



Universitat de Girona

ESTUDI DE LA PROBLEMÀTICA DE TERBOLESA DE L'ESTANY DEL CORTALET

PROJECTE DE FINAL DE CARRERA DE CIÈNCIES AMBIENTALS

Conquiro  Lacus S.L.
Tècnics en serveis Limnològics i Medi Ambient



DANIEL MARÍN CHECA

RAÛL REQUENA PELEGRINA

ANTONIO SERRANO AGUILAR

Estudi de la problemàtica de terbolesa de l'estany del Cortalet. Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà.

El present estudi ha estat tutoritzat per:

Dr. Xavier Quintana de Pou

Dr. Dani Boix Masafret

“Trobareu millors coses en els boscos que no pas en els llibres; els arbres i les roques us ensenyaran allò que cap mestre humà no us pot ensenyar”

Sant Bernat de Claravall, segle XII

Índex

1. Preàmbul	7
2. Agraïments	8
3. Introducció	9
4. Hipòtesi i objectius generals i concrets	12
5. Justificació	14
6. Àrea d'estudi.....	15
6.1. Situació medi Físic	15
6.1.1. AMBIENT PALUSTRE.....	18
6.1.2. TIPUS DE SÒL.....	19
6.1.3. SITUACIÓ DEL MEDI BIÒTIC	20
6.2. Situació socioeconòmica	21
6.3. L'estany del Cortalet	22
7. Metodologia	24
7.1. Disseny experimental	24
7.2. Materials i mètodes.....	26
7.2.1. MATERIAL EMPRAT	26
7.3. Tècniques analítiques de les mostres.....	29
7.3.1. SONDRES	29
7.3.2. PROFUNDITAT	29
7.3.3. TERBOLESA (TURBIDÍMETRE PORTÀTIL)	30
7.3.4. TERBOLESA DISSOLTA (GILVIN A 440 nm).....	30
7.3.5. FOSFATS PO_4^{3-}	31
7.3.6. NITRIT NO_2^-	32
7.3.7. NITRAT NO_3^-	34
7.3.8. AMONI NH_4^+	37
7.3.9. DETERMINACIÓ DE CLOROFIL·LES EN ACETONA 90%	38
7.3.10. SÒLIDS EN SUSPENSÍÓ.....	40
7.3.11. CROMATOGRAFIA IÒNICA.....	41
7.3.12. MATÈRIA ORGÀNICA (TOC).....	43
7.4. Captura de la biota	43
8. Resultats	47
8.1. Efecte enclòs.....	47

8.2. Sòl vegetat (V) vs. sòl sense vegetació (SV).....	48
8.2.1. MOSTREIG DE MACRÒFITS I INVERTEBRATS.....	48
8.2.2. PARÀMETRES OBSERVATS	54
9. Discussió.....	64
9.1. Validació de la hipòtesi	64
9.2. Diferències entre tractament (tancats V <i>versus</i> tancats SV).....	65
9.3. Millores en la gestió de la llacuna del Cortalet.....	66
10. Propostes d'actuació.....	68
11. Conclusions.....	69
12. Bibliografia.....	70
13. Annex.....	72
13.1. Mostreig i característiques.....	72
13.2. Estadístic dels anàlisis	79
13.3. Dades meteorològiques	81

1. Preàmbul

El següent estudi pertany a l'assignatura de projecte que es cursa a la llicenciatura de Ciències Ambientals, cursada entre 2006 i 2010. Es va pensar en realitzar un projecte que fos d'interès social a partir de temes d'últimes tendències. El Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà és un espai d'interès natural que s'ha volgut recuperar a partir de la pressió humana que havia patit fa molts anys. Per tal de poder recuperar aquesta zona, que ha sigut explotada durant molt de temps, el parc necessita la realització periòdica de manteniment, gestió i optimització per tal de poder gestionar els espais lacustres. A partir d'aquesta problemàtica es decideix crear la nostra empresa fictícia per tal de simular una activitat que realitzaria una empresa real. Un cop creada l'empresa, a la qual se li va donar el nom de **Conquiro Lacus, S.L.** especialitzada en serveis limnològics, mitjançant una proposta del Departament de Ciències Ambientals dins la Unitat d'Ecologia, es va posar en marxa el present estudi. Aquest estudi ha estat tutoritzat tècnicament pel Dr. Xavier Quintana de Pou i pel Dr. Dani Boix Masafret i com a tutor docent Senyor Emili Mató i Palou, amb el suport del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà (PNAE) el qual ha acceptat la seva realització per part d'alumnes de la Llicenciatura de Ciències Ambientals.



Figura 1.1: Reineta visualitzada durant el tercer mostreig.

2. Agraïments

Primer de tot voldríem agrair la gran ajuda i implicació dels nostres tutors tècnics, Dr. Dani Boix i Dr. Xavier Quintana, que ens han ajudat amb la realització d'aquest projecte. Cal citar que han estat sempre a disposició nostra, que sempre que hem anat a demanar ajuda han estat per nosaltres, que sempre que hem necessitat qualsevol cosa i sempre que han tingut algun espai poc lliure, encara que tinguessin feina, ens han prioritzat,... Donar gràcies a ambdós tutors pel seu tracte, per la seva amabilitat, per la seva predisposició, per la seva manera d'ensenyar, per la seva amistat i, sobretot, per la seva paciència.

Voldríem donar les gràcies a la Cristina Conchillo i a l'Anita Geiszinger per ensenyar-nos el funcionament de moltes tècniques i aparells de laboratori, per la seva predisposició quan ho hem necessitat i, sobretot, per la seva ajuda.

Creiem important agrair a tota la unitat d'ecologia aquàtica dins el Departament de Ciències Ambientals de la Universitat de Girona per la seva col·laboració i per oferir-nos ajuda en alguns moments, especialment a Stéphanie Gascón - Garcia, Rocío López, Jordi Compte, Jordi Sala i Esther Pérez i l'Albert Ruhí.

També volem agrair als laboratoris LEQUIA per oferir-nos material de recerca per a poder realitzar els nostres mostrejos.

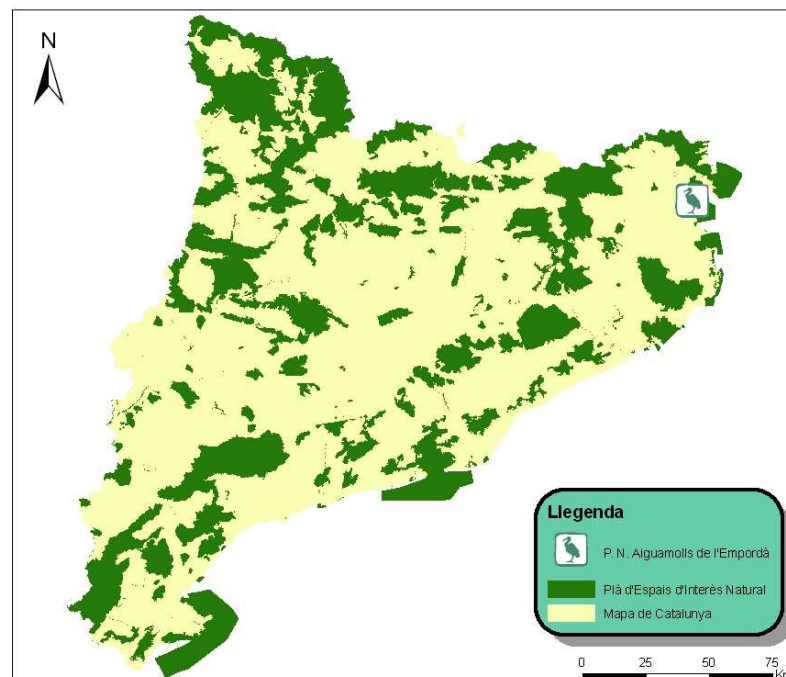
Agrair al Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà haver-nos deixat actuar en les seves instal·lacions per a fer aquest estudi, agrair la col·laboració del personal de manteniment, d'oficines i d'agents rurals del Parc, a l'Òscar, a en Biel i la Ceci. especialment, donant gràcies al Sr. Jordi Pich per l'atenció mostrada durant tot l'estudi.

Finalment, agrair als companys que han fet aquest projecte, per la seva paciència, el seu bon humor constant i la seva dedicació al projecte, i que sense ells no hagués estat possible.

3. Introducció

El **Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà (PNAE)** és un espai natural situat a la part nord-est de la plana de l'Empordà, a l'Alt Empordà. Emplaçat en zona d'influència de les planes fluvials i deltaïques dels rius Fluvià i de la Muga, ha anat patint al llarg dels segles una pressió humana d'usos agrícoles, ramaders i urbanístics força importants fins al punt d'haver estat dessecada gran part de la seva superfície, on abans hi havia grans espais inundats amb una dinàmica natural pròpia i característica.

El PNAE es va crear amb l'objectiu de recuperar l'estat natural de la zona i apropar a la població, tant autòctona com turística, la riquesa natural d'aquest espai, buscant un òptim entre conservació i difusió de valors naturalístics i ambientals.



Mapa 3.1: Ubicació del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà, situat a l'Alt Empordà. Elaboració pròpia a partir de les bases de l'Institut Cartogràfic de Catalunya i de la Generalitat de Catalunya.

Després de tota una sèrie de tasques de recuperació i gestió d'aquest espai, es va crear l' **estany del Cortalet**, una llacuna artificial d'inundació estacional controlada mitjançant el **Reg del Molí** i aigües provinents de l'**E.D.A.R. d'Empuriabrava**, per tal d'apropar al màxim la riquesa faunística d'un espai lacustre, per aquells visitants que no desitjaven o no podien fer una intrusió a fons

dintre aquest espai, i alhora per facilitar i atreure activitats relacionades amb l'educació ambiental.

Des de la seva creació, l'equip de gestió del PNAE de la llacuna, ha detectat un **problema de terbolesa** de les aigües que no permet unes condicions òptimes per un desenvolupament biològic, que implica una disminució de la presència faunística que caracteritza aquest indret.

El sòl de l'Estany del Cortalet és de tipus sòdic. En aquest tipus de sòl, el sodi té una acció dispersant sobre les argiles, i la solubilització de la matèria orgànica afecta les propietats físiques del sòl de manera que fa que els agregats siguin poc estables i el medi esdevingui menys apte per al creixement de les arrels de les plantes (J. Porta et al., 1996).

Donada la naturalesa del medi, existeix un sòl de fàcil desmembració deguda a aquesta acció dispersant del sodi. La vegetació actua com a agent estructurador d'aquest sòl i li dona estabilitat al sediment ja que les arrels són capaces de fixar-lo i mantenir-lo (Universitat de Girona. Dr. L. Bañeras *et al.*).

Segons això, podria ser que l'origen de la terbolesa de l'aigua fos causa d'aquesta acció dispersant del sodi sobre el sediment de l'estany del Cortalet. Si fos aquesta la causa, esperaríem trobar més terbolesa en les zones sense vegetació (SV).

A partir d'aquí es van plantejar dos principals dubtes sobre si l'origen d'aquesta problemàtica era de caire físic i/o biològic ja que també es pot acceptar que hi ha un estrat superficial que s'homogeneïtza per l'acció dels animals que hi viuen en ell. Aquests animals que habiten el bentos, com el cranc roig americà (*Procambarus clarkii*) i la carpa comuna (*Cyprinus carpio*), contribueixen en la bioturbació remonent el sediment (R. Margalef *et al.*).

Per començar a determinar les causes, i donats estudis anteriors, s'ha cregut convenient realitzar el primer estudi sobre el possible pes de les **causes físiques**.

Així doncs, amb l'objectiu de millorar la qualitat de les aigües de l'estany del Cortalet, s'ha dut a terme un assaig experimental **in-situ** de les causes físiques

de la terbolesa de l'aigua, on s'ha tractat d'aïllar una zona amb **vegetació (V)**,
d'una **sense vegetació (SV)**.



Mapa 3.2: Ubicació de l'estany del Cortalet, situat a l'Alt Empordà entre Empuriabrava i Sant Pere Pescador. Elaboració pròpia a partir de l'Institut Cartogràfic de Catalunya.

4. Hipòtesi i objectius generals i concrets

Per conèixer la dinàmica de la llacuna es divideix el sòl vegetat del sòl no vegetat confinat en enclosos. Es divideix d'aquesta manera degut al tipus de sòl ja que es té un sòl sòdic de fàcil desmembració. El sòl vegetat dona consistència al sediment mentre que el sòl no vegetat tendeix a desmembrar-se degut a la seva estructura característica. També, és interessant fer el mostreig i el seguiment fora dels enclosos per tal de poder tenir una mostra representativa del que està succeint amb la terbolesa a la llacuna estudiada.

Es formula com a hipòtesi general que, en el sòl de tipus sòdic de l'estany del Cortalet, el sodi té una acció dispersant sobre les argiles, i la solubilització de la matèria orgànica afecta les propietats físiques del sòl, de manera que fa que els agregats siguin poc estables i el medi esdevingui menys apte per al creixement de les arrels de les plantes (J. Porta et al., 1996).

Donada la naturalesa del medi, existeix un sòl de fàcil desmembració deguda a aquesta acció dispersant del sodi. Si aquesta hipòtesi és certa i esperant un efecte estabilitzador del sediment per part de la vegetació (Universitat de Girona. Dr. L. Bañeras *et al.*), s'esperaria trobar major terbolesa de l'aigua en les zones no vegetades degut a que l'absència de vegetació no fixa el sòl.

L'objectiu general és:

Analitzar les diferències en l'evolució de la terbolesa en zones vegetades i zones de sòl nu, no estructurat, a l'estany del Cortalet.

Determinar si la causa de l'augment de la terbolesa és d'origen físic, causat per la manca d'estructuració del sòl en àrees de sòl nu.

Com a objectius específics aquest estudi té:

- ❖ Trobar **correlacions** entre els diferents paràmetres i l'augment de la terbolesa.
- ❖ Establir si aquestes possibles correlacions poden ser degudes a l'efecte dispersant del sodi en sòls poc estructurats.

- ❖ Veure **l'evolució** en el temps dels diferents paràmetres per a caracteritzar la llacuna.
- ❖ Fer un seguiment en la última part de l'experiment per veure si els canvis que hi ha hagut en la biomassa dels tancats poden tenir alguna relació amb els organismes que hi viuen.
- ❖ Buscar possibles **solucions** a partir dels resultats obtinguts.



Figura 4.1: Fotografia on es poden observar zones vegetades i zones no vegetades.

5. Justificació

Per fer una bona gestió mediambiental d'un Parc Natural, cal fer estudis com aquests per millorar la qualitat del sistemes naturals. Donada la necessitat del PNAE de proporcionar a la demanda turística un espai a prop del mateix centre d'informació i acollida del Cortalet, es va crear un **estany artificial** simulant un estany amb característiques naturals com els que hi ha a la zona. La intenció d'aquest estany és apropar al màxim aquest espai a l'afluència turística permetent la tranquil·litat que requereix un espai com aquest per la flora i la fauna. Degut a la dificultat que la creació d'aquesta llacuna ha comportat i encara comporta i, concretament, donat el problema de terbolesa que existeix, es veu l'oportunitat de fer aquest projecte per optimitzar i garantir al llarg del temps el bon estat d'aquesta llacuna semi-natural.

Si s'afirma la nostra hipòtesi s'hauria d'aplicar una gestió facilitant la proliferació de les zones vegetades. En qualsevol cas, el present estudi pot servir per realitzar futurs assajos experimentals i concretar amb més detall la causa del problema i aplicar una gestió adequada. També per conèixer una mica millor el funcionament i l'estat de la llacuna.

La millora de qualitat d'un espai natural com és el PNAE, per tant, encaixa perfectament amb els nostres objectius personals i aspiracions professionals, tant a nivell d'aprenentatge i experiència, com a nivell d'oferir un servei de qualitat que permeti millorar la qualitat de vida de la nostra societat, on creiem alhora que un bon estat del medi natural i el paisatge, és fonamental.

En un principi la nostra idea de projecte no apuntava cap aquesta línia. Pensàvem que donada la gran quantitat d'iniciatives per tractar aquestes temàtiques, seria gairebé impossible trobar una oportunitat de realitzar una tasca al camp tan enriquidora i estimulante dintre de les comarques gironines.

6. Àrea d'estudi

A continuació es fa una descripció del medi físic on s'emplaça, de menys a més detall.

6.1. Situació medi Físic

El Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà (Alt Empordà) està situat a la **Plana de l'Alt Empordà**, dintre la **depressió de l'Empordà**, considerada aquesta última clàssicament d'origen tectònic i que es correspon amb un gran compartiment enfonsat en diferents blocs per l'acció de falles importants. La seva formació seria deguda a un règim tectònic que va començar a actuar des de començaments del Neogen (terciari Superior fa uns 25 milions d'anys) fins l'actualitat. La zona deprimida està omplerta per formacions neògenes i quaternàries que cobreixen els materials més antics i les fractures que l'han formada. Com a element particular i característic trobem el massís del Montgrí, que divideix la plana Empordanesa en les unitat de l'Alt Empordà i la del Baix Empordà.

Al nord de la plana del l'Alt Empordà, delimitada per la serra de Rodes-Pení, trobem esquists, resultants de roques sedimentàries detrítiques de tamany fi (sorres i argiles), de l'Era Primària, afectades per un metamorfisme de baixa pressió. Per altra banda trobem els gneissos de Roses i de Rodes, que deriven de roques plutòniques de composició granodiorítica.

Al sud trobem materials que formaven part de la conca sedimentària pirinenca, que amb l'orogènia alpina haurien relliscat cap al sud donada la plasticitat dels sediments (argiles i guixos) subflorants mesozoics, la qual dona lloc a una escata de corriment formada per calcàries generalment massives intercanviades en alguns punts amb margo-calcàries.

Cap a l'interior trobem la serrà de Valldevià on afloren argiles vermelles, amb nivells d conglomerats i gresos (Eocè superior) a les parts altes. A les parts més baixes trobem materials més recents del Neogen. La unió es fa amb la plana mitjançant una formació quaternària al·luvial-col·luvial, formada per graves i sorres comentades. Entre la serra de Valldevià i el Montgrí trobem l'anomenat

"Corredor d'Albons", franja divisòria entre la plana de l'Alt Empordà i la plana del Baix Empordà.

A l'oest trobem els menuts relleus del Neogen que conformen la unitat geogràfica anomenada Terraprim d'Empordà". A les parts més superficials trobaríem dipòsits marins costaners amb argiles una mica margoses, sorrenques i abundants fòssils, coberts en gran part per sorrenques i conglomerats ben cimentats que correspondrien a una zona de transició marina-continental.

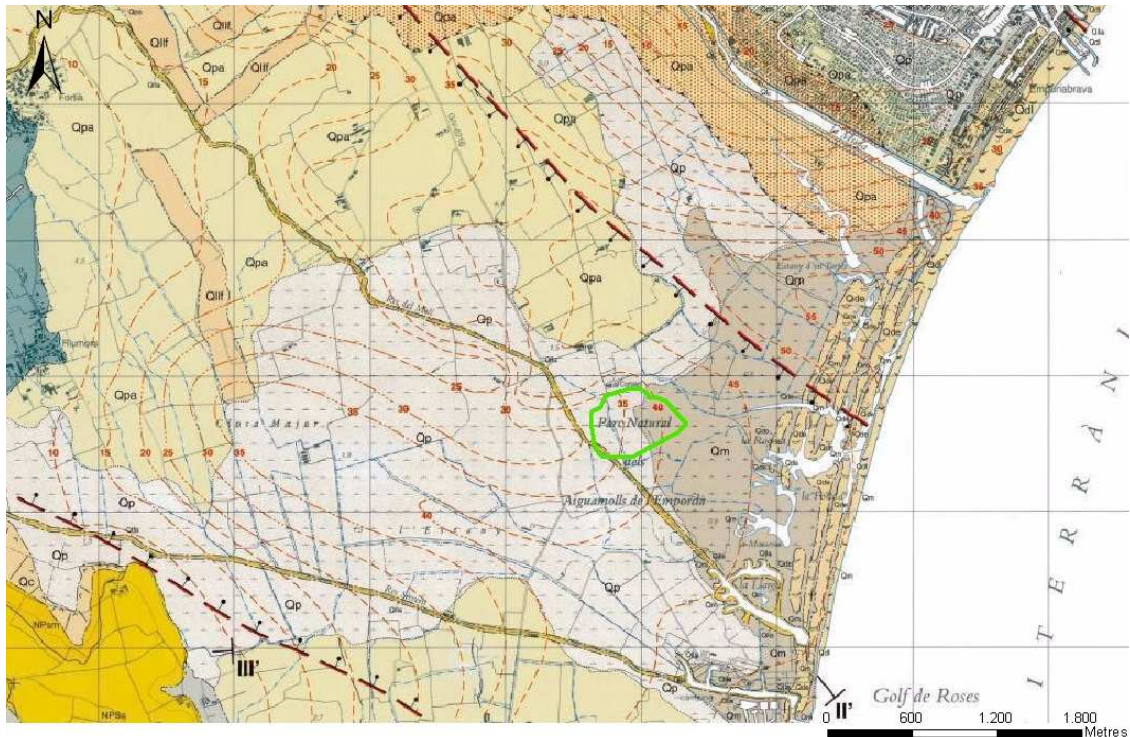


Figura 6.1: Mapa geològic de la zona del PNAE. Elaboració pròpia a partir de l'Institut Geològic de Catalunya.

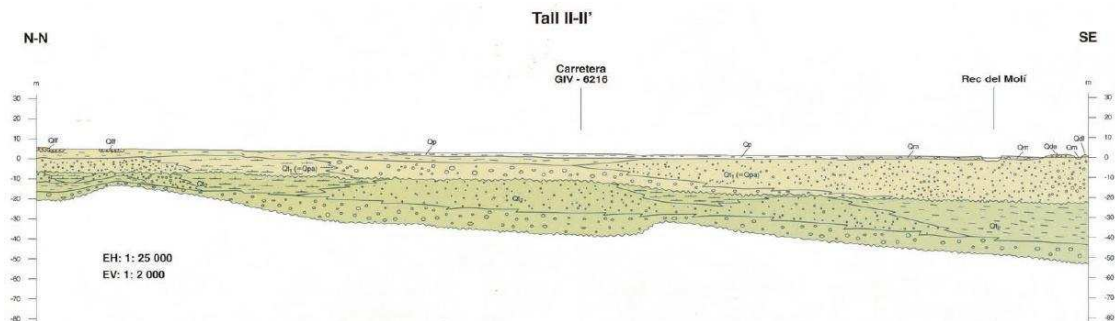


Figura 6.2: Tall geològic de la zona del PNAE. Institut Geològic de Catalunya.



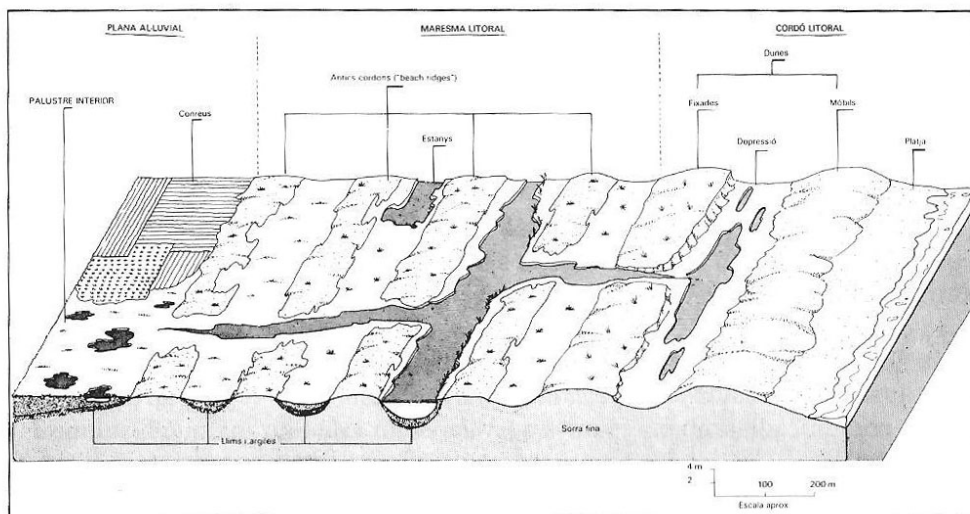
Figura 6.3: Llegenda del mapa geològic (Figura 6.1) i del tall geològic (Figura 6.2). Institut Geològic de Catalunya.

Avui en dia trobem una distribució de materials (fàcies) a la zona continua activa, fruit de la interacció entre els aports fluvials i la dinàmica marina, formant ambients o subambients sedimentaris recognoscibles sota l'acció antròpica, i que conformen una **plana deltaica**, just on se situen les zones humides i el PNAE.

6.1.1. AMBIENT PALUSTRE

Àrees amb sedimentació orgànica per estar sotmeses a períodes d'inundació estacionals o permanent. Procedeixen o de l'evolució de badies tancades que s'han anat convertint en zones llacunars i finalment dessecades o bé relacionades amb les maresmes litorals.

Les zones palustres interiors (on se situa la zona d'estudi) es localitzen en **àrees de coalescència d'aports fluvials**. Aquestes àrees estan formades litològicament per llims i llims argilosos amb matèria orgànica i més o menys salobres per la seva connexió històrica amb el mar. De manera progressiva els sediments que aporten el riu, tendeixen a reblir aquestes zones. A l'Empordà l'acció atròpica ha accelerat aquest procés natural, ja que sembla que des del segle XII es van començar a dessecar aquestes zones fins a avui en dia. Les zones dessecades són el que anomenem les closes.



Esquema dels ambients de la franja litoral. Original de J. Bach, 1986.

Figura 6.4: Esquema dels ambients de la franja litoral. Font: J. Fèlix, J. Sargatal., 1989. Els Aiguamolls de l'Empordà: aspectes ecològics, històrics i socials del parc natural.

En aquestes zones resten petits estanyols, (alguns de formació artificial) entre els quals trobem l'estany del cortalet, inundat estacionalment, on la profunditat fluctua entre els 0,5 i el 1,5 m i que rep aports d'aigua del rec del Molí i de la depuradora d'Empuriabrava. Sempre entra cabal d'aigua provinent de l'E.D.A.R. d'Empuriabrava al PNAE. Es pot observar el cabal que entra en el següent gràfic:

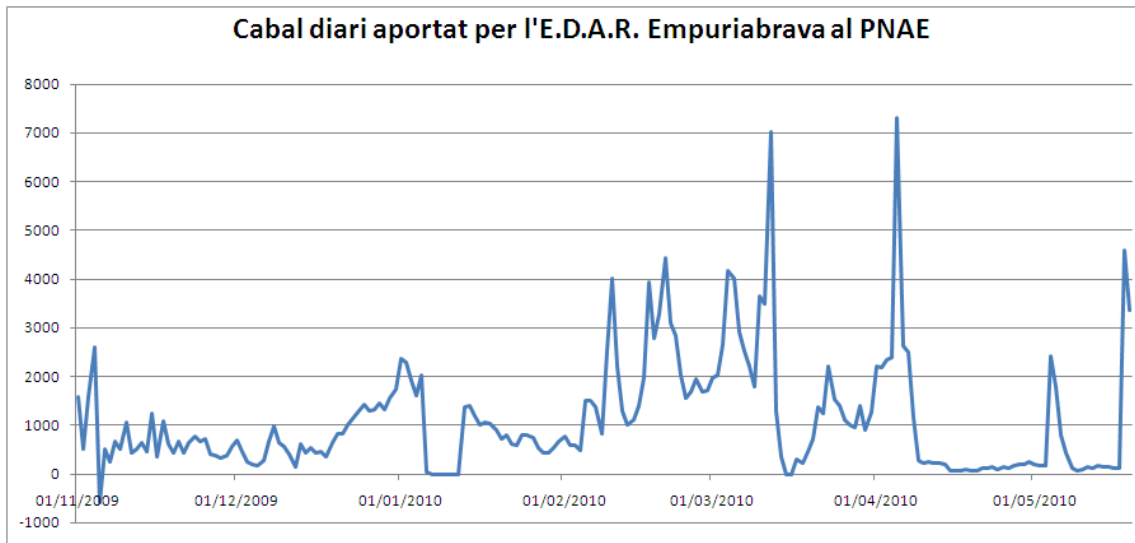


Figura 6.5: Cabal aportat diàriament per l'E.D.A.R. Empuriabrava al PNAE per a cada mes d'estudi. Dades cedides pel PNAE.

6.1.2. TIPUS DE SÒL

El sòl existent abans de la creació de la llacuna del Cortalet ateny a la següent descripció:

- ❖ Sòls **profunds**, moderadament ben **drenats**, de textura mitjana o transposats pel riu, ocupen àrees amb pendents de menys d'1°. Són sòls de molt lleugerament a **moderadament salins**. La seqüència típica d'horitzons és Ap-Bw-Bwkn-C (nomenclatura SINEDARES, Figura 6.6). Aquests sòls són classificats com Xerochrept fluvèntic, franca fina, mesclada (calcària), tèrmica (SSS, 1975, 19987, 1994). Calcisol hàptic (FAO, 1988).

Descripció (nomenclatura SINEDARES)

0-12 cm Ap1

EST. HUMITAT: Humit. COLOR: De la matriu YR 4/3 (humit). TAQUES: No n'hi ha. EST. OXIDOREDUCCIÓ: Oxidació. ELEMENTS GROSSOS: No n'hi ha. TEXTURA: Argil·lollimosa. ESTRUCTURA: Moderada, en blocs subgranulars, mitjana. CONSISTÈNCIA: Poc compacte, friable. MATERIA ORGÀNICA: Freqüent. ASSAIGS DE CAMP: A la matriu, resposta a l'HCl 11%, alta. ACUMULACIONS: Inexistents. LÍMIT INFERIOR: Abrupte per conreu, pla. EPIPEDIÓ OCHRIC.

12-35 cm Ap2

EST. HUMITAT: Humit. COLOR: De la matriu YR 4/3 (humit). TAQUES: No n'hi ha. EST. OXIDOREDUCCIÓ: Oxidació. ELEMENTS GROSSOS: No n'hi ha. TEXTURA: Franco-arenosa. ESTRUCTURA: Moderada, en blocs subgranulars, mitjana. CONSISTÈNCIA: Compacte, friable. MATERIA ORGÀNICA: Poca. ASSAIGS DE CAMP: A la matriu, resposta a l'HCl 11%, alta. ACUMULACIONS: Inexistents. LÍMIT INFERIOR: Abrupte per conreu, pla. EPIPEDIÓ OCHRIC.

35-60 cm Bkn.

EST. HUMITAT: Humit. COLOR: De la matriu YR 5/6 (humit). TAQUES: No n'hi ha. EST. OXIDOREDUCCIÓ: Oxidació. ELEMENTS GROSSOS: No n'hi ha. TEXTURA: Franca. ESTRUCTURA: Forta, en blocs subgranulars, mitjana. CONSISTÈNCIA: Molt compacte, friable. ACTIVITAT HUMANA: Carbó vegetal, poc. ASSAIGS DE CAMP: A la matriu, resposta a l'HCl 11%, alta. ESTUDIS DE SUPERFÍCIES: Revestiments poc nombrosos, associats a les cares d'elements d'estructura. ACUMULACIONS: Freqüents, edafotubs arronyonats, de carbonats, durs. LÍMIT INFERIOR: Net, pla. ENDOPEDIÓ CÀLCIC.

60-110 cm Bw2.

EST. HUMITAT: Humit. COLOR: De la matriu YR 5/6 (humit). TAQUES: No n'hi ha. EST. OXIDOREDUCCIÓ: Oxidació. ELEMENTS GROSSOS: No n'hi ha. TEXTURA: Franco-argil·lollimosa. ESTRUCTURA: Forta, columnal, mitjana. CONSISTÈNCIA: Molt compacte. ARRELS: Aspecte global: normal. ASSAIGS DE CAMP: A la matriu, resposta a l'HCl 11%, alta. ESTUDIS DE SUPERFÍCIES: Revestiments poc nombrosos, associats a les cares d'elements d'estructura. ACUMULACIONS: Inexistents. LÍMIT INFERIOR: Net, pla.

110-150 cm 2C (arenas).

EST. HUMITAT: Mullat. TAQUES: Freqüents, petites, de color 10YR 7/8.

Figura 6.6: *Descripció nomenclatura SINEDAIRES (Casanelles, J.P., 1983. Sistema de Información Edafológica y Agronómica de España. Manual para la Descripción Codificada de Suelos en el Campo).*

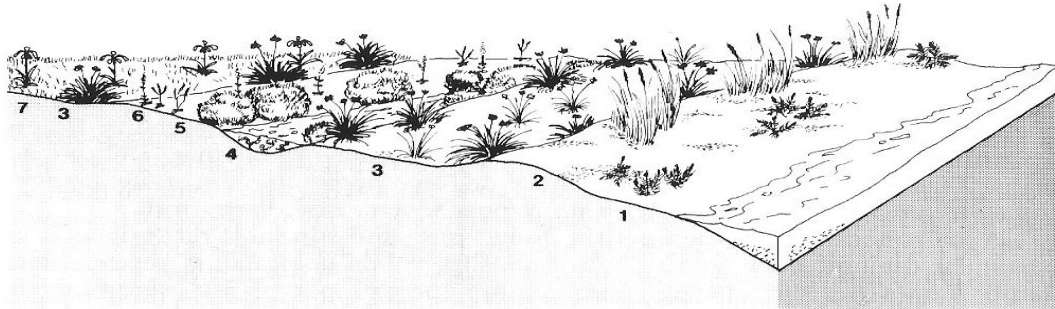
6.1.3. SITUACIÓ DEL MEDI BIÒTIC

A la llacuna del Cortalet trobem com a dominants la **comunitat hidròfila**, on són freqüents els **macròfits** (espècies que viuen permanentment submergides o amb les fulles i inflorescències surant a la superfície). Aquest tipus de vegetació està en regressió degut a les agressions. També trobem **comunitats helofítiques**, on predominen els **helòfits**, grans herbes amb la base submergida. Podem destriar les associacions vegetals segons la fondària.

L'estany del Cortalet ateny a la peculiaritat que antigament pertanyia a una comunitat corresponent als **prats de dall**, uns prats higròfils que pateixen un llarg **període d'inundació** hivernal i pre-primaveral i que s'han de considerar **semi-naturals**, ja que són prats mantinguts per l'home. Una de les espècies més constants i abundants són el **gram** (*Cynodon dactylon*, *Paspalum distichum*,

Zannichellia palustris), els **joncs** (*Scirpus maritimus*) i **algues** com l'*Oedogonium sp*, *Zignema sp*, *Zanmi chelia*, entre d'altres.

A la *figura 6.7* apareixen les comunitats que poden donar una idea de l'entorn on s'emplaça la llacuna del Cortalet, especialment la part entre les zones 3 i 7.



*Esquema ideal de la disposició de les comunitats del litoral, dels del mar cap a l'interior. 1: Comunitat peonera d'agropir i esporobol; 2: Comunitat de les dunes amb borró; 3: Jonqueres, prats litoral de jonc negre i prat halòfil d'agropir i jonc marítim o espartinar; 4: Vegetació de les llacunes litorals amb rupies i algunes clorofícies (*Enteromorpha*); 5: *Salicorniar*; 6: Poblacions de donzell mari i limonius; 7: Prats halòfils de l'interior amb lliri blau (*Iris spuria*).*

Figura 6.7: Esquema de les comunitats litorals típica al Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà.

Font: J. Fèlix, J. Sargatal., 1989. *Els Aiguamolls de l'Empordà: aspectes ecològics, històrics i socials del parc natural.*

6.2. Situació socioeconòmica

A partir del **segle XVIII l'agricultura** esdevé principal base de l'economia de **Castelló d'Empúries**. La necessitat de noves terres de conreu intensifica les obres de drenatge i dessecació. Per això es desvia els últims trams del Fluvià i la Muga. El dessecament més important sembla ser el de l'estany de Castelló. Les terres improductives pel conreu eren aprofitades quan el nivell de l'aigua ho permetia per la pastura en zones comunes.

Durant el XIX degut a les tendències desamortitzadores accentuen la rotació de terres i així també el repartiment de peces als veïns.

Actualment els principals tipus d'hàbitat els podem classificar segons les següents categories, fruit de la nova relació de l'home amb el territori i la economia:

❖ Ciutats d'origen pescador (Sant Pere Pescador).

- ❖ Ciutats noves o urbanitzacions aparegudes arrel del turisme (Empuriabrava, Riells,...).
- ❖ Petits nuclis o entitats quasi exclusivament agrícoles (Riumors , Castelló d'Empúries, Palau-saverdera,...).
- ❖ Masos dispersos escampats per la plana.

Aquests municipis veuen incrementada moderadament la seva població a excepció dels nuclis més turístics (Roses i Empuriabrava).

Cal considerar el PNAE (exceptuant les reserves integrals, on l'activitat humana és molt escassa), un **paratge humanitzat** en tant que és aquesta activitat la que l'ha conformat tal com és. A l'àrea de Castelló, on se situa la llacuna objecte d'estudi, el paisatge és molt típic i original (l'assentament inicial d'aquesta zona es va realitzar a partir del segle XV a mesura que el progressiu assentament del medi ho permetia).

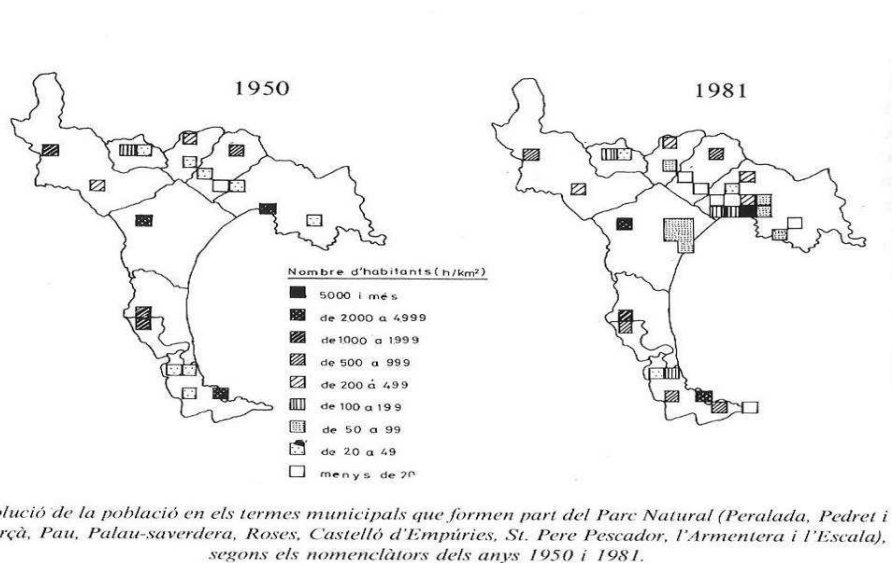


Figura 6.8: Evolució de la població des de l'any 1950 al 1981. Font: J. Fèlix, J. Sargatal., 1989. Els Aiguamolls de l'Empordà: aspectes ecològics, històrics i socials del parc natural.

6.3. L'estany del Cortalet

L'estany del Cortalet va ser creat l'any 1989. Es va inundar una area de 18 hectàrees aproximadament, en una zona de sòls molt planers que eren **antics prats de dall** i **closes**. El parc natural el va crear per restaurar l'hàbitat aquàtic i

facilitar-ne el gaudi als visitants, que poden observar els ocells des dels observatoris propers, al igual que els estanys Europa.

Tot i el seu origen artificial, l'ecosistema manté comunitats naturals i constitueix un fantàstic refugi per a la fauna salvatge. Els arbres del seu interior són **tamaris** amb algunes clapes **d'oms i freixes**. També trobem **balques i canyissos** als marges. (P. Feliu, T. Llobet., 2001.)

L'estany del Cortalet s'inunda i s'eixuga de forma totalment controlada, mitjançant l'obertura o tancament de comportes d'aigües provinents del Rec del Molí i de l'E.D.A.R. Empuriabrava, després d'un tractament terciari. Als mesos secs l'estany s'eixuga, però les basses d'aigua que hi romanen són molt aprofitades pels ocells pescadors. També és bon temps el final de l'estiu per als **limícoles** com territs, corriols, becucs, xivitones,...

Un cop finalitzat el període sec, l'estany del Cortalet s'inunda amb aigües procedents de les dues aportacions d'aigües citades anteriorment (Figura 6.5 i 6.9). L'aigua procedent del Rec del Molí va a parar directament a l'estany del present estudi mentre que l'aigua procedent de l'E.D.A.R. Empuriabrava es distribueix per una àmplia zona d'aiguamolls al voltant de l'estany.

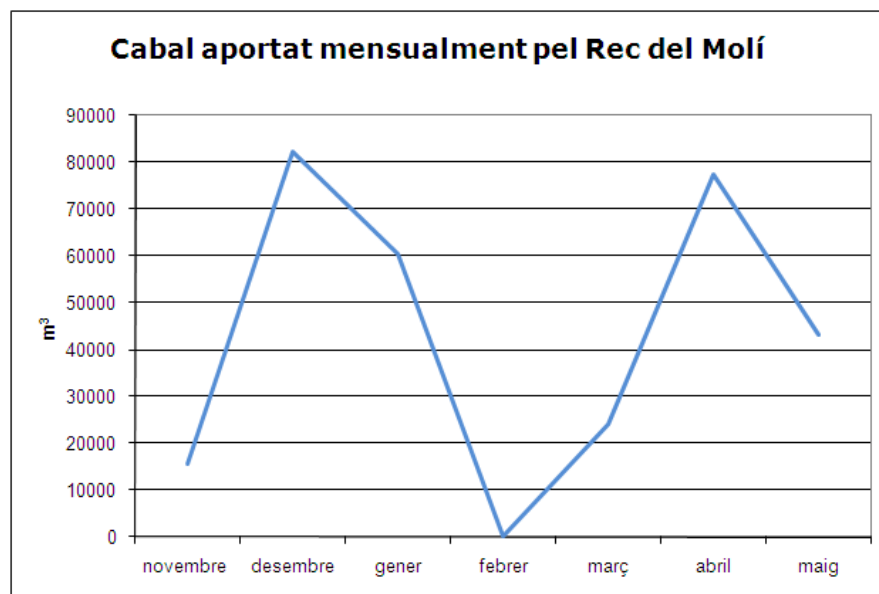
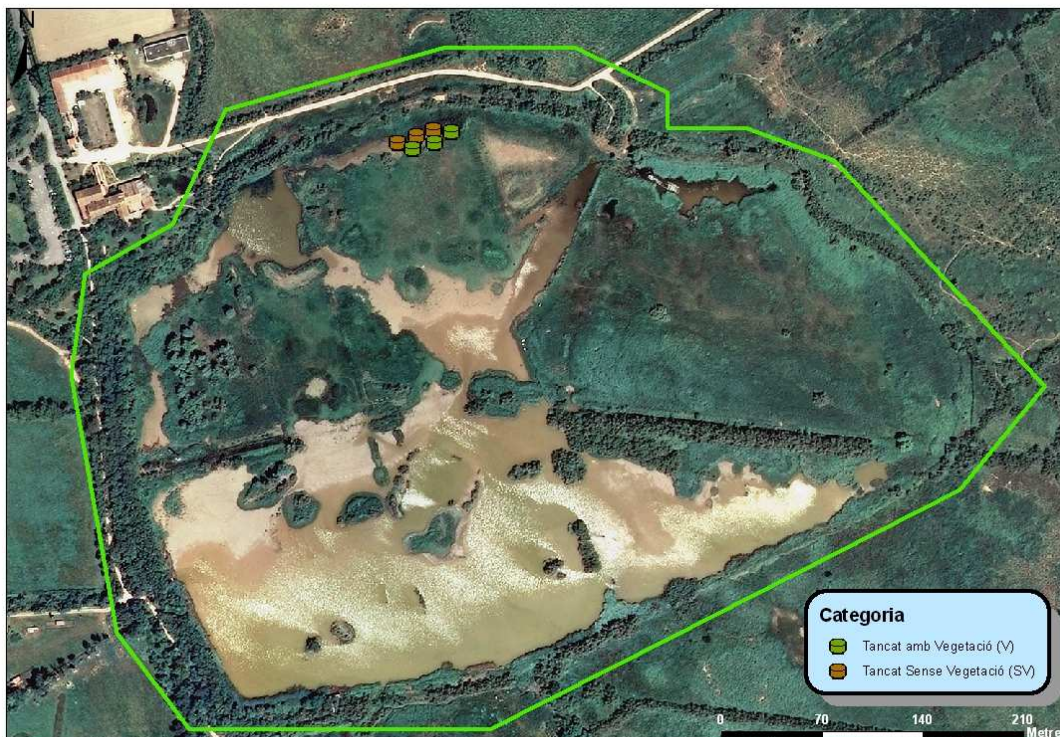


Figura 6.9: Cabal d'aigua total aportat pel Rec del Molí mensualment. Dades cedides pel PNAE.

7. Metodologia

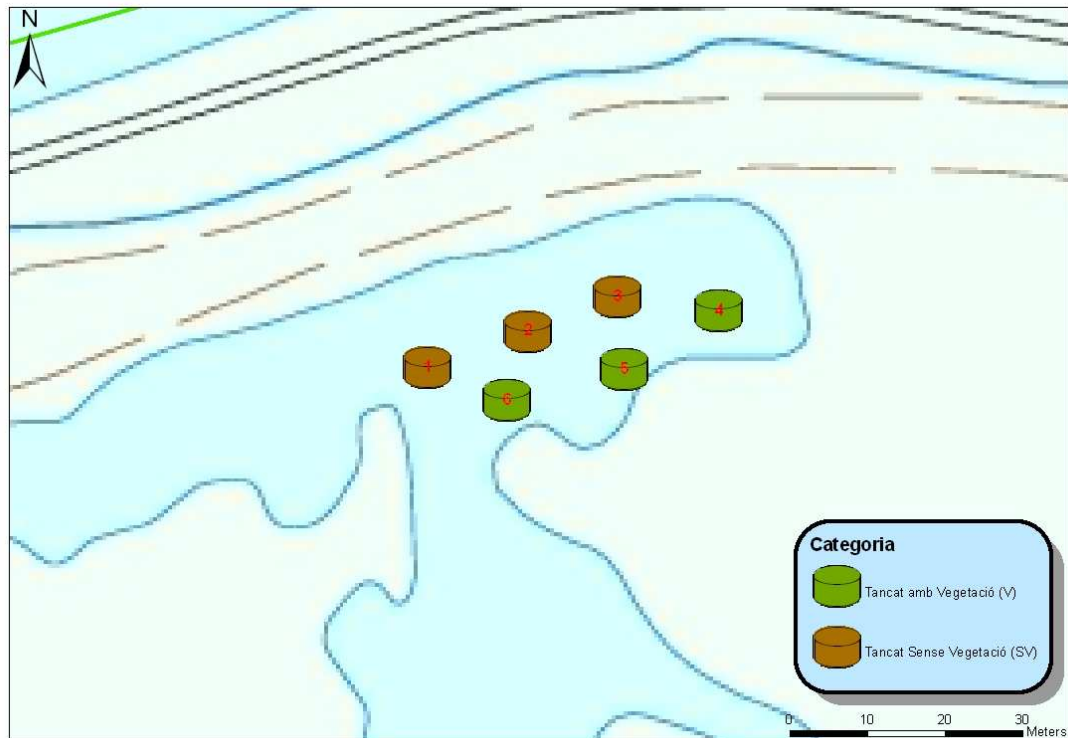
7.1. Disseny experimental

Per a realitzar aquest estudi es va escollir una zona representativa on es va instal·lar **sis tancats** aïllats de la resta de l'estany. Els tancats consisteixen en **cilindres de fibra de vidre** de 1,2 metres de diàmetre i 50 centímetres d'alçada que han estat clavats al sòl i, que amb el pas del temps, s'han assentat.



Mapa 7.1: Localització de l'Estany del Cortalet on es troben situats els sis tancats. Elaboració pròpia a partir de l'Institut Cartogràfic de Catalunya.

En una **zona no vegetada** s'han instal·lat tres tancats per tal d'obtenir rèpliques, en una **zona vegetada** s'han posat tres tancats més i s'han ubicat **tres punts externs**, representatius de la llacuna, per tal de comparar les dades obtingudes en els medis homogenis dels tancats amb les dades obtingudes a l'exterior dels tancats (Mapa 7.1).



Mapa 7.2: Ubicació dels tancats en l'estany del Cortalet en que es pot observar que els tancats d'una coloració marronosa representen els punts de mostreig no vegetats i els d'una coloració verdosa els punts de mostreig vegetats. Elaboració pròpia a partir de l'Institut Cartogràfic de Catalunya.

Aquest estudi s'ha dut a terme en un període de **sis mesos** per tal d'observar com **evoluciona la llacuna mensualment**, degut a que és una llacuna d'aigües temporànies. Per tal d'observar l'evolució de la llacuna durant el període d'estudi es realitza un mostreig cada mes per observar les diferències que puguin ser representatives en aquest període. En un principi, després del període estival, la llacuna seca s'omple d'aigua procedent del **reg del Molí** i de **l'E.D.A.R. d'Empuriabrava**.

Per poder prendre mesures mensuals s'habiliten aquests tancats cilíndrics en la zona d'estudi on es mesuren els **paràmetres**. Es realitza un cronograma amb els dies de mostreig per a començar amb el treball de camp en que utilitzarem una sèrie de tècniques per a la recollida de dades i mostres per tal de realitzar el seguiment de les diferències existents en el temps.

Un cop finalitzada la presa de mostres per als paràmetres, per tal de validar l'estudi i per veure com afecta la biota en els diferents enclosos, es realitza una

captura vegetal i animal que ens orienti cap a la causa dels resultats dels anàlisis obtinguts.

7.2. Materials i mètodes

7.2.1. MATERIAL EMPRAT

Per a totes les vegades que s'ha anat a mostrejar al camp s'ha utilitzat el material que es pot veure a continuació:

- ❖ Nevera amb plaques de gel.
- ❖ Equip de filtratge.
- ❖ Kitasato.
- ❖ Bomba.
- ❖ Filtres de microfibra de vidre Whatman GF/F.
- ❖ Vials de 30 ml.
- ❖ Ampolles de 250 ml.
- ❖ Sondes (oxigen, pH i salinitat).
- ❖ Paper d'alumini.
- ❖ Parafilm.
- ❖ Pot d'àcid clorhídric 2 N; 1 gota (100µL per 20 ml).
- ❖ Pots de plàstic per guardar filtres.
- ❖ Celebrets.
- ❖ Botes altes.
- ❖ Recipients d'1,5 L.
- ❖ Llibreta de camp.
- ❖ Xeringa 10 mL.
- ❖ Equip de filtratge amb xeringa.
- ❖ Falcons.
- ❖ Probetes de 1L de plàstic.
- ❖ Safates.
- ❖ Pinces.



Figura 7.1: Equip de filtratge i filtres Whatman



Figura 7.2: Equip de filtratge amb xeringa.

En els mostrejos realitzats per a cada punt de mostreig seleccionat s'han hagut d'utilitzar materials adients per tal d'obtenir les dades de cada paràmetre. Per a cada mostreig es va elaborar una taula per completar-la amb les dades recollides

al camp. A part es recopilen totes les dades en una **llibreta de camp**. A més, cada mostra s'etiqueta rotulant-hi la data del mostreig, el volum filtrat, el punt de mostreig i el paràmetre a analitzar. Aquestes mostres recollides es guarden en una nevera amb plaques de gel per tal de no alterar el seu contingut i al finalitzar el mostreig es destinen a un congelador de la Facultat de Ciències de la Universitat de Girona fins el dia del seu anàlisi.

MOSTREIG DIA dd/mm/aa - hora

Enclos	Data	Hora	Volum filtrat sòlids en suspensió (mL)	Volum filtrat de clorofil·la (mL)	Salinitat (Conductivitat) (mS/cm)	Temperatura (°C)	pH	Oxigen dissolt (mg/L)	Terbolesa (NTU)*	Fondària (cm)	Saturació (%)
1 (SV)											
2 (SV)											
3 (SV)											
4 (V)											
5 (V)											
6 (V)											
ext1 (V)											
ext2 (V)											
ext3 (V)											

* NTU = Nephelometric Turbidity Units

Figura 7.3: Taula utilitzada per a completar-la el pertanyent dia de mostreig.

Per a obtenir la **conductivitat** (mS/cm), la **temperatura** (°C), el **pH**, l'**oxigen dissolt** (mg/L) i la **saturació** (%) es van fer **servir sondes** i per a la fondària es va fer servir un metre.

Per obtenir els **sòlids en suspensió** (mL) i la **clorofil·la** (mL) es va filtrar entre **300 i 500 mL** d'aigua de cada punt de mostreig per a cada analítica (majoritàriament 500 mL), afegint-la amb un recipient d'1,5 L per un equip de filtratge que consistia en un kitasato, una bomba per a fer el buit i un filtre (Whatman GF/F). Per tal de mesurar el volum d'aigua filtrada es disposa el volum restant de l'equip de filtratge dins una proveta d'1 L i se'n calcula el volum filtrat total. D'aquest volum filtrat s'omple una ampolla de 250 mL de plàstic per a cada punt de mostreig.



De l'ampolla omplerta amb aigua filtrada s'agafa una xeringa de 10 mL i s'injecta en un equip de filtratge especial amb un filtre amb porus més petits (filtre de nylon 0,2 µm) capaç d'afinar el filtratge i s'introdueix aquesta aigua filtrada en un tub "falcon" de 15 mL per a poder fer l'analítica del sodi i per a fer el "**Gilvin**" a 440 nm.

Figura 7.4: Ampolla de 250 ml.

Quan s'ha filtrat tota l'aigua, es recuperen els dos filtres utilitzats per filtrar l'aigua de cada punt de mostreig, un per a clorofil·la i l'altre per a sòlids en suspensió, i es disposa en un retall de paper d'alumini etiquetat i guardat en fred on posteriorment es congelarà amb la resta de mostres.

A partir de l'aigua agafada en el recipient d'1,5 L es recull en vials de 30 mL una mostra de cada punt de mostreig i s'afegeix una gota d'àcid clorhídric 2N per tal d'analitzar la matèria orgànica. D'aquest mateix recipient, per tal d'obtenir la terbolesa de cada punt de mostreig es van fer servir, també, uns vials de 30 mL que es van omplir directament d'aquesta aigua de cada punt de mostreig i es van passar tots els vials pel turbidímetre portàtil.



Figura 7.5: Vials de 30 ml.

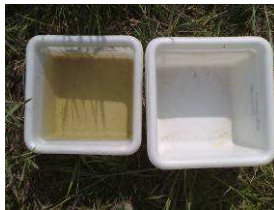


Figura 7.6: Safates de plàstic.

En el cas dels exteriors es recull l'aigua a analitzar amb unes safates de plàstic per tal de reduir l'alteració generada per la terbolesa de la llacuna i es segueixen els passos anteriorment citats.

7.3. Tècniques analítiques de les mostres

7.3.1. *SONDES*

PROCEDIMENT

Aquestes mesures es van realitzar mitjançant l'ús d'una sonda (HACH HQ30d). Aquestes són materials portàtils que necessiten de la seva prèvia calibració abans d'utilitzar-los al camp. Un cop calibrats s'ha de mesurar a cada punt de mostreig els paràmetres a estudiar:

- ❖ La conductivitat (mS/cm) ens donarà una mesura de la capacitat d'una solució aquosa per conduir la corrent elèctrica.
- ❖ El pH ens donarà una mesura de l'acidesa o alcalinitat de l'aigua (ions H).
- ❖ L'oxigen dissolt (mg/L).
- ❖ La temperatura (°C).

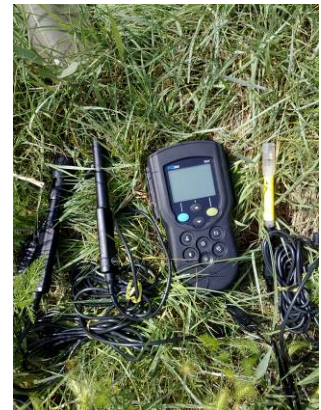


Figura 7.7: sonda.

En els punts de mostreig exteriors la mesura pertanyent es realitzarà en el recipient amb el mínim de temps per a evitar una possible alteració del resultat.

7.3.2. *PROFUNDITAT*

PROCEDIMENT

A cada mostreig es realitza una mesura a cadascun dels punts de mostreig per tal d'observar la variació de l'alçada de la columna d'aigua i així, conèixer el règim d'inundació.

7.3.3. TERBOLESA (TURBIDÍMETRE PORTÀTIL)

PROCEDIMENT

Un cop es tenen els vials de 30 mL de terbolesa, es calibra el turbidímetre portàtil (TN-100 - EUTECH INSTRUMENTS) en una superfície plana i es realitzen les mesures per a cada vial de cada punt de mostreig. S'ha repetit la mesura de cada vial per tal de reduir l'error i evitar possibles pertorbacions macroscòpiques que no ens donin una dada normal.



Figura 7.8: Turbidímetre portàtil.

7.3.4. TERBOLESA DISSOLTA (GILVIN A 440 NM)

PROCEDIMENT

Un cop descongelats els "falcons" amb les mostres filtrades amb el filtre de nylon 0,2 µm, de cada punt de mostreig, es fan passar per un espectrofotòmetre afegint-hi cada mostra dins les cubetes que llegirà el mateix espectrofotòmetre. Es calcula el "gilvin", és a dir, es passa l'aigua dels vials provinent dels "falcons" descongelats a una absorbància de 440 nm (obtenint així dades de la terbolesa de substàncies dissoltes) per així comparar-les amb les dades de terbolesa que ha proporcionat el turbidímetre portàtil (el qual mesura la terbolesa total: dissolta i particulada) i augmentar la precisió a partir de la mesura amb ambdues tècniques.



Figura 7.9: Espectrofotòmetre.

7.3.5. FOSFATS PO_4^{3-}

La determinació del fòsfor es basa en una modificació del mètode de Murphy i Riley (1962) que consisteix en fer reaccionar la mostra d'aigua filtrada amb un compost de molibdat (molibdat amònic) en un medi àcid, fet que origina un àcid complex que en presència d'un reductor (àcid ascòrbic) dóna una coloració blava que queda fixada en afegir tartrat d'antimoni i potassi. És quantificat espectrofotomètricament llegint a una longitud d'ona de 885 nm, i comparant els valors amb els d'una recta patró. La intensitat de la coloració depèn dels ions fosfat presents a la mostra.

REACTIU MIXT

Es necessita:

- ❖ H_2SO_4 (140 ml H_2SO_4 al 96% en 900 ml H_2O). Es pot guardar a la nevera indefinidament.
- ❖ Potassi Antimoni Tartrat (0.34 g en 250 ml H_2O) (guardar a la nevera tapat amb paper d'alumini, estable uns 3 mesos).
- ❖ Molibdat amònic (1.5 g en 50 ml H_2O) (fer-lo just abans d'usar).
- ❖ Àcid ascòrbic (1.93 g en 50 ml H_2O) (fer-lo just abans d'usar).

Aquestes són les proporcions, el volum que en fem s'ha de fer respecte el volum final que necessitem.

El reactiu mixt es fa barrejant, per aquest ordre:

- ❖ 10 ml. de molibdat amònic.
- ❖ 25 ml. d'àcid sulfúric.
- ❖ 10 ml. d'àcid ascòrbic.

- ❖ 5 ml. de potassi antimoni tartrat.

Aquesta és la relació de proporcions, els volums que s'utilitzin seran en funció del volum final de reactiu mixt que es necessiti. Si tenim 15 mostres i fem la patró de 9 valors, necessitarem 48 ml de reactiu mixt, així que serà recomanable fer un volum total de reactiu de 100ml, doblant les quantitats relacionades.

PROCEDIMENT

Es preparen tubs marcats a 10 ml per la patró i per les mostres. A 10 ml de mostra afegir 2 ml de reactiu mixt, barrejar i esperar 8 minuts. Llegir l'absorbància a 885 nm amb una cubeta de 5 cm. Fer el mateix amb la patró amb uns valors de 0µM, 0.1µM, 0,2µM, 0,5µM, 1µM, 2.5µM, 5µM, 10µM, 20µM. Es mesura també l'absorbància a 885 nm de la mostra sense reactiu. Aquest valor es resta de l'absorbància obtinguda de la mostra amb reactiu abans d'aplicar la recta de regressió, obtinguda amb els valors d'absorbància de la patró.



Figura 7.10: Tubs d'assaig per a l'anàlisi de fosfats.

7.3.6. NITRIT NO^{2-}

Es segueix el mètode de Shin: reacció del nitrit amb sulfanilàmida en medi àcid. En resulta un compost que reacciona amb el NED formant un compost fúcsia del qual se'n llegeix l'extinció a l'espectrofotòmetre a 543 nm.

REACTIUS

- ❖ Sulfanilamida (SULFA). Es passen 10 ml HCl a un vas de precipitats amb mosca i aigua milliQ i es posa a barrejar. Llavors es pesa 1 g de sulfanilamida i s'hi afegeix. Un cop ben barrejat s'enrasa en un matràs de 100 ml netejant el vas. S'ha de guardar a la nevera en una ampolla fosca (tapada amb paper d'alumini) rotulada amb el contingut i la data. Té una caducitat d'un mes.
- ❖ Dihidroclorur de N(1-naftil) etilendiamina (NED). Es barregen 0.1 gr. en 100 ml d'aigua. S'ha de guardar a la nevera en una ampolla fosca i té una caducitat d'un mes.

PROCEDIMENT

Es preparen tubs marcats a 10 ml per la patró i per les mostres. A 10 ml de mostra s'afegeix 0,2 ml de SULFA, es barreja i es deixa reaccionar de 2 a 8 minuts. S'afegeix després 0,2 ml de NED i es barreja. De 10 minuts a 2 hores després es mesura l'extinció de la solució a 543 nm amb una cubeta de 5 cm. Es fa el mateix procediment per la patró amb uns valors de: 0 μ M, 0.1 μ M, 0,2 μ M, 0,5 μ M, 1 μ M, 2.5 μ M, 5 μ M, 10 μ M.

S'ha d'obtenir també el blanc de terbolesa de cada mostra que s'obté afegint a 9 ml de mostra, 0,3 ml de SULFA. El valor obtingut es restarà a l'absorbància obtinguda al afegir els reactius a la mostra. El valor resultant és al que s'aplicarà la recta de regressió obtinguda amb els valors d'absorbància dels patrons.



Figura 7.11: *Tubs d'assaig per a l'anàlisi de nitrts.*

7.3.7. NITRAT NO_3^-

El mètode consisteix en el pas dels nitrats de l'aigua problema a nitrits (reducció), que es determinen després segons el mètode de Shin, ja explicat en la determinació de nitrits. El nitrat passa a nitrit, casi quantitativament al travessar una columna que conté llimadures de cadmi recobertes de coure metàl·lic.

REACTIUS

- ❖ S'enrasen 100 g de NH_4Cl en un matràs de 500 ml, obtenint així el NH_4Cl concentrat.
- ❖ Es prenen 25 ml del NH_4Cl concentrat i s'enrasen a 1 litre, obtenint així el diluït. Aquest s'usa per mantenir la columna reblerta de cadmi en bones condicions i actua de fase mòbil regeneradora. La columna ha d'estar sempre amb líquid perquè no s'assequi i es faci malbé.
- ❖ Sulfanilamida. Es passen 10 ml HCl a un vas de precipitats amb mosca i aigua milliQ i es posa a barrejar. Llavors es pesa 1 g de sulfanilamida i s'hi afegeix. Un cop ben barrejat s'enrasa en un matràs de 100 ml netejant el vas. S'ha de guardar en una ampolla fosca (tapada amb paper d'alumini) retolada amb el contingut i la data. Té una caducitat d'un mes.
- ❖ Dihidroclorur de N(1-naftil) etilendiamina (NED). Es barregen 0.1 gr. en 100 ml d'aigua. S'ha de guardar a la nevera en una ampolla fosca i té una caducitat d'un mes.
- ❖ Recta patró de nitrat de sodi. A partir d'una solució mare se'n fa una de $1000\mu\text{M}$, a partir d'aquesta una de $100\mu\text{M}$, i, a partir d'aquesta es fan les patrons que ens interessin: 50, 25, 10, 5, 1, 0.5, i $0\mu\text{M}$ en matrassos de 50 ml. Les solucions per la recta patró s'hauran de preparar per a cada digestió.

S'ha d'afegir 1 ml de NH_4Cl concentrat a cada patró perquè tinguin la mateixa concentració que la columna.

PROCEDIMENT

A la columna primer s'hi ha de passar NH_4Cl diluït. Llavors s'han de passar els patrons. Es comença per el zero, quan ja hagin passat uns 50 ml es tancarà l'aixeta i es canviarà de patró. Es torna a obrir l'aixeta i es recullen les primeres gotes, que són del patró anterior, en un tubet pertinentment numerat i mesurat a 5 ml, que es tapa amb paper "parafilm".

Un cop passats els patrons, es col·loca de nou l'erlenmeyer de NH_4Cl diluït per restituir la columna (ja que l'últim patró és molt més concentrat que les mostres) i ja es poden passar les mostres, de les quals es recollirà els últims 5 ml, de la mateixa manera com es feia amb els patrons, també se'n recullen 3ml a part per poder fer el blanc de terbolesa. Per passar les mostres, es mesuren 50 ml en una proveta i es col·loquen en un erlenmeyer amb 1 ml de NH_4Cl concentrat.

S'ha d'estar molt pendent que no s'acabi mai el volum dels matrassos que es passen per la columna, perquè aquesta no s'assequi.

Llavors es passa a llegir les mostres a l'espectrofotòmetre a una $\lambda=543$ nm usant cubetes de vidre.

Per llegir s'han d'afegir els reactius NED i sulfanilamida. S'afegeixen amb la micropipeta 0.1 ml de sulfanilamida. Es tapa i es barreja. S'ha d'esperar entre 2-8 minuts d'afegir de la mateixa manera 0.1 ml de NED, després del qual han de passar entre 10' i 2h per llegir.

S'ha d'obtenir també el blanc de terbolesa de cada mostra que s'obté afegint als 3 ml de mostra passada per la columna, 0,1 ml de SULFA. El valor obtingut es restarà a l'absorbància obtinguda al afegir els reactius a la mostra. El valor resultant és al que s'aplicarà la recta de regressió obtinguda amb els valors d'absorbància dels patrons, i un cop obtinguda la concentració, es restarà la concentració de nitrats obtinguda de la mostra que no ha passat per la columna, ja que la que hi ha passat dona el valor suma dels nitrats i nitrits.

PREPARACIÓ DE LA COLUMNA REDUCTORA

Es pren una quantitat de llimadures de cadmi (suficient per omplir uns 20 cm de columna i es renten amb HCl al 5% en aigua destil·lada i s'esbandeixen amb aigua destil·lada fins que aquesta no sigui àcida. S'afegeix un xic de solució de sulfat de coure pentahidratat al 2% i es barreja fins que desaparegui el color blau de la solució. S'ha de decantar amb compte de manera que juntament amb el líquid sobrenedant, s'eliminïn les partícules més petites de les llimadures de cadmi que al formar la columna poden taponar els porus i impedir el flux. S'ha de repetir l'operació tants cops com sigui necessari fins que s'eliminïn totes les partícules petites.

Les llimadures de cadmi s'introdueixen a la columna procurant que quedin ben distribuïdes i que no apareguin bombolles d'aire. Un cop plena la columna, es renta abundantment amb la solució de NH_4Cl diluït en flux continu.

Quan la columna no es fa servir, s'ha de deixar plena de NH_4Cl diluït. Com que un dels inconvenients del mètode és el desgast i la pèrdua de capacitat reductora de la columna, s'ha de revisar periòdicament el seu estat, sobretot si després de que hi hagin penetrat bombolles d'aire. Es regenera de la mateixa manera que es segueix per la seva preparació, rentant 2 o 3 cops amb HCl al 5% i afegint més llimadures de cadmi si és necessari. L'eficàcia de la columna es comprova periòdicament amb el pas de patrons.



Figura 7.12: Columna reductora per a l'obtenció dels nitrats.

7.3.8. AMONI NH^{4+}

REACTIUS

Reactiu 1: Estable durant un mes.

Enrasar a 250 ml:

- ❖ 8.5 g de sodi salicilat.
- ❖ 10 g de citrat sòdic.

Barrejar bé,

- ❖ 0.1 g de sodi nitroprussiat.

Reactiu 2: Estable.

Enrasar a 500 ml:

- ❖ 5 g d'hidròxid de sodi.

Barrejar bé

- ❖ 0.4 g de sodi dicloroisocianurat.



Figura 7.13: Tubs d'assaig per a l'anàlisi de amoni.

PROCEDIMENT

Es preparen tubs marcats a 5 ml per els patrons i les mostres. A 5 ml de mostra/patró s'afegeix 0.5 ml de reactiu 1, al cap de 5 minuts s'hi afegeix 0.5 ml de reactiu 2. S'espera 60 minuts i es llegeix l'absorbància a 690 nm. Es llegeix l'absorbància a 690 nm de les mostres sense reactiu per obtenir el valor de terbolesa, que es restarà al valor obtingut d'absorbància de les mostres amb reactiu i llavors s'aplicarà a aquest valor la recta de regressió, obtinguda amb la patró, per conèixer la concentració.

7.3.9. DETERMINACIÓ DE CLOROFIL·LES EN ACETONA 90%

OBJECTIU

Determinació de la concentració de clorofil·les present a l'aigua, mitjançant la filtració d'aquesta i posterior extracció del pigment retingut al filtre amb un solvent orgànic, Es quantifica usant un espectrofotòmetre de doble feix.

REACTIUS

- ❖ Acetona 90%.

MATERIAL

- ❖ Pines.
- ❖ Paper assecant.
- ❖ Tubs de vidre de capacitat superior a 5 ml, amb tap tancat hermèticament.
- ❖ Equip de filtració.
- ❖ Col·lectors de filtrat per l'equip de filtració.
- ❖ Filtres Whattman GF/F.
- ❖ 2 cubetes d'espectrofotòmetre d'un centímetre.

PROCEDIMENT

Les clorofil·les són sensibles a la llum i a la temperatura. Cal manipular les mostres sempre a baixes temperatures i amb la mínima exposició a la llum possible, per evitar-ne la degradació.

1. Descongelar el filtre mantenint-lo a temperatura ambient, tapat amb paper d'alumini.
2. Anotar totes les dades: lloc, data i volum filtrat.
3. Assecar el filtre amb paper assecant per absorbir l'aigua, estiguen el filtre doblegat i no entrant en contacte amb les clorofil·les.

4. Col·locar el filtre obert en un tub tapat amb paper d'alumini, amb 5 ml d'acetona al 90%.
5. Triturar el filtre amb un objecte punxant per procurar que totes les parts amb clorofil·la entrin en contacte amb l'acetona i es desprenguin del filtre. Comprovar que tot el filtre queda submergit.
6. Guardar a la nevera un període comprès entre 20-24 hores, amb el tub ben tapat per evitar que l'acetona s'evapori.
7. Fer la línia base de l'espectrofotòmetre amb acetona 90%, i mantenir la referència amb aquesta. Per a cada longitud d'ona, comprovar el valor després de fer la línia base, amb l'acetona, per després poder restar aquest valor a les absorbàncies de les mostres.
8. Retirar de la nevera i filtrar el contingut del tub on hem guardat el filtre amb clorofil·la, usant un equip de filtració amb un filtre GF/F. No oblidar col·locar un col·lector de filtrat a l'equip.
9. Recollir el filtrat i mesurar amb una cubeta d'un centímetre les absorbàncies a les següents longituds d'ona: 430, 630, 647, 664, 750.
10. Comprovar que l'absorbància a 750 nm no supera el valor de 0.015. Si és així tornar a filtrar i si hi ha prou volum tornar a llegir, tot i que els resultats poden ser pitjors i s'hauran de desestimar. A aquesta longitud d'ona la clorofil·la és transparent.
11. Per fer la mostra següent es netejarà tot el material amb acetona 90% i es canviarà el filtre.

CÀLCUL DE RESULTATS

$$\text{Chla a } \mu\text{g/l} = (11.85 * (\text{Abs } 664 - \text{Abs}750) - 1.54 * (\text{Abs}647 - \text{Abs}750) - 0.08 * (\text{Abs}630 - \text{Abs}750)) * (\text{V acetona } 90\% \text{ ml} / \text{V mostra filtrada litres})$$

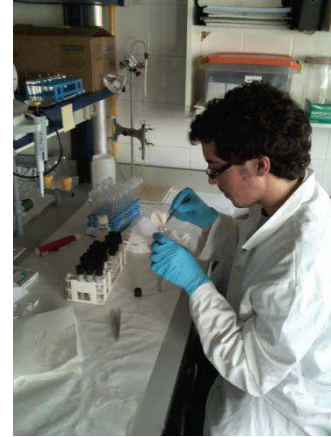
$$\text{Chla b } \mu\text{g/l} = (- 5.43 * (\text{Abs } 664 - \text{Abs}750) + 21.03 * (\text{Abs}647 - \text{Abs}750) - 2.66 * (\text{Abs}630 - \text{Abs}750)) * (\text{V acetona } 90\% \text{ ml} / \text{V mostra filtrada litres})$$

ÍNDEX DE MARGALEF: Abs430/Abs665

Proporciona una relació entre una zona de l'espectre on s'absorbeixen tots els pigments i aquella on només absorbeix la clorofil·la. Aquest índex varia d'acord amb la composició taxonòmica i l'estat fisiològic de la població, En general, en

situacions anòmales o limitants, l'índex augmenta; també s'aprecia un augment d'aquest al llarg de la successió, cosa que correspon a l'aparició d'espècies de taxa de renovació més lenta.

Figura 7.14: Anàlisi de la clorofil·la.



7.3.10. SÒLIDS EN SUSPENSÍO

Els sòlids en suspensió comprenen totes les substàncies suspeses a l'aigua i que no decanten de forma natural. Són de caràcter mineral i orgànic de natura diversa. S'ha utilitzat el mètode gravimètric de pes constant (Referència: Norma UNE-EN 872 i Standard Methods 2540 D-E/Ed.20).

Per a l'anàlisi d'aquest paràmetre es filtra l'aigua recollida al camp (volum comprès entre 300-1000ml d'acord amb cada punt mostrejat) a través d'un filtre de microfibra de vidre GF/F Whatman, 47 mm ø prèviament muflats (4 h, 450 °C i pre-pesats fins a pes constant).

Protocol utilitzat:

- ❖ Introducció de la mostra (filtres) a l'estufa durant 2-3 dies a 70 °C per eliminar tota l'aigua fins assolir pes constant.
- ❖ Pesar la mostra (obtenció del pes sec).
- ❖ Introducció de la mostra a la mufla a 450 °C durant 4 hores, provocant la combustió de la matèria orgànica (pas a CO₂).
- ❖ Pesar la mostra en una balança de precisió obtenint el pes de les cendres.
- ❖ El pes de la matèria retinguda pel filtre es determina per la diferència pesada. (referència Norma UNE-EN 872) i Standard Methods 2540 D-E/Ed.20).

A l'hora de preparar el material, es van numerar els filtres (Whatman GF/F) i es van posar en una estufa a 90 °C, durant 48 hores per tal d'eliminar la humitat dels filtres i es van posar en un dessecador i es van pesar, apuntant el seu pes inicial en la llibreta de camp. A l'hora d'analitzar les mostres de sòlids en suspensió es va recuperar el filtre congelat, es van deixar descongelar, es van posar a l'estufa 24 h a 90°C i després al dessecador. Un cop assecat el filtre es pesa i s'apunta a la llibreta de camp el pes final. Quan fem la diferència dels pesos dels filtres per a cada punt de mostreig en trobem el pes dels sòlids en suspensió en el volum filtrat.



Figura 7.15: *Filtres per a la determinació dels sòlids en suspensió, envoltats per paper d'alumini.*

7.3.11. CROMATOGRAFIA IÒNICA

L'anàlisi es realitzaria a partir de 10 ml d'aigua filtrada (filtres de microfibra de vidre GF/F Whatman, 0.7 µm de porus, 47mm ø, muflats) conservada en fred (0°C) fins al seu posterior anàlisi al laboratori però com que sortien uns pics molt pronunciats ha sigut preferible diluir 1 mL de la mostra amb 9 mL d'aigua milli-Q. Les mostres es filtraven amb filtres de nylon de 0.2 µm de porus prèviament a l'anàlisi amb el cromatògraf iònic (Metrohm Compact IC).

OBJECTIU

Determinació dels cations NH_4^+ , K^+ , Na^+ , Ca^{2+} i Mg^{2+} presents a l'aigua, mitjançant la cromatografia iònica.

REACTIUS

1. Preparar una solució de 10 ppm mixta: En un matràs aforat de 50 ml, pipetejar 5 ml de cadascuna de les solucions stock (100 ppm) que hi ha guardades a la nevera. Omplir fins als 50 ml amb aigua Milli-Q.
2. Partint de la solució mixta (10 ppm) preparar un patró amb les següents concentracions finals:
 - ❖ En el patró de 500 ppb ($\mu\text{g/L}$) s'afegirà 5 ml de la solució mixta (10 ppm) en 100 ml i en enrasarem amb aigua milli-Q.
 - ❖ En el patró de 1 ppm (mg/L) s'afegirà 10 ml de la solució mixta (10 ppm) en 100 ml i en enrasarem amb aigua milli-Q.
 - ❖ En el patró de 5 ppm (mg/L) s'afegirà 25 ml de la solució mixta (10 ppm) en 50 ml i en enrasarem amb aigua milli-Q.
 - ❖ En el patró de 10 ppm s'utilitzarà directament la solució mixta (10 ppm) ja preparada.
 - ❖ En el patró del blanc s'ha d'omplir amb aigua milli-Q.
3. S'ha d'ajustar el pH a 3 – 5 amb àcid nítric. Alternativament, en comptes d'enrasar amb aigua milli-Q, utilitzar àcid nítric 3 mM (preferible).

MATERIAL

Cromatògraf Iònic (Metrohm – 761 Compact IC).

PROCEDIMENT

S'han de descongelar les mostres que han estat guardades al congelador fins al moment del seu corresponent anàlisi en falcons. Un cop descongelades, es diluirà 1 ml de la mostra amb 9 ml d'aigua milli-Q degut a que presentava uns pics molt pronunciats. Un cop es tenen les mostres a punt es col·loquen totes les mostres al cromatògraf iònic i es deixa durant tota la nit. El dia següent es llegeixen i tracten les dades.

7.3.12. MATÈRIA ORGÀNICA (TOC)

MATERIALS

ANALYTIK JENA multi N/C 3100.

PROCEDIMENT

- ❖ Recollir les mostres al camp en vials de vidre prèviament muflats a 400°C durant un mínim de dues hores amb l'obertura tapada amb paper d'alumini.
- ❖ Quan les manipuleu al laboratori, per filtrar-les, acidular-les, etc. Assegureu-vos d'utilitzar material net d'acord amb el protocol de neteja de material destinat a contenir matèria orgànica.
- ❖ Acidular amb HCl fins a pH 3.
- ❖ Posar "Parafilm" entre el flascó i el tap.
- ❖ Portar a analitzar un mínim de 50 ml.



Figura 7.16: Vial per a la determinació de la Matèria Orgànica.

REFERÈNCIES

Mètode EPA 9060 A: Total Organic Carbon.

7.4. Captura de la biota

OBJECTIU

En aquesta última fase es realitza un mostreig biològic per tal de determinar i comparar l'existència d'animals filtradors com els cladòcers del gènere *Daphnia*, determinar la biomassa de les plantes i comparar quantitativament cadascuna de les espècies entre els diferents tancats (algues, helòfits, vegetació submergida o restes de plantes), a més de detectar i comparar animals bioturbadors com el crac roig americà (*Procambarus clarkii*) o possibles peixos bentònics entre els diferents tancats esmentats.

MATERIAL CAMP

- ❖ Vials de 30 mL.
- ❖ Salabre.
- ❖ Filtres.
- ❖ Pots o recipients.
- ❖ Safates.
- ❖ Alcohol 70 %
- ❖ Coladors.
- ❖ Core.
- ❖ Tisores de poda.
- ❖ Bosses de plàstic.
- ❖ Pinces.
- ❖ Formol.
- ❖ Sedàs.



Figura 7.17: Salabre per a la captura de macroinvertebrats.



Figura 7.18: Coladors per a la recollida de les algues.

MATERIAL LABORATORI

- ❖ Lupa.
- ❖ Plaques de petri.
- ❖ Balança.
- ❖ Estufa.
- ❖ Safates d'alumini.
- ❖ Pinces.
- ❖ Safates de plàstic.
- ❖ Sedàs.
- ❖ Tisores de poda.
- ❖ Microscopi òptic.

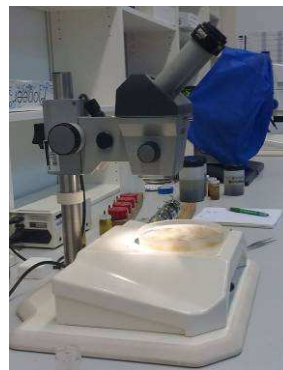


Figura 7.19: Lupa, balança i microscopi òptic.

PROCEDIMENT

En aquesta captura es determinen cinc punts diferents del tanc en els quals es recollirà 1L en cadascun dels punts on a partir d'un filtre es capturaran els microinvertebrats, es fixen amb alcohol 70 % i un cop al laboratori es realitza un recompte amb una càpsula de petri (Figura 7.21) i una lupa per obtenir la quantitat de dàfnies, ostràcodes i copèpodes per litre de cada tanc.



Figura 7.20: Dàfnies recollides en el filtratge.

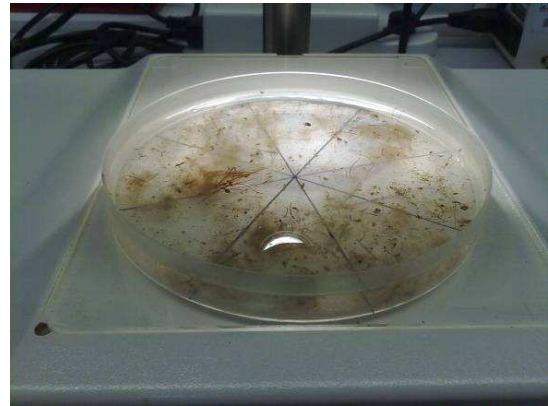


Figura 7.21: Recompte de les dàfnies en una càpsula de petri dividida en àrees iguals per facilitar el recompte.

A partir d'un colador s'extreu l'alga (*Oedogonium sp.*, *Spirogyra sp.* i *Zygnema sp.*) existent en suspensió i es recullen amb recipients de plàstic per a cada tancat; en el cas de els helòfits (*Paspalum distichum* i *Scirpus maritimus*), s'extreuen amb unes tisores de podar i es recullen en una bossa de plàstic per a cada tancat; en el cas de la vegetació submergida (*Zannichellia palustris*), es col·loca un core de 10,1 centímetres de diàmetre i se n'extreu tres mostres clavades aleatòriament on la vegetació extreta es recollirà amb un recipient de plàstic per a cada tancat; i per últim, extraurem la matèria orgànica morta amb el mateix core utilitzat anteriorment i es recolliran en una bossa de plàstic per a cada tancat. Un cop al laboratori i pesades les safates d'alumini, on es dipositarà la vegetació, amb una balança, s'afegeix cada mostra vegetal recol·lectada en una safata d'alumini per tal d'escalfar-les durant un mínim de 48 hores a 110 °C per tenir el pes sec de biomassa de cada tanc.



Figura 7.22: Recollida dels vegetals i separació del gram de l'alga.

En la detecció de possibles espècies animals bioturbadores es important seguir un protocol acurat en el qual l'esforç aplicat ha de ser igual en tots els tancats i s'ha de passar el salabre de la mateixa manera.



Un cop fetes les passades s'aboca la captura en una safata i es procedirà a agafar els animals suficientment grans per provocar bioturbació (com el cranc roig americà (*Procambarus clarkii*) o possibles peixos bentònics) en un recipient de plàstic per a cadascun dels tancs i es fixen amb formol per tal de conservar-los fins al seu recompte.

Figura 7.23: Pesca de macroinvertebrats bioturbadors.



Figura 7.24: Cranc roig americà (*Procambarus clarkii*) procedents d'una captura.

8. Resultats

8.1. Efecte enclòs

A l'estany del Cortalet predominava, durant el període d'inundació, un sòl vegetat. Per tal d'avaluar els possibles canvis provocats pel tancament d'una superfície a l'estany, s'ha analitzat l'efecte enclòs, comparant els dipòsits vegetats amb l'exterior de la llacuna. A la realitat l'efecte de posar aquests enclosos pot provocar una alteració en la biota que es pot mesurar per saber si és una alteració gran o petita. Es va comparar si el vegetat dintre del dipòsit es igual que el vegetat a fora del dipòsit. Els paràmetres ambientals analitzats que presentaren diferències significatives ($p < 0.05$) són l'oxigen dissolt, la temperatura i la profunditat.

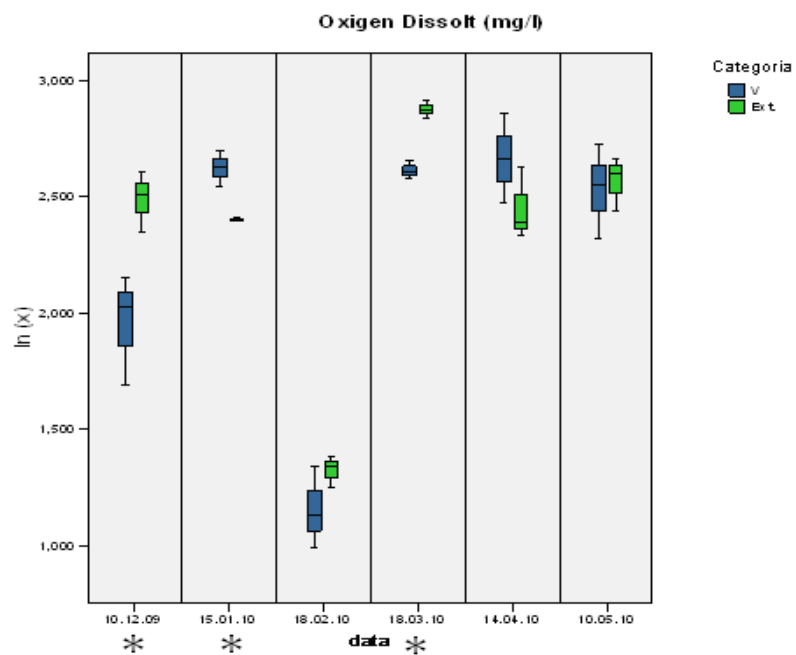


Figura 8.1: Representació gràfica a escala logarítmica de l'oxigen dissolt (mg/l) durant els dies de mostreig. Els asteriscos representen els dies en els quals hi havia diferències significatives ($p < 0,05$) entre els tancats vegetats (V) i l'exterior de la llacuna (Ext).

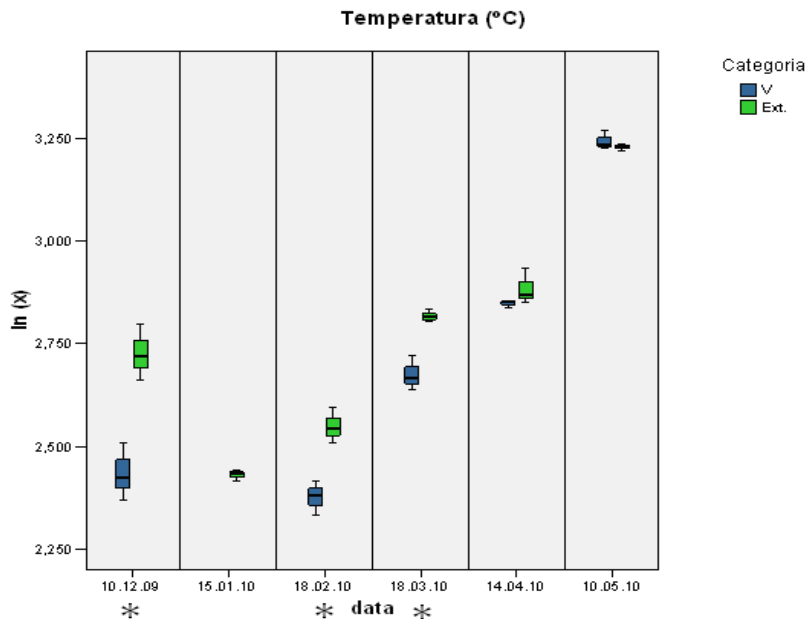


Figura 8.2: Representació gràfica a escala logarítmica de la temperatura (°C) durant els dies de mostreig. Els asteriscos representen els dies en els quals hi havia diferències significatives ($p < 0,05$) entre els tancats vegetats (V) i l'exterior de la llacuna (Ext).

Es pot observar que en general la temperatura en els punts exteriors era major que en els tancats vegetats amb diferències significatives ($p < 0,05$) en el mostreig 1, 2 i 4. En la resta de mostrejors no podem demostrar que no hi hagi diferències. Aquesta diferència observada és normal degut a que el tancat fa efecte barrera i, per tant, afecta sobre la temperatura del mateix.

Pel que fa a les variables que mesuren la terbolesa de l'aigua, no s'han trobat diferències significatives. Tot i això, la manca de diferències significatives indica que els tancats no van tenir cap efecte per sí mateixos en la composició

8.2. Sòl vegetat (V) vs. sòl sense vegetació (SV)

8.2.1. MOSTREIG DE MACRÒFITS I INVERTEBRATS

Després de finalitzar la fase de recollida de dades de paràmetres, es va procedir a obtenir mostres de macròfits i invertebrats de dintre els tancats. Un cop obtingudes, es van comptar i es va tractar les dades estadísticament. Aquestes

dades serviren per complementar les dades del medi físic i situar-les en un millor context, i també per trobar indicis orientadors per a possibles futurs estudis sobre les causes de la terbolesa en el cas que la nostra hipòtesi fos falsa.

ALGUES FILAMENTOSSES

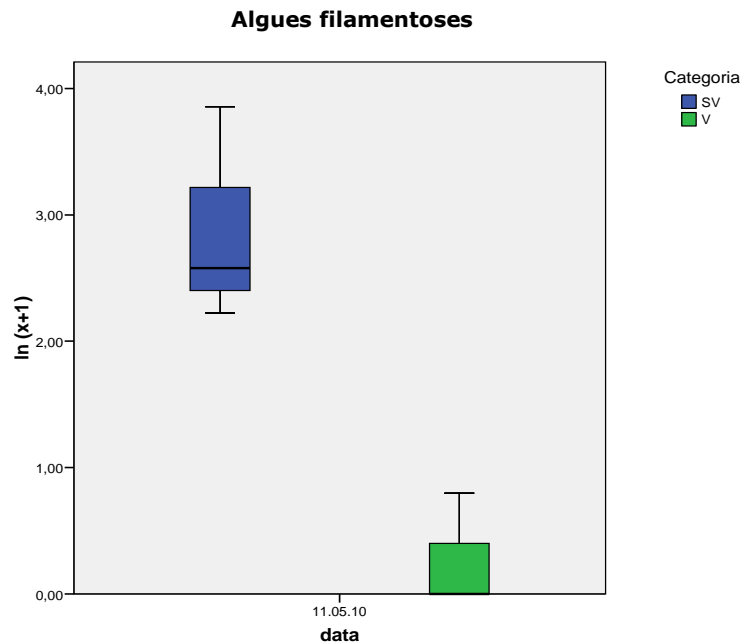


Figura 8.3: Representació gràfica a escala logarítmica del pes sec d'algues (g) durant els dies de mostreig entre els tancats sense vegetació (SV) i els tancats amb vegetació (V).

Es van trobar com a algues filamentoses les espècies *Oedogonium sp.* en tots els tancats sense vegetació, i al cinquè tancat (en poca quantitat) també *Oedogonium sp.*, *Zygnema sp* i *Spyrogira sp.*

S'observen diferències en la concentració d'algues entre el tancat vegetat i el no vegetat on aquesta concentració és major en els tancats no vegetats.

HELÒFITS

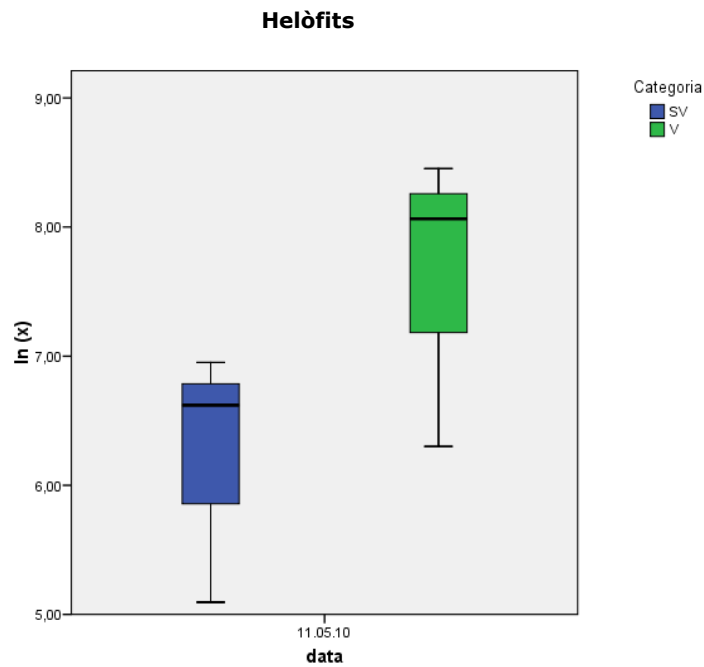


Figura 8.4: Representació gràfica a escala logarítmica del pes sec d'helòfits durant els dies de mostreig entre els tancats sense vegetació (SV) i els tancats amb vegetació (V).

Es va trobar *Paspalum distichum* en el primer tancat i en tots els altres *Scirpus maritimus*. No es troben diferències significatives.

LIMNÒFITS

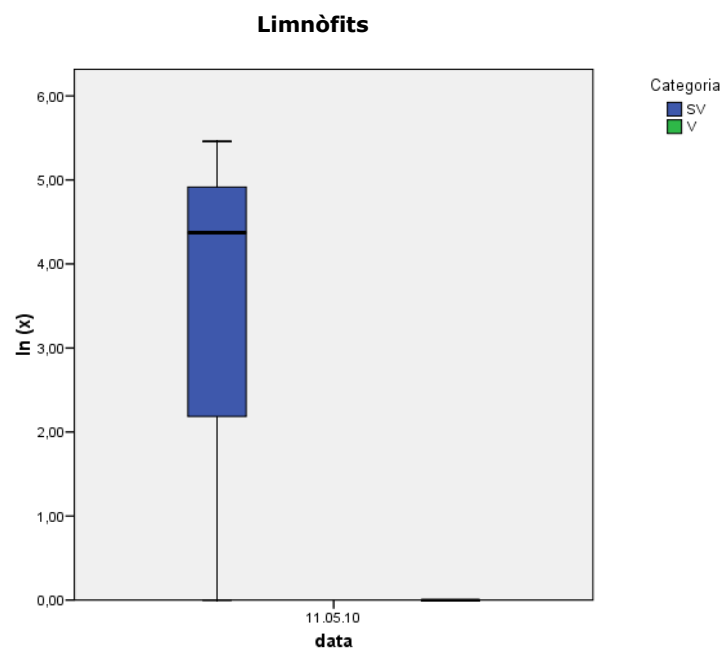


Figura 8.5: Representació gràfica a escala logarítmica del pes sec de limnòfits durant els dies de mostreig entre els tancats sense vegetació (SV) i els tancats amb vegetació (V).

Es va trobar l'herba aquàtica *Zannichellia palustris* en el primer i segon tancat. Al igual que en els helòfits, la poca quantitat de mostres i la variabilitat de les dades ha dificultat l'obtenció de diferències significatives.

En el gràfic però, es pot observar que en cap dels tancats vegetats va aparèixer.

ORGANISMES FILTRADORS

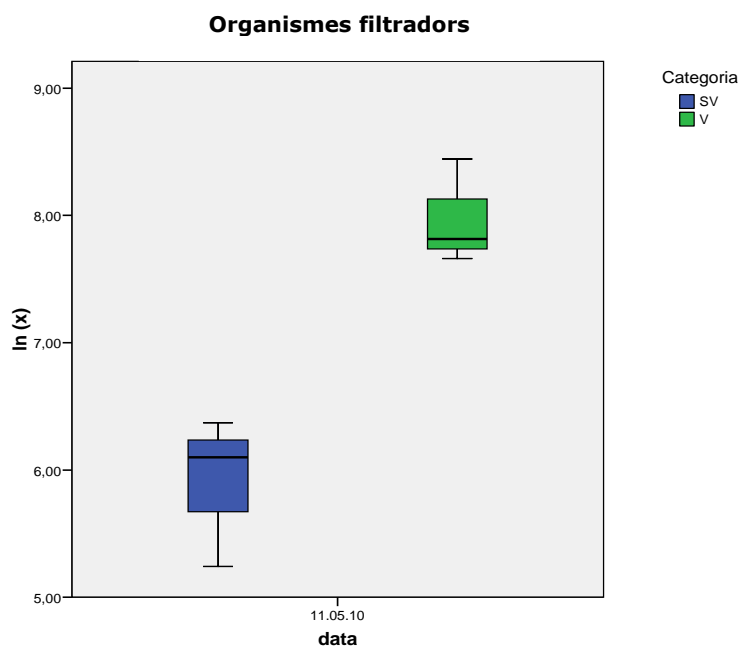


Figura 8.6: Representació gràfica a escala logarítmica de la nombre d'organismes filtradors (unitat) durant els dies de mostreig entre els tancats sense vegetació (SV) i els tancats amb vegetació (V).

En el mostreig d'organismes filtradors es van trobar un gran nombre de cladòcers (*Daphnia magna*) i copèpodes (*Acanthocyclops robustus*).

En el gràfic es pot observar com es troba una major quantitat d'aquests organismes amb diferències significatives ($p < 0,05$) als tancats vegetats. Aquesta diferència pot ser deguda a la presència de fitoplàncton en aquests tancats del qual s'alimenten.

CRANC ROIG AMERICÀ

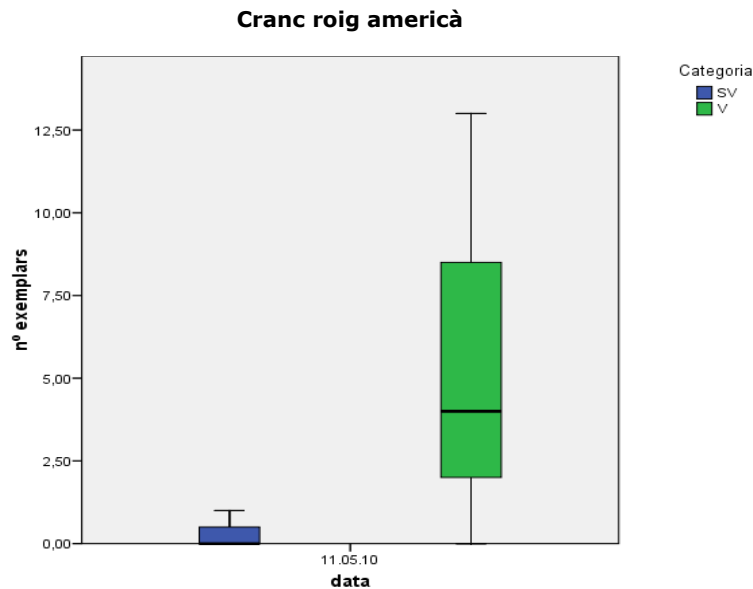


Figura 8.7: Representació gràfica del nombre d'exemplars de cranc roig americà (unitats) durant els dies de mostreig entre els tancats sense vegetació (SV) i els tancats amb vegetació (V).

Es va trobar cranc roig americà (*Procambarus clarkii*) en el sisè tancat (13 exemplars), en el cinquè tancat (4 exemplars) i en el tercer (1 exemplar). Donada l'alta variabilitat de les dades, no s'han trobat diferències significatives a partir de l'ANOVA.

A continuació es descriuen les diferències que es van observar entre els tancats vegetats i no vegetats separades per paràmetres. Entre els tancats vegetats i no vegetats la profunditat va mostrar diferències que oscil·laren entre 1,5 cm i 5 cm.

8.2.2. PARÀMETRES OBSERVATS

SÒLIDS EN SUSPENSÍO (g)

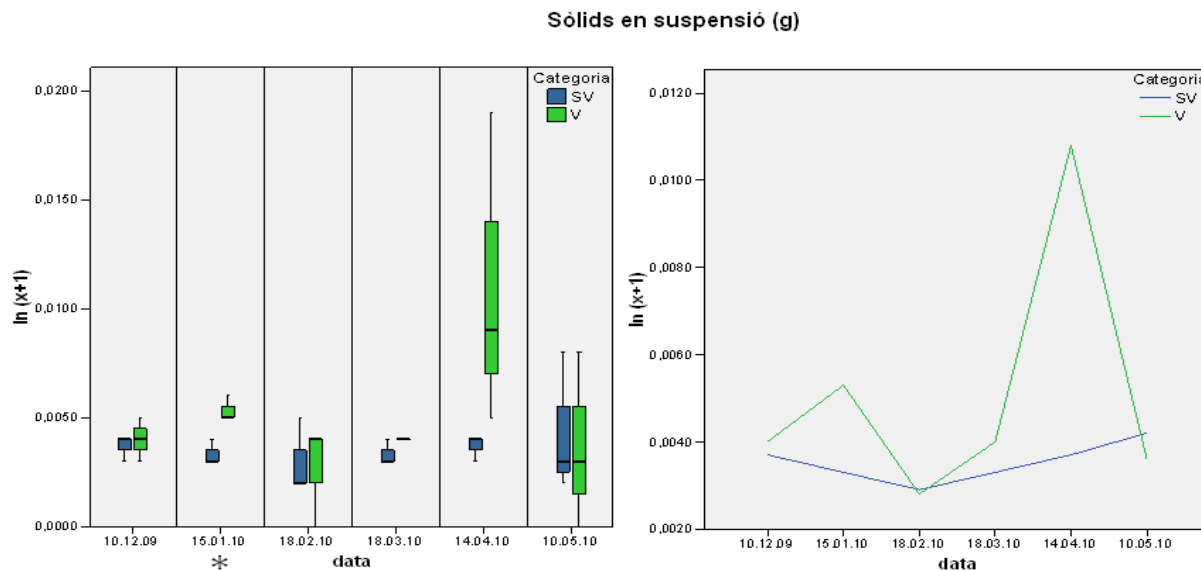


Figura 8.8: Representació gràfica a escala logarítmica dels sòlids ens suspensió (g) durant els dies de mostreig. Els asteriscos representen els dies en els quals hi havia diferències significatives ($p < 0,05$) entre els tancats sense vegetació (SV) i els tancats amb vegetació (V).

Durant el període de mostreig no hi van haver diferències significatives ($p < 0,05$); excepte en un únic dia al principi del mostreig). Els pics que es poden observar al gràfic coincideixen amb els períodes de màxima absència de precipitació i les variacions són especialment aparents en els tancats vegetats.

GILVIN (Absorbància a 440 nm)

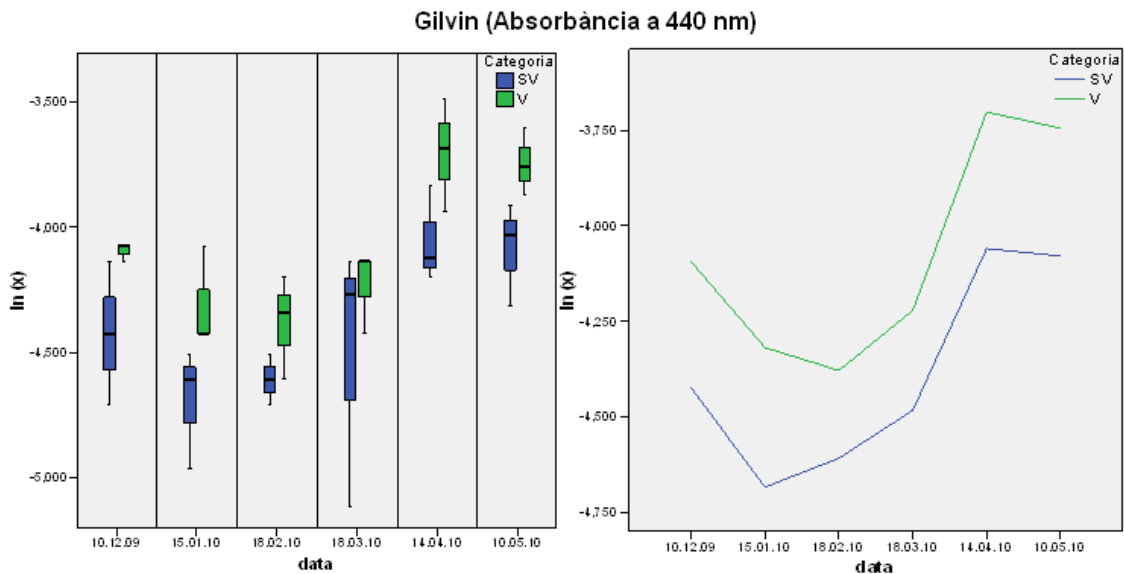


Figura 8.9: Representació gràfica a escala logarítmica del gilvin (absorbància a 440 nm) durant els dies de mostreig.

En aquesta gràfica, tot i que no hi ha diferències significatives ($p < 0,05$), es va observar com la mitjana dels valors de terbolesa dissolta (gilvin) era sempre major en els tancats amb sòl vegetat. Ens ajuda a comprovar-ho el gràfic d'interpolació de la dreta.

TERBOLESA (NTU)

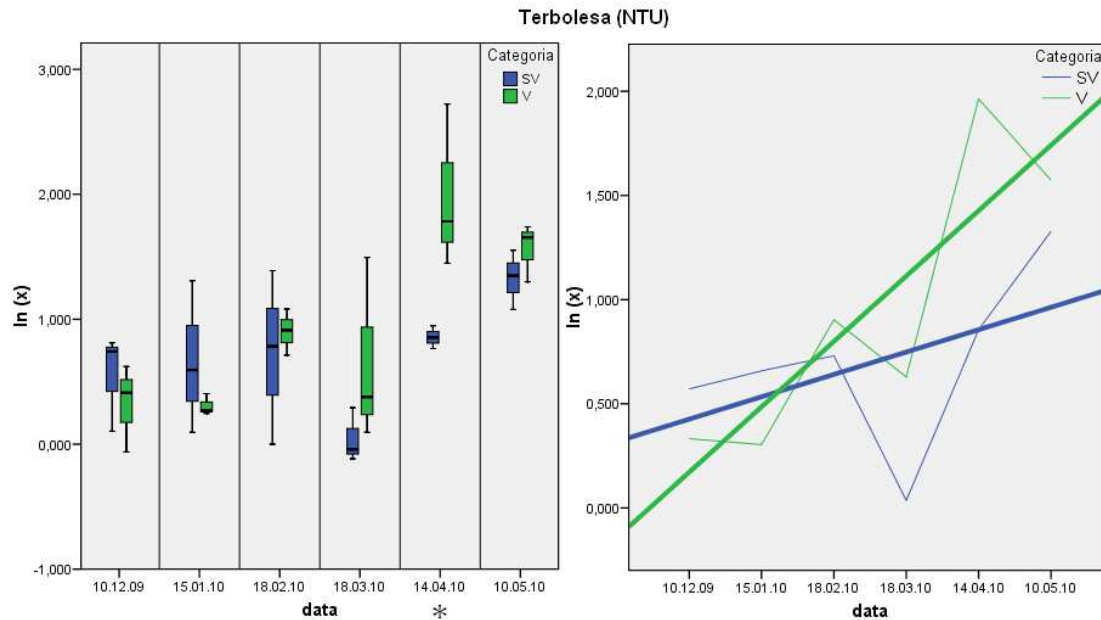


Figura 8.10: Representació gràfica a escala logarítmica de la terbolesa (NTU) durant els dies de mostreig. Els asteriscos representen els dies en els quals hi havia diferències significatives ($p < 0,05$) entre els tancats sense vegetació (SV) i els tancats amb vegetació (V). Les rectes representen les tendències significativament diferents segons l'anàlisi de l'ANCOVA.

La terbolesa no va presentar diferències significatives ($p < 0,05$; excepte en el penúltim mostreig). Es van observar diferències significatives ($p < 0,05$) a partir d'una interacció entre la terbolesa i el factor categòric en base a una covariable que és el temps (ANCOVA). Això indica que la tendència a l'increment al llarg del temps en els tancats vegetats és més gran.

SODI (ppm)

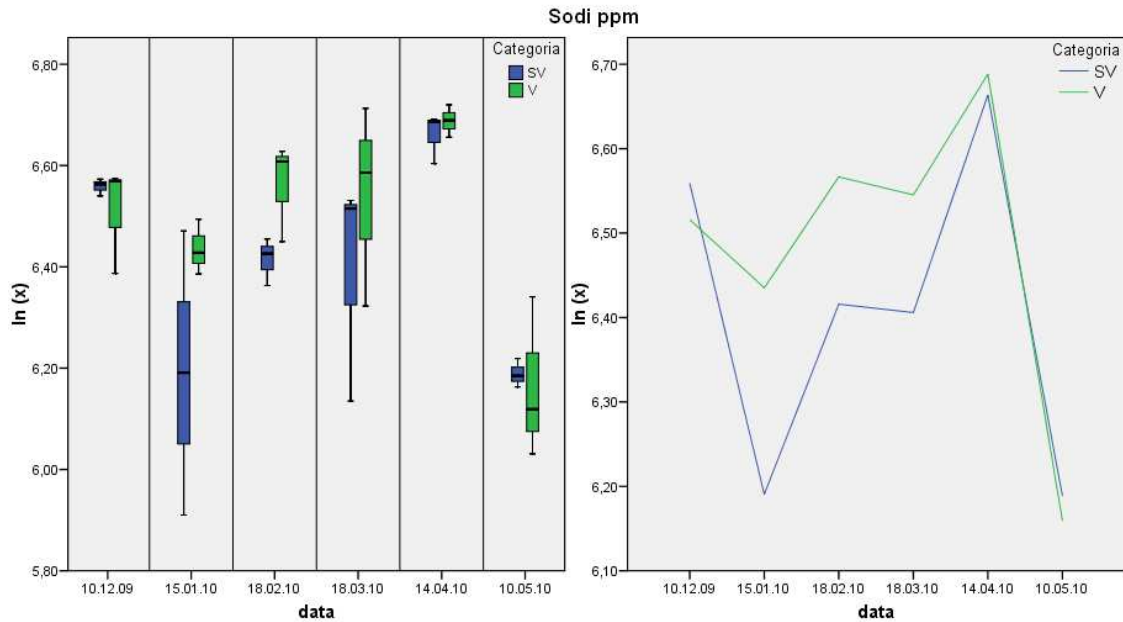


Figura 8.11: Representació gràfica a escala logarítmica del sodi durant els dies de mostreig.

En el sodi no apareixen diferències significatives ($p < 0,05$). Per tant, no s'ha després més sodi allà on no hi havia plantes que on sí n'hi havia. Després del mostreig cinc podem observar una declinació deguda a la gran precipitació produïda abans del últim mostreig.

CLOROFIL·LA A ($\mu\text{g/l}$)

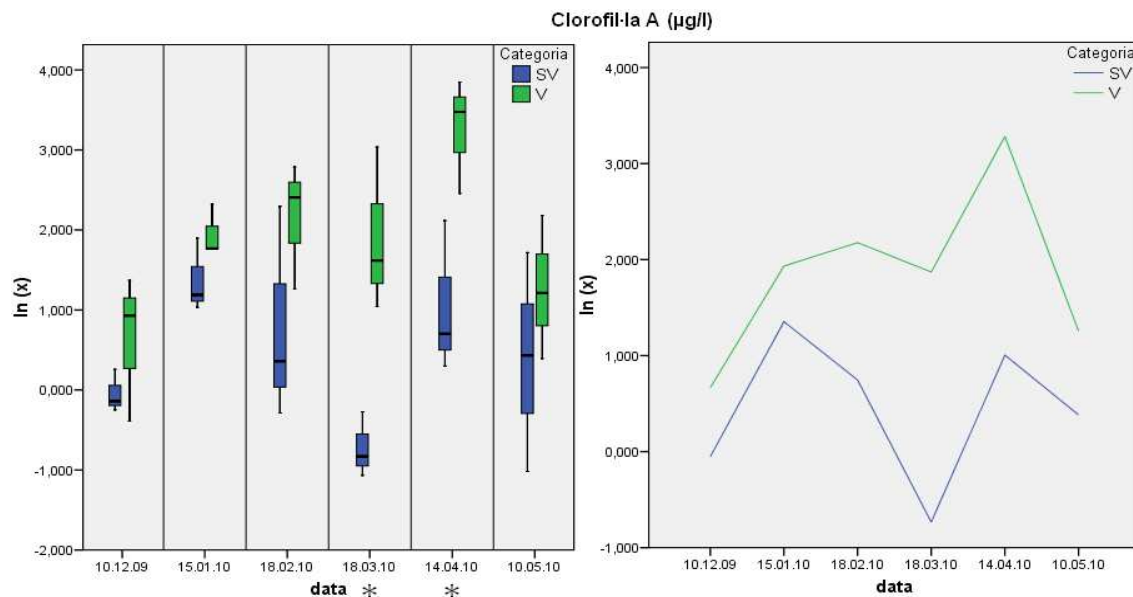


Figura 8.12: Representació gràfica a escala logarítmica de la clorofil·la A ($\mu\text{g/l}$) durant els dies de mostreig. Els asteriscos representen els dies en els quals hi havia diferències significatives ($p < 0,05$) entre els tancats sense vegetació (SV) i els tancats amb vegetació (V).

En aquesta gràfica es pot observar com la clorofil·la A era major en els tancats vegetats que en els tancats no vegetats, on es van trobar dues dades amb diferències significatives ($p < 0,05$) en els mostrejos quatre i cinc. En els tancats sense vegetació es trobava alga filamentosa i en els tancats vegetats es trobava fitoplàncton, a més de coincidir amb els organismes filtradors (Figura 8.4) els quals es troben amb unes diferències significatives ($p < 0,05$) en els tancats vegetats.

FOSFATS (μM)

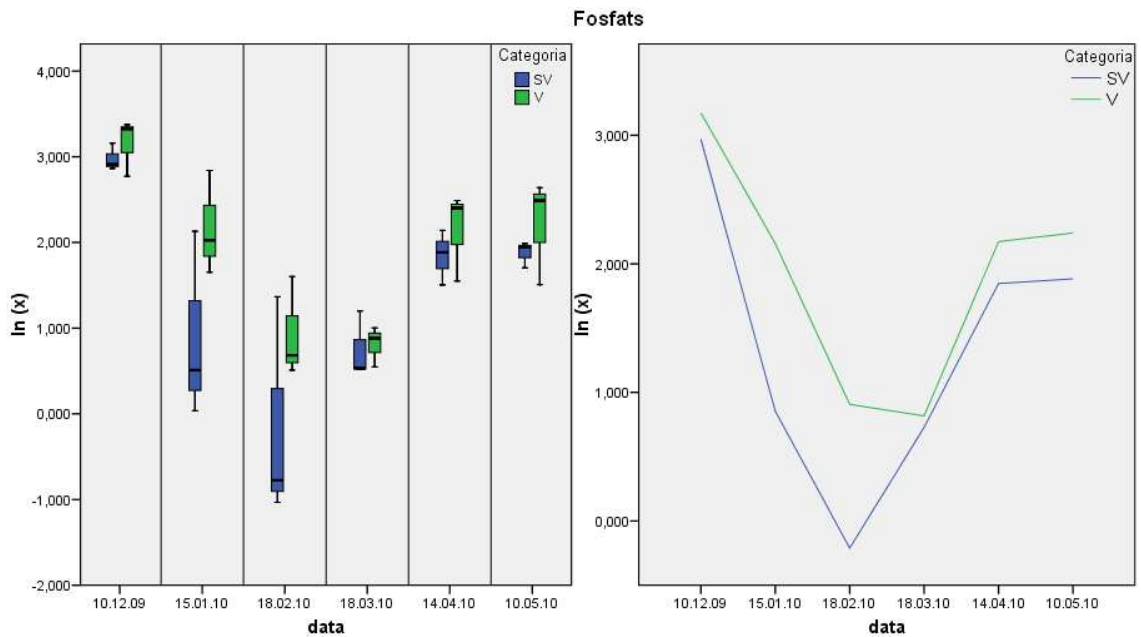


Figura 8.13: Representació gràfica a escala logarítmica dels fosfats (μM) durant els dies de mostreig.

Per a aquest paràmetre no es van observar diferències significatives ($p < 0,05$).

AMONI (μM)

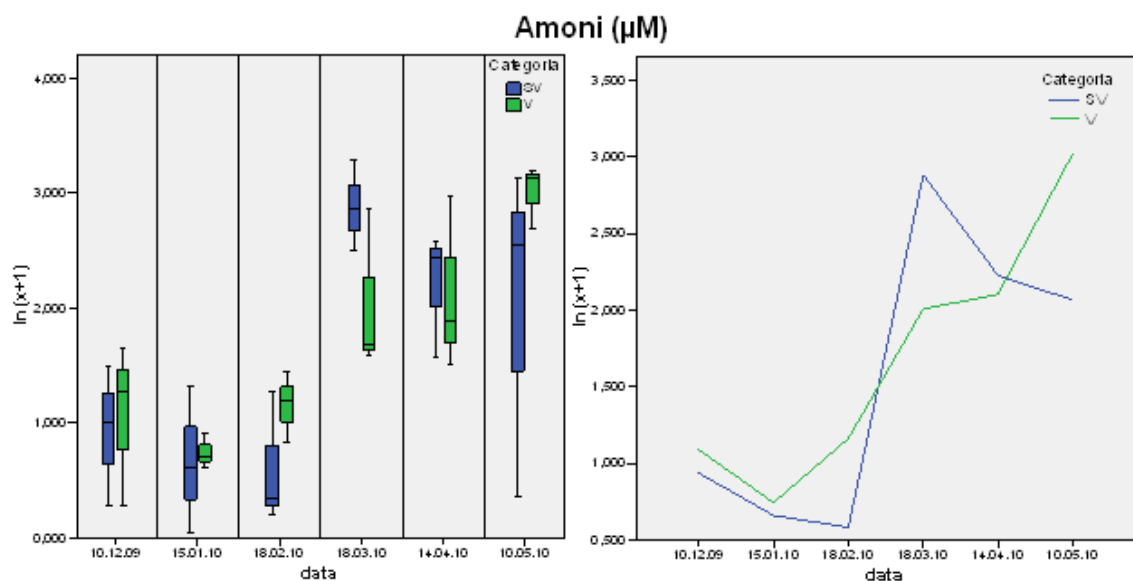


Figura 8.14: Representació gràfica a escala logarítmica de l'amoni (μM) durant els dies de mostreig.

L'amoní, tal i com es pot observar, no presenta diferències significatives ($p < 0,05$).
S'observa que els valors inicials són més baixos que els finals en tots dos tancats.

NITRATS (μM)

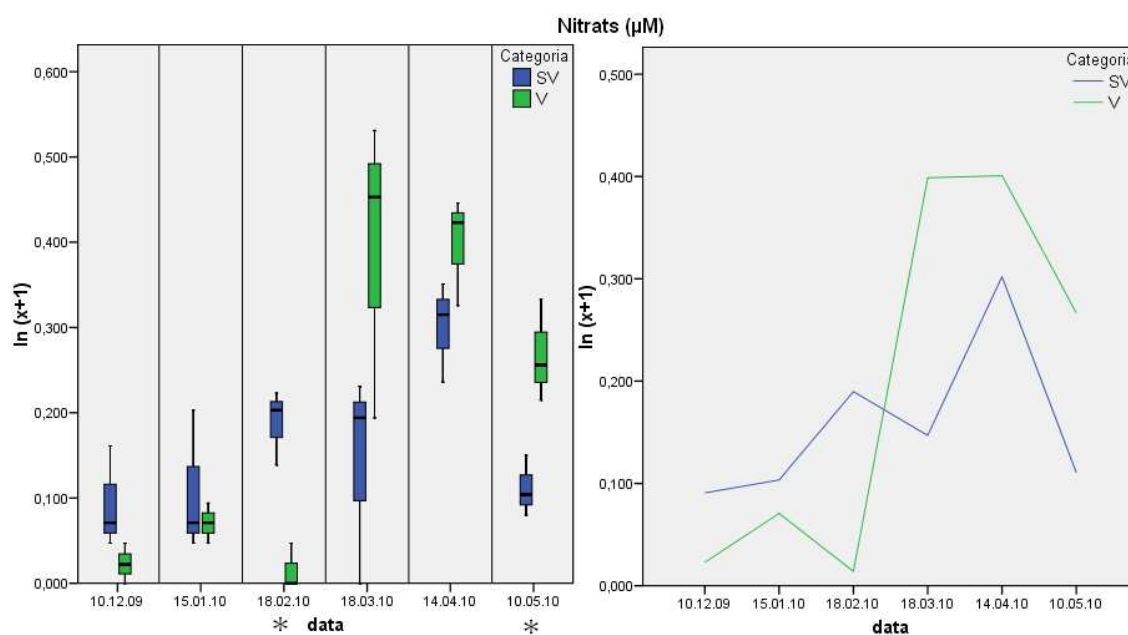


Figura 8.15: Representació gràfica dels nitrats ($\mu\text{g/l}$) dissolts en aigua. Els asteriscos representen l'existència de dades significatives ($p < 0,05$) en el mateix mostreig en el que es troben.

Tot i haver alguns mostrejos on apareixen diferències significatives, les dades prenen una dinàmica molt fluctuant.

OXIGEN DISSOLT (mg/l)

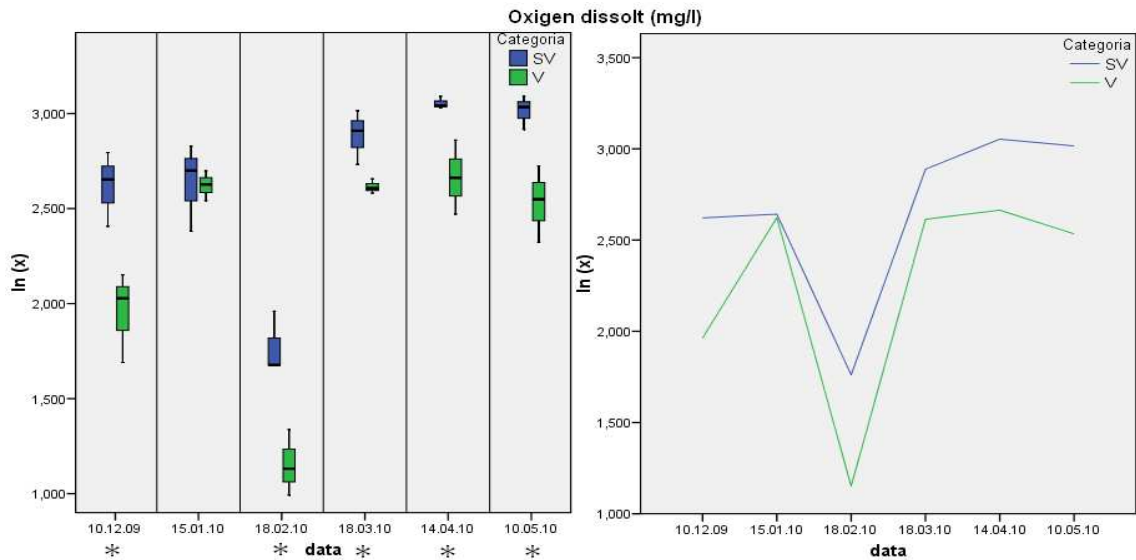


Figura 8.16: Representació gràfica a escala logarítmica de l'oxigen dissolt (mg/l) durant els dies de mostreig. Els asteriscos representen els dies en els quals hi havia diferències significatives ($p < 0,05$) entre els tancats sense vegetació (SV) i els tancats amb vegetació (V).

Es pot observar com hi havia més oxigen dissolt en els tancats sense vegetació amb diferències significatives ($p < 0,05$).

CONDUCTIVITAT (mS/cm)

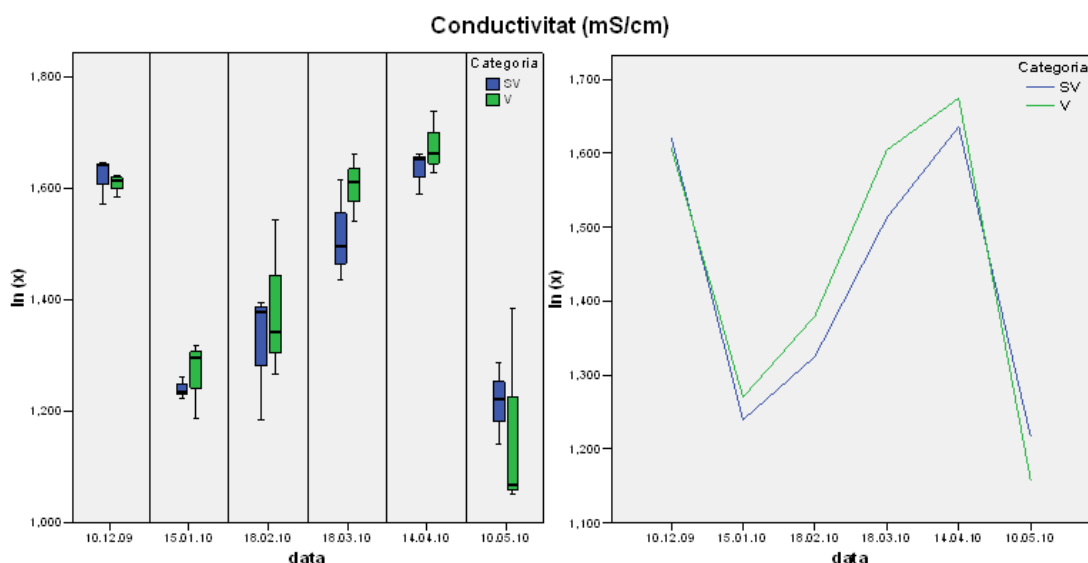


Figura 8.17: Representació gràfica a escala logarítmica de la conductivitat (mS/cm) durant els dies de mostreig.

Tal i com s'observa, els tancats vegetats i no vegetats segueien una dinàmica semblant durant els diferents mostrejos. Entre el primer i el segon mostreig s'observava una davallada de la conductivitat fruit de l'aport d'aigua provinent del rec del molí (Figura 6.9) del dia 4 de gener (21.360 m³). En els següents mostrejos es troba un augment de la conductivitat produït per la dinàmica natural de la llacuna fins al cinquè mostreig, on es va tornar a aportar aigua provinent del mateix rec (Figura 6.9) el dia 27 d'abril (72.000 m³). En aquest mostreig també cal destacar les fortes precipitacions que van haver creat aquesta davallada.

PH

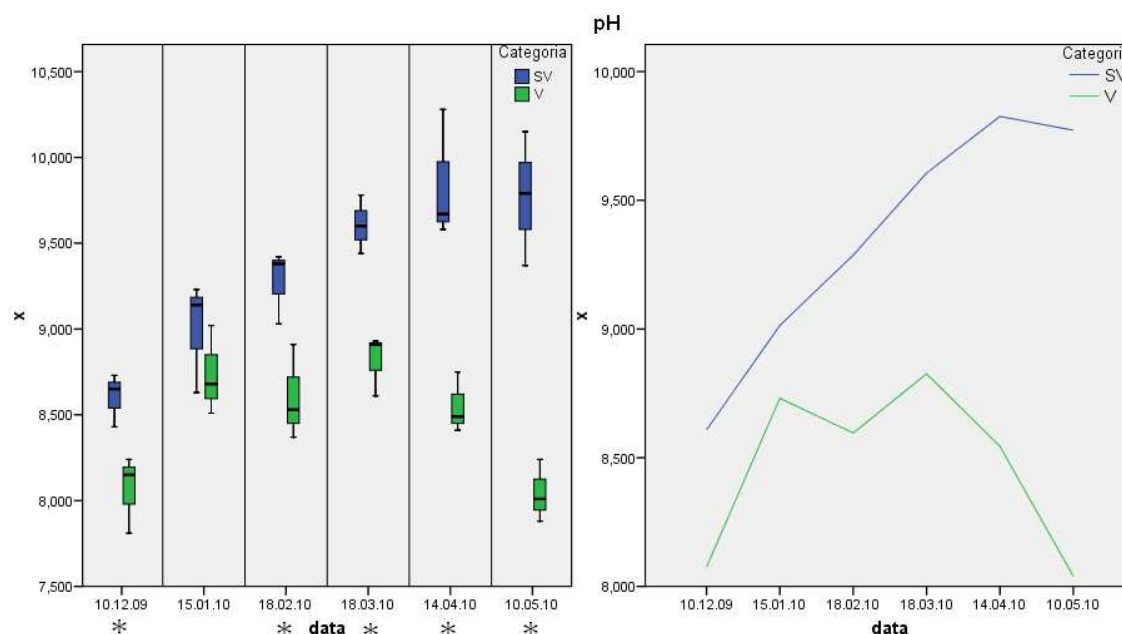


Figura 8.18: Representació gràfica del pH durant els dies de mostreig. Els asteriscs representen els dies en els quals hi havia diferències significatives ($p < 0,05$) entre els tancats sense vegetació (SV) i els tancats amb vegetació (V).

En el cas del pH, es van trobar diferències significatives ($p < 0,05$) des del primer dia que es mantenen en el temps i la diferència tendeix a incrementar-se.

TEMPERATURA (°C)

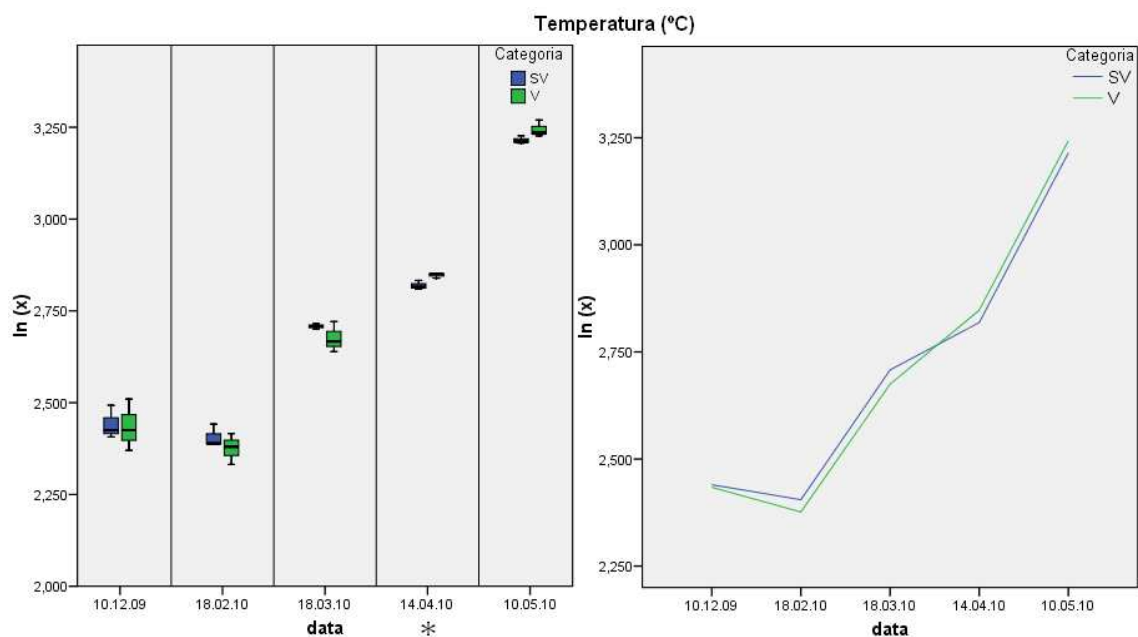


Figura 8.19: Representació gràfica a escala logarítmica de la temperatura (°C) durant els dies de mostreig. Els asteriscos representen els dies en els quals hi havia diferències significatives ($p < 0,05$) entre els tancats sense vegetació (SV) i els tancats amb vegetació (V).

Tal i com podem observar la temperatura no va presentar diferències significatives ($p < 0,05$) entre vegetat i no vegetat. Tot i això, va haver un increment de la temperatura degut a la dinàmica estacional natural del sistema.

9. Discussió

La hipòtesi inicial del present estudi contemplava analitzar les diferències en l'evolució de la terbolesa en zones vegetades i zones de sòl sense vegetar, no estructurat, a l'estany del Cortalet, per tal de determinar si la causa de l'augment de la terbolesa era d'origen físic, causat per la manca d'estructuració del sòl de tipus sòdic. Aquest sodi, amb capacitat dispersant, s'allibera al medi aquàtic degut a la desmembració, juntament amb el sediment, en àrees de sòl sense vegetar.

Primer de tot cal dir que l'alta terbolesa que altres anys s'havia trobat i que ha esdevingut un problema en l'estany del Cortalet, aquest any no s'ha observat. Això pot ser degut a les mesures adoptades pel PNAE, que es comentaran al final d'aquest apartat.

9.1. Validació de la hipòtesi

Els paràmetres que tenen relació amb la **terbolesa particulada** de la hipòtesi inicial són el sodi, els sòlids en suspensió i la terbolesa.

Quan al **sodi** no s'han observat diferències significatives entre sòl vegetat i no vegetat. Per tant, no s'ha produït un major alliberament de sodi en els tancats no vegetats que en els vegetats. Això és contrari al que s'esperava si el sòl sòdic no cohesionat per les arrels del sòl no vegetat hagués comportat un major esmicolament del sediment.

En el cas dels **sòlids en suspensió** tampoc s'han trobat diferències significatives. Segons la nostra hipòtesi s'esperava més sòlids en suspensió en els tancats no vegetats que en els vegetats, contràriament al que s'esperava ja que en els tancats vegetats la vegetació fixaria el sòl i no en permetria l'alliberació d'aquestes partícules a l'aigua.

En la **terbolesa total** s'observen dades significatives generades per una interacció entre la terbolesa del tractament vegetat (V) i la del no vegetat (SV) en base a una covariable temporal on s'observa una tendència a incrementar les diferències entre vegetat i no vegetat al llarg del temps. La terbolesa del tancat V és major de

manera significativa que la del tancat SV, contràriament al que s'esperava trobar en la terbolesa. En conjunt, hauria de ser major en els tancats SV que en els tancats V degut a l'absència d'arrels que fixen el sòl.

Aquests tres paràmetres relacionats amb la terbolesa donen suport a refusar la hipòtesi principal del present estudi ja que, com s'ha pogut comprovar al llarg de l'estudi, els resultats obtinguts contradiuen la hipòtesi general.

9.2. Diferències entre tractament (tancats V versus tancats SV)

En general, com ja s'ha comentat, en els tancats vegetats es troba major terbolesa. La diferència en la terbolesa es deguda a la fracció particulada, ja que la terbolesa deguda a substàncies dissoltes no ha mostrat diferències significatives entre tractaments. Així, el **gilvin**, no ha presentat diferències significatives. Val a dir, que s'ha observat que les mitjanes dels tancats vegetats són majors al llarg de tot l'estudi. Això pot ser degut a una major presència d'àcids húmics a partir de la descomposició de la vegetació.

Pel que fa a la **clorofil·la a** s'observen diferències significatives entre els tancats vegetats i no vegetats, essent major en els tancats vegetats. Les diferències de les dades poden ser explicades per processos de producció primària. Aquestes poden ser atribuïdes a una major densitat de fitoplàncton en el tancat vegetat, el qual genera producció primària planctònica i, degut a això, hi ha un major nombre d'organismes filtradors.

Les algues van aparèixer als tancats no vegetats on la seva biomassa mesurada en pes sec donava valors significatius respecte als vegetats. Aquestes algues filamentoses generen producció primària bentònica, la qual no queda recollida en l'aigua filtrada utilitzada per a mesurar la clorofil·la a. Tot i això, la seva distribució en l'àrea de mostreig, és podria atribuir a que aquestes algues els hi agrada molt la llum de les zones més obertes on no hi ha ombra i que coincidia amb la situació dels tancats no vegetats. Aquest no és un factor que afecti a la terbolesa sinó que es fruit de la dinàmica lacustre.

En l'**oxigen dissolt** apareixen diferències significatives amb una major presència a les zones no vegetades. Aquest fet podria ser explicat per la producció primària bentònica generada per les algues en els tancats no vegetats (Figura 8.3). En cap cas tindria relació amb la terbolesa produïda pels sodi.

El **pH** presenta diferències significatives durant tot els mostrejos. Cal dir que des del principi van haver aquestes diferències i a mesura que passa el temps aquesta diferència es veu incrementada. Aquestes diferències podrien ser explicades a partir d'un procés de producció primària bentònica ja que en els tancats no vegetats s'ha trobat major quantitat d'alga filamentosa (Figura 8.3) que en els enclosos amb vegetació. També podria ser degut a la descomposició de la vegetació original. En cap dels casos però, no seria degut a la terbolesa d'origen sòdic.

En aquests tancats no vegetats, a més, els valors d'oxigen dissolt i de pH eren més alts significativament. Com hem comentat en l'apartat anterior, aquest canvis podrien ser perfectament deguts a la producció primària bentònica. Un altre cop, la terbolesa per causa del sodi no té res a veure amb aquests canvis.

En general els canvis significatius dels paràmetres observats entre tancats vegetats i no vegetats no donen suport a la hipòtesi on la terbolesa tendeix a augmentar en els tancats no vegetats degut a la desmembració del sòl en aquest. A més, aquests canvis s'expliquen adientment per altres processos, com ara una producció primària significativa entre els tractaments (SV i V). La diferent biomassa algal mesurada al final de l'experiment entre tractaments valida aquesta explicació.

9.3. Millores en la gestió de la llacuna del Cortalet.

Durant la realització del present estudi no s'ha produït l'increment de terbolesa en la llacuna del Cortalet que s'havia observat en els anys anteriors. Això podria ser degut a les mesures de gestió que s'han implementat des del PNAE:

- ❖ Des de fa 10 anys, aproximadament, es realitza un assecament estival de la llacuna, el qual tenia com a objectius:
 1. Simular el procés natural d'assecatge estival característic de les llacunes mediterrànies temporànies.

2. Disminuir la població de cranc roig americà (*Procambarus clarkii*) i la de carpa comuna (*Cyprinus carpio*).
 3. Evitar brots de botulisme.
- ❖ Des de fa també 10 anys, es va posar en funcionament un filtre verd que depura de forma natural l'aigua provinent del rec del Molí. Va estar funcionant 4 anys, però es va aturar el seu funcionament els següents 6 anys. Aquest any s'ha tornat a posar en funcionament. Segons el PNAE, la terbolesa també era menor durant els 4 anys en què es va funcionar el filtre verd.

Les captures realitzades al final de l'experiment dut a terme a l'últim mostreig, va donar dades que fan pensar sobre si la major riquesa observada de cranc roig americà en les zones vegetades es pot explicar com a conseqüència de la bioturbació que poden realitzar els crancs. Aquest últim mostreig de macròfits i invertebrats no pot donar (ni té cap intenció de donar) resposta a la problemàtica de la terbolesa, però podria donar una pista sobre quina línia podrien seguir futurs estudis per trobar les seves causes.

Les possibles explicacions de per què la terbolesa és més alta en el nostre estudi podria tenir també relació amb la major abundància de fitoplàncton en les zones vegetades. Aquest, que és competència directa de les algues verdes es veu afavorit per zones on la insolació no és tan acusada.

10. Propostes d'actuació

- ❖ Mantenir les mesures aplicades fins al moment.
- ❖ Realitzar un estudi edafològic del sòl, especialment del sediment de l'estany.
- ❖ Estudiar l'aigua en les entrades i sortides del filtre verd.
- ❖ Realitzar estudis sobre la possible afectació biològica en la terbolesa (bioturbació). Així es podrien realitzar aproximacions experimentals fent tests amb zones poblades i despoblades per cranc roig americà, tests per separat o junts de zones amb presència i altres sense de fitoplàncton, algues i/o organismes filtradors, zones amb sediment més profund més o menys consolidat i que l'afectació per aquests organismes pot ser més o menys susceptible, etc.

11. Conclusions.

- ❖ Segons la nostra hipòtesi, en el present estudi es pot concloure que no s'han observat diferències entre sòls vegetats i sòls no vegetats en alguns paràmetres que tenen a veure amb la terbolesa com són el sòlids en suspensió i el sodi. En canvi, en la terbolesa total trobem diferències que contradiuen la nostra hipòtesis trobant concentracions més altes en els sòls vegetats.
- ❖ Pel que fa al gilvin, la seva concentració augmenta més depressa als sòls vegetats, suggerint un augment de la matèria orgànica dissolta pels helòfits en descomposició dels tancats vegetats.
- ❖ Els resultats obtinguts descarten que en sòls de l'estany del Cortalet sense vegetació (SV) hi ha més desestructuració del sòl deguda al sodi que en sòls coberts amb vegetació de *Paspalum*. Es descarta així la hipòtesi de partida, la qual afirma que l'evolució de la terbolesa en zones vegetades es menor que en les zones de sòl sense vegetar, causada per la manca d'estructuració d'aquest sòl.
- ❖ Les diferències entre tancats V i SV es troben en les variables: clorofil-la a, oxigen dissolt i pH, les quals estan relacionades amb la producció primària. En el cas de la clorofil-la a, són atribuïbles a processos biològics com la producció primària planctònica, possiblement deguda al fitoplàncton present en els tancat vegetats. En el cas de l'oxigen dissolt i el pH atribuïm les diferències a la generació de producció primària bentònica provinent de les algues filamentosos que trobem en el tancat sense vegetació amb diferència sobre els tancats vegetats.

12. Bibliografia.

- ❖ J. PORTA CASANELLAS, M. LOPEZ C. ROQUERO DE LABURU, 2003. *Edafología: de la agricultura y el medio ambiente*. ISBN 847114784X
http://books.google.com/books?id=GazqVtITqLUC&pg=PA19&lpg=PA19&dq=j.+porta+edafologia+referencia&source=bl&ots=LZptXiWhzn&sig=Geq2W AphInbU0Ya2_3O9q62kmSs&hl=ca&ei=0RqITPXQFZ-O4gaGnsWtAQ&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=5&ved=0CC8Q6AEwBA#v=onepage&q&f=false
- ❖ JENAR FÈLIX, JORDI SARGATAL, CARLES VALLÈS, 1989. *Els Aiguamolls de l'Empordà: aspectes ecològics, històrics i socials del parc natural. Volum 3 de Quaderns dels Indiketes*. ISBN 8485874315
- ❖ CASANELLAS, J.P., 1983. Sistema de Información Edafológica y Agronómica de España. *Manual para la Descripción Codificada de Suelos en el Campo*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
<http://www2.iec.cat/mapasols/Ca/Llibre12.pdf>
- ❖ DR. L. BAÑERAS, A. GARCÍA-LLEDÓ, A VILAR-SANZ. Juny de 2008. Universitat de Girona. *Muntatge de sistemes experimentals per a l'assaig "in situ" de l'activitat bacteriana nitrificant i desnitrificant en els SAC de l'EDAR-Empuriabrava*.
http://www.ccbgi.org/docs/recerca_aplicada/informe_juny_2008_lluis_banyeras.pdf
- ❖ MARGALEF, R. 1983. *Limnología*. Ed. Omega, Barcelona. ISBN 8428207143
- ❖ ALONSO, M. 1996. *Crustacea, Brachiopoda*. En: *Fauna Ibérica*, vol. 7. RAMOS, M. A. et al. [Eds]. Museo Nacional de Ciencias Naturales. CSIC Madrid. 486.pp. ISBN 8400075714
- ❖ VIVES, F. y SHMELEVA, A., 2006. *Crustacea, Copépodos Marinos*.

- ❖ BERNARD DOSSART. *Les copépodes des eaux continentales d'Europe occidentale*. Tome II: *Cyclopoïdes et Biologie*. Editions N. Boubée & Cie. 1969. COLLECTION "FAUNES ET FLORES ACTUELLES".
- ❖ JAMES H. THORP, ALAN P. COVICH. 2001, 1991. *Ecology and Classification of Nord American Freshwater Invertebrates*. Second Edition. ACADEMIC PRESS. ISBN 0126906475
- ❖ J. SOLÀ SUBIRANES, J. PICART I BOIRA., 1996. Mapa Geològic de Catalunya 1:25.000 Sant Pere Pescador. Server Geològic de Catalunya.
- ❖ Institut Geològic de Catalunya. <http://www.igc.cat>
- ❖ Institut Cartogràfic de Catalunya. <http://www.icc.cat>

13. Annex

13.1. Mostreig i característiques

NOVEMBRE - INSTAL·LACIÓ DELS TANCATS







tancat	1	2	3
Sense Vegetació			
tancat	4	5	6
Amb Vegetació			
Temperatures mensuals:	Mitjana : 13, 2 °C		
	Oscil·lació mitjana: 10,05 °C.		
Precipitació mensual:	Va ploure poc. Amb 4 dies de precipitació al principi i dos al final. La mitjana de precipitació per dia va ser de 6 L/m² .		

Figura 13.1: Fotografies pròpies del dia de la instal·lació dels tancats per tal de realitzar els mostrejos del present estudi. Es va tenir especial cura amb la ubicació d'aquests per tal de no generar un impacte visual als visitants del PNAE. A la part inferior de la taula es pot trobar les dades meteorològiques mensual a partir de les dades obtingudes pel PNAE.

DESEMBRE - PRIMER MOSTREIG

Temperatures mensuals	Mitjana de 8,5 °C	
	Oscil·lació mitjana: 10,5°C	
Precipitació mensual:	Va ploure molt poc. Només 14 L/m² en tot el més. Bàsicament a final de més, 3 dies de la última setmana.	
Dia de mostreig:	Data:	10-12-2010
	L'última vegada que va ploure va ser poquet a finals de novembre.	
	Màxima:	18°C
	Mínima:	2,6°C
	Mitjana:	10,6°C

Figura 13.2: Primer mostreig realitzat als tancats instal·lats. No es pot visualitzar l'estat inicial del cicle natural dins els tancats ja que no es disposa de fotografies. A la part inferior es poden observar les dades meteorològiques mensuals i les del dia de mostreig, a partir de les dades cedides per el PNAE.

GENER - SEGON MOSTREIG


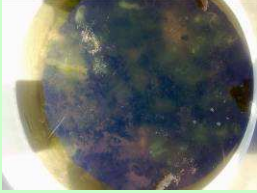




Tancat	1	2	3
Sense Vegetació			
Tancat	4	5	6
Amb Vegetació			
Temperatures mensuals:	Mitjana de 7,1 °C		
	Oscil·lació mitjana: 8,1 °C		
Precipitació mensual:	Va ploure molt poc. Només 14 L/m² en tot el més. Bàsicament a final de més, 3 dies de la última setmana.		
Dia de mostreig:	Data:	15-01-2010:	
	Va ploure poc 3 dies abans del mostreig i el dia anterior a aquest, 3,6 i 1,4 L/m ² respectivament.		
	Màxima:	8°C	
	Mínima:	0°C	
	Mitjana:	4°C	

Figura 13.3: Segon mostreig dut a terme on es pot observar els diferents tancats amb el seu corresponent estat en el moment del mostreig. A la part inferior es poden observar les dades meteorològiques mensuals i les del dia de mostreig, a partir de les dades cedides per el PNAE.

FEBRER - TERCER MOSTREIG







Tancat	1	2	3
Sense Vegetació			
tancat	4	5	6
Vegetació			
Temperatures mensuals:	Mitjana de 7,8 °C		
	Oscil·lació mitjana: 10,6 °C		
Precipitació mensual:	Tota la pluja que va caure aquell mes va caure en la primera meitat just fins al mostreig del dia 18. Van caure en total 106 L/m²		
Dia de Mostreig:	Data:	18-02-2010:	
	Van ploure 20 L/m ² aquell mateix dia i va ploure 22 i 18 L/m ² en dos dels tres dies anteriors.		
	Màxima:	14,6°C	
	Mínima:	4,4°C	
	Mitjana:	9,5°C	

Figura 13.4: Tercer mostreig dut a terme on es pot observar els diferents tancats amb el seu corresponent estat en el moment del mostreig. A la part inferior es poden observar les dades meteorològiques mensuals i les del dia de mostreig, a partir de les dades cedides per el PNAE.

MARÇ - QUART MOSTREIG







Tancat	1	2	3
Sense Vegetació			
Tancat	4	5	6
Vegetació			
Temperature s mensuals:	Mitjana de 9,5 °C		
	Oscil·lació mitjana: 9,4 °C		
Precipitació mensual:	Durant la primera setmana de març van caure 61,4 L/m² , gran part de la qual en forma de neu, la resta del mes va ser sense precipitacions, excepte la ultima setmana que van caure 15 L.		
Dia de mostreig:	Data:	18-03-2010:	
	No va ploure, l'últim fenomen meteorològic va ser la nevada, iniciada el dia 8 de Març.		
	Màxima:	17,4°C	
	Mínima:	1°C	
	Mitjana:	9,2°C	

Figura 13.5 : Quart mostreig dut a terme on es pot observar els diferents tancats amb el seu corresponent estat en el moment del mostreig. A la part inferior es poden observar les dades meteorològiques mensuals i les del dia de mostreig, a partir de les dades cedides per el PNAE.

ABRIL - CINQUÈ MOSTREIG







Tancat	1	2	3
Sense Vegetació			
tancat	4	5	6
Vegetació			
Temperature s mensuals:	Mitjana de 13,9 °C		
	Oscil·lació mitjana: 13,22 °C		
Precipitació mensual:	Durant la primera setmana d'abril van caure 15 L/m² , la resta va caure el dia 12 (5,8 L/m ²) i 1 L/m ² el dia 22.		
Dia de mostreig:	Data:	14-04-2010:	
	Havia plogut el dia 12 i uns dies a principi de mes. En dos setmanes 21,8 L/m ²		
	Màxima:	17°C	
	Mínima:	3,2°C	
	Mitjana:	10,1°C	

Figura 13.6: Cinquè mostreig dut a terme on es pot observar els diferents tancats amb el seu corresponent estat en el moment del mostreig. A la part inferior es poden observar les dades meteorològiques mensuals i les del dia de mostreig, a partir de les dades cedides per el PNAE.

MAIG - SISÈ MOSTREIG







Tancat	1	2	3
Sense Vegetació			
Tancat	4	5	6
Vegetació			
(Les mitjanes s'han realitzat amb dades dels 13 primers dies del mes)			
Temperatures mensuals:	Mitjana de 13,24 °C		
	Oscil·lació mitjana: 8,6 °C		
Precipitació Mensual:	En els 10 primers dies de mes van caure 106 L/m² , va ser un inici de mes plujós.		
Dia de mostreig:	Data:	10-05-2010:	
	Màxima:	23°C	
	Mínima:	9,4°C	
	Mitjana:	16,2°C	

Figura 13.7 : Quart mostreig dut a terme on es pot observar els diferents tancats amb el seu corresponent estat en el moment del mostreig. A la part inferior es poden observar les dades meteorològiques mensuals i les del dia de mostreig, a partir de les dades cedides per el PNAE.

13.2. Estadístic dels anàlisis

EFFECTE ENCLÒS (VEGETAT VS. EXTERIOR)

TAULA D'ANOVES	MOSTREIG	MOSTREIG	MO9TREIG	MOSTREIG	MOSTREIG	MOSTREIG
	1	2	3	4	5	6
SÒLIDS EN SUSPENSÍO	NS	0,025	NS	NS	NS	NS
GILVIN	NS	NS	NS	NS	NS	0,017
TERBOLESA	NS	0	0,005	NS	NS	NS
SODI	NS	NS	NS	NS	0,033	NS
CLOROFIL·LA A	NS	NS	NS	NS	0,012	0,034
CLOROFIL·LA B	NS	0,002	NS	NS	NS	NS
FOSFATS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
AMONI	NS	NS	NS	NS	NS	0,021
NITRITS				NS	NS	NS
NITRATS	NS	NS	0,05	NS	NS	NS
OXIGEN DISSOLT	0,027	0,008	NS	0,001	NS	NS
CONDUCTIVITAT	NS	NS	NS	0,006	NS	NS
PH	0,047	NS	NS	0,001	NS	0,007
TEMPERATURA	0,007		0,008	0,005	NS	NS
PROFUNDITAT		<0,0001	NS	0,001	0,004	NS

Figura 13.8: Les dades amb color verd representen el valor de significació de l'efecte enclòs, que representen les diferències significatives entre els enclosos vegetats i els punts exteriors amb un interval de confiança del 95%, és a dir, són dades significatives si $p < 0,05$. Teòricament, els punts vegetats haurien de seguir la mateixa estructura que els punts exteriors.

RESULTATS ENTRE TANCATS SENSE VEGETACIÓ (SV) I AMB VEGETACIÓ (V).

TAULA D'ANOVES	MOSTREIG	MOSTREIG	MOSTREIG	MOSTREIG	MOSTREIG	MOSTREIG
	1	2	3	4	5	6
SÒLIDS EN SUSPENSIO	NS	0,013	NS	NS	NS	NS
GILVIN	NS	NS	NS	NS	NS	NS
TERBOLESA	NS	NS	NS	NS	0,043	NS
SODI	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CLOROFIL-LA A	NS	NS	NS	0,015	0,032	NS
CLOROFIL-LA B	NS	NS	NS	<0,0001	NS	NS
FOSFATS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
AMONI	NS	NS	NS	NS	NS	NS
NITRITS	.	.	.	NS	0,047	.
NITRATS	NS	NS	0,004	NS	NS	0,018
OXIGEN DISSOLT	0,021	NS	0,011	0,033	0,027	0,019
CONDUCTIVITAT	NS	NS	NS	NS	NS	NS
PH	0,028	NS	0,029	0,005	0,006	0,002
TEMPERATURA	NS		NS	NS	0,027	NS
PROFUNDITAT		0,050	0,019	0,012	0,030	NS

Figura 13.9: Les dades amb color verd representen diferències significatives entre els enclosos vegetats i no vegetats amb un interval de confiança del 95%, és a dir, són dades significatives si $p < 0,05$.

TAULES ANCOVES	S.S	GILVIN	TERBOLESA	SODI	CHLA A	CHLA B	FOSFATS	O.D.	PH
P<0,05	NS	NS	0,046	NS	NS	NS	NS	NS	<0,0001

Figura 13.10: Les dades amb color verd representen diferències significatives entre els enclosos vegetats i no vegetats amb un interval de confiança del 95%, és a dir, són dades significatives si $p > 0,05$. Aquestes dades es troben a partir de la interacció entre el paràmetre desitjat i el factor categòric amb la covariable temps (ANCOVA).

13.3. Dades meteorològiques

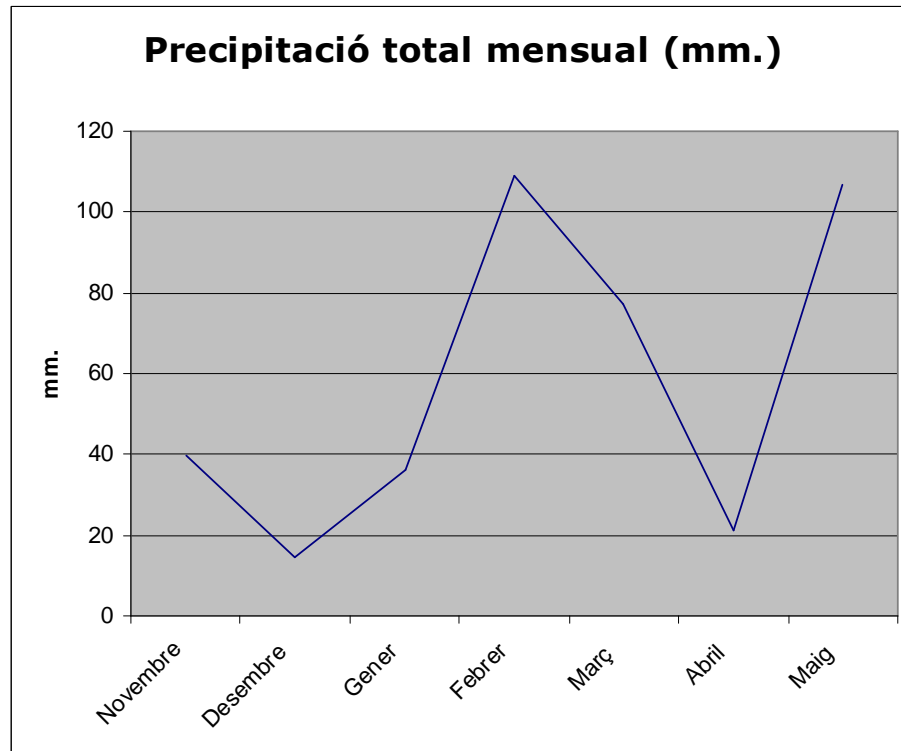


Figura 13.11 : Precipitació total mensual produïda durant l'estudi. Font: Parc Natural dels aiguamolls de l'Empordà (PNAE).

ESTUDI DE LA PROBLEMÀTICA DE TERBOLESA DE L'ESTANY DEL CORTALET.

CONQUIRO LACUS S.L.

DATA: 04/06/2010

ELABORAT PER:

RAÛL REQUENA PELEGRINA

DANIEL MARÍN CHECA

ANTONIO SERRANO AGUILAR

