	33,0	10,1	8,5	30,2	48,9	55,4	11,9	25,2	10,8	69,9	74,1	56,5	21,1	30,5	26,7
Xupladors herbívor	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Xuplador predador	2,9	4,2	12,1	0,0	2,9	1,3	1,0	0,0	2,1	32,5	9,5	29,2	70,6	42,6	69,6	10,7	15,5	14,5	71,8	61,6	69,2

	04b			05b			06b			08b			09b			10b			11b		
	b1	b2	b3	b1	b2	b3	b1	b2	b3	b1	b2	b3	b1	b2	b3	b1	b2	b3	b1	b2	b3
Més de 15%	1	2	3	2	2	3	3	2	2	3	2	2	2	3	2	1	2	2	2	2	2
Més de 14%	1	2	3	2	2	3	3	2	2	3	2	2	2	3	2	1	2	3	2	2	2
Més de 13%	1	2	3	2	2	3	3	2	2	3	2	2	2	3	2	1	2	3	2	2	2
Més de 12%	3	2	4	2	2	3	3	2	2	3	2	2	2	3	2	1	2	3	2	2	2
Més d' 11%	3	2	4	2	2	3	3	2	2	3	2	2	3	3	2	2	2	3	2	2	2
Més de 10%	3	2	4	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	2	3	2	2	2
Més de 9%	3	2	4	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	2	2
Més de 8%	3	2	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	2	3	2	2	2
Més de 7%	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	2	2	2
Més de 6%	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	2	2	2
Més de 5%	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	2	3	2
Més de 4%	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	4	3	4	3	3	2
Més de 3%	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	4	3	4	3	3	2
Més de 2%	4	5	4	3	4	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	4	4	4	4	3	3
Més d' 1%	5	5	4	3	4	4	4	3	4	3	4	4	3	5	4	4	4	4	5	4	3
Més de 0%	5	5	6	3	5	5	4	4	4	4	5	4	4	5	5	4	5	5	5	5	5
Total +	47	48	63	43	47	51	50	44	44	49	45	48	45	52	46	48	44	54	41	42	37

	04b			05b			06b			08b			09b			10b			11b		
	b1	b2	b3	b1	b2	b3	b1	b2	b3	b1	b2	b3	b1	b2	b3	b1	b2	b3	b1	b2	b3
0%	5	5	4	7	5	5	6	6	6	6	5	6	6	5	5	6	5	5	5	5	5
Més de 40%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Més de 45%	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
Més de 50%	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
Més de 60%	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1
Més de 70%	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0
Més de 80%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total -	10	7	5	11	10	9	9	11	10	6	7	9	11	6	9	10	10	8	10	9	9
TOTAL	37	41	58	32	37	42	41	33	34	43	38	39	34	46	37	38	34	46	31	33	28
	45			37			36			40			39			39			31		

ANNEX IV

Càlcul de l'IMN per a l'epibentos:

(%)	04c	05c	06c	08c	09c	10c	11c
Herbívor	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Omnívor	85,8	87,5	88,8	50,6	34,2	68,9	43,2
Detritívor	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Predador	0,8	0,8	0,1	0,5	2,4	0,1	1,2
Brostejador	1,4	3,0	0,4	0,3	0,2	3,4	0,0
Raspador	1,2	2,1	1,9	3,6	35,9	2,2	16,0
Filtrador	6,7	4,8	6,0	7,1	0,0	5,0	5,9
Limívor	3,3	1,3	1,8	19,0	20,7	15,5	20,1
Xupladors herbívor	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Xuplador predador	0,7	0,6	1,0	18,8	6,5	4,9	13,6

	04c	05c	06c	08c	09c	10c	11c
Més de 15%	1	1	1	3	3	2	3
Més de 14%	1	1	1	3	3	2	4
Més de 13%	1	1	1	3	3	2	4
Més de 12%	1	1	1	3	3	2	4
Més d' 11%	1	1	1	3	3	2	4
Més de 10%	1	1	1	3	3	2	4
Més de 9%	1	1	1	3	3	2	4
Més de 8%	1	1	1	3	3	2	4
Més de 7%	1	1	1	4	3	2	4
Més de 6%	2	1	2	4	4	2	4
Més de 5%	2	1	2	4	4	3	4
Més de 4%	2	2	2	4	4	3	4
Més de 3%	3	2	2	5	4	4	4
Més de 2%	3	4	2	5	5	5	4
Més d' 1%	5	5	4	5	5	5	5
Més de 0%	7	7	7	7	6	6	5
Total +	33	31	30	62	59	46	65

	04c	05c	06c	08c	09c	10c	11c
0%	3	3	3	3	4	4	5
Més de 40%	1	1	1	1	0	1	1
Més de 45%	1	1	1	1	0	1	1
Més de 50%	1	1	1	1	0	1	0
Més de 60%	1	1	1	0	0	1	0
Més de 70%	1	1	1	0	0	1	0
Més de 80%	1	1	1	0	0	0	0
Total -	9	9	9	6	4	9	7
TOTAL	24	22	21	56	55	37	58

8 Agraïments

L'autora vol agrair la col·laboració i ajuda prestada per l'Institut d'Enginyeria de l'Aigua IIAMA (UPV) i al biòleg Juan Rueda.

De la mateixa manera, vol mostrar la seua gratitud a Vicent Benedito Durá i Mattia Saccò per la seua implicació i temps dedicat en el desenvolupament d'aquest estudi, així com el bon ambient de treball que amb ells ha gaudit.