



SALINITZACIÓ DELS RIUS PER LA INDÚSTRIA MINERA

Estudi de la comunitat d'algues

TREBALL DE RECERCA

Autor: Natàlia Franco Muñoz

Tutor: Josep Maria Calverol

2n BATXILLERAT.

CURS 2011/2012

Barcelona, 27 de gener de 2012.

Agraïments

Vull donar les gràcies a totes les persones que m'han ajudat a fer aquest treball, tant amb els seus coneixements com donant-me ànims.

En primer lloc, a la UB i el parc científic per donar l'oportunitat de fer l'experiment a les seves instal·lacions i amb ajuda.

Al tutor del treball, el Josep Maria Calverol, per guiar-me, acceptar tots els canvis que he fet i les correccions.

Als meus pares per llegir-se el treball i donar-me una empenta quan em deixava massa.

A la Raquel Cèsperdes i en Jordi Badia per respondre a les entrevistes, amb ganes, dedicació i sense posar inconvenients.

I en especial vull agrair al Miguel Cañedo, el tutor del parc científic, tota la seva ajuda a l'hora de fer el treball, per les coses que vaig aprendre amb ell i, sobretot, per la seva gran amabilitat i simpatia. Gràcies!

ÍNDEX

0. Presentació	3
PART TEÒRICA	
1. Introducció	5
1.1 Els rius	6
1.2 Contaminants	7
1.3 La salinitat	8
1.4 El riu Llobregat	9
2. Les mines de sal	10
2.1 Indústria minera- l'extracció de potassa al Bages	11
2.2 Situació de la mina, Iberpotash	12
2.3 Formació de les mines de sal	13
2.4 Controvèrsia	14
3. La salinització i el medi	15
3.1 Repercussió en els rius	16
3.2 Repercussió en els organismes	17
3.3 Herbari de les espècies halòfites que es troben a la zona d'influència de les mines de sal	20
PART PRÀCTICA	
1. L'experiment	
1.1 Introducció a l'experiment i objectiu	24
1.2 Disseny experimental	25
1.3 Estudi de la biomassa algal	27

1.4 Tècnica utilitzada per a l'anàlisi	30
1.5 Hipòtesi de partida	32
1.6 Obtenció i anàlisi de resultats	
1.6.1 L'índex de Margalef	33
1.6.2 Gràfics	34
1.7 Conclusions generals dels gràfics	38
 2. Entrevistes	
2.1 Entrevista a Jordi Badia, representant de la Plataforma Montsalat	39
2.2 Entrevista a Raquel Céspedes, Aigües de Barcelona	43
 CONCLUSIONS	46
 BIBLIOGRAFIA	48
 ANNEX	51

PRESENTACIÓ

Mantenir l'equilibri de la Terra és una tasca molt difícil i delicada. Cada cop queda més clar que cal una consciència comú per a produir canvis i solucionar les coses. Si això s'aconsegueix, des d'una perspectiva optimista, encara és un interrogant, però el que ja s'ha pogut veure és que abans que l'home pateixi les conseqüències més dures dels seus propis actes destruirà una part, qui sap quanta, de la bellesa de la Terra.

És per això que vaig decidir fer un treball que parlés d'un tema mediambiental del que havia llegit força coses i que no és tant conegut com el canvi climàtic, i no per això menys greu: l'acidificació dels oceans. Un cop ja l'havia iniciat i tenia prou bibliografia per treballar-hi perquè coneixia el tema i sabia com estructurar-lo em va sorgir la possibilitat d'anar al parc científic a fer la part pràctica. Em va semblar una gran oportunitat per fer més treball de camp i perquè en principi no calia canviar el tema del treball. Però les coses es van complicar una mica perquè l'experiment no semblava viable i em van plantejar fer-ne un altre diferent, la qual cosa implicava canviar el tema del treball també i haver de començar de zero.

El Miguel Cañedo, tutor del parc científic, em va proposar aprofitar unes instal·lacions que tenen per a provar els efectes de diversos contaminants per fer un estudi sobre com afecta la salinitat a la biomassa d'algues. Així que l'experiment es va començar al juliol, fent el treball de camp (va consistir en la recollida de mostres), i al setembre vam fer la part del laboratori.

La hipòtesi principal que vaig plantejar va ser que la salinitat no afectaria gaire a les algues perquè tenien un llindar de tolerància. Però a la vegada un dels objectius que m'havia marcat era aplicar els resultats obtinguts a la situació real, no només a l'experiment en sí, per veure si l'empresa que

es dedica a l'extracció de potassa i que genera els residus salins estava causant un impacte nociu en el medi i perquè.

És per això que el treball està estructurat en dues parts; la part teòrica vol servir d'introducció per a relacionar diferents conceptes, per a conèixer com va començar tot, la importància d'aquesta indústria, i especialment la problemàtica associada. Per això s'han posat algunes evidències trobades en webs de plataformes ecologistes de que el problema de la salinització és real (com el recull de plantes halòfites). Per altra banda, amb la pràctica, volia fer servir els resultats obtinguts com una prova que demostrés que les queixes que es fan a l'empresa són fonamentades i que no s'hi val fer-se el desentès, que el problema de la salinitat afecta a l'ecosistema aquàtic i cal solucionar-ho. De fet, aquest objectiu es va complir, perquè els resultats de l'experiment demostraven que la salinitat fa que la població d'algues no avanci de forma normal.

Finalment, hi ha una part d'entrevistes que m'han servit per poder lligar millor els conceptes i fer-me una idea de la situació general. Per això es pretén que serveixin perquè els demès també acabin d'entendre millor el treball i tenir una visió més global; veient també totes les problemàtiques associades a la salinitat, que no només afecta a l'hàbitat de les espècies de riu, sinó a les persones també. Val la pena destacar que vaig fer molts intents de contactar amb l'empresa per fer unes preguntes i contrastar la informació que tenia amb el seu parer, però em van donar moltes llargues i finalment no ho vaig aconseguir.

La informació per a fer la part teòrica l'he trobada essencialment a internet, llegint opinions tant de l'empresa com dels ecologistes i fent una recerca d'informació que servís per saber més de la salinitat. En canvi, de la part pràctica va ser molt més difícil trobar aquesta informació perquè la majoria eren articles en anglès que em va passar el tutor del treball i em costava entendre'ls. Per això al principi em semblava que no connectava les idees i no sabia com enfocar el treball. Però com que hi havia molta

part pràctica i vam començar per això va fer que fos més fàcil; a part de que el Miguel em va ajudar i em va explicar moltes coses.

És per això que l'objectiu principal d'aquest treball és proporcionar un recull ordenat dels coneixements que, sota la meva opinió, cal tenir per a formar-se una visió més global del problema i entendre millor la part pràctica.

1. INTRODUCCIÓ

Actualment hi ha un gran nombre de problemes ambientals que amenacen l'equilibri de la vida a la Terra si no es posa un remei, els principals serien: el forat a la capa d'ozó (ja s'està solucionant), la pluja àcida, la pèrdua de coberta vegetal (per la desforestació, la desertització, i el sobrepasturatge), l'erosió, com tractar residus tòxics, l'acidificació dels oceans i el conegut canvi climàtic, associat a l'increment de CO₂ i el consegüent efecte hivernacle.

Tots aquests problemes, alguns completament d'origen antròpic¹ i altres aguditzats per l'home (com la pluja àcida) no només afecten a aquesta espècie, sinó que les conseqüències d'aquests actes han afectat i segueixen afectant a la biodiversitat per les alteracions que provoquen en l'hàbitat, que afecten als organismes que hi viuen, podent arribar a l'extinció d'algunes espècies.

Entre aquests problemes ambientals n'hi ha que afecten a la hidrosfera, i l'aigua és un recurs escàs i totalment indispensable per a la vida. De fet, l'aigua dolça representa un 3% de la total i el 98% està congelada. Això suposa que la disponibilitat és d'un 0.06% del total. Per tant, els rius són

¹ D'origen humà.

una font hídrica indispensable i també estan afectats per diversos contaminants, que s'exposaran seguidament.

1.1 Els rius

Un riu és un corrent natural d'aigua que flueix amb un cabal variable al llarg de l'any i que desemboca al mar, un llac o un altre riu. Són components essencials del paisatge ja que amb l'erosió que provoquen es modela el relleu i són indispensables per a la vida en el medi terrestre, portant aigua i nutrients a animals i plantes, a part de les espècies que hi viuen.

Des del punt de vista ecològic el funcionament dels trams alt, mitjà i baix del riu és diferent. En el curs alt és on l'aigua està més oxigenada perquè és freda i està molt agitada. Per altra banda porta pocs nutrients perquè no ha tingut temps de dissoldre'ls. Per això és un tram on es fa poca fotosíntesi i predominen els heteròtrofs². En el curs mitjà hi ha menys corrent i poden créixer plantes que es subjecten a la llera del riu. Hi ha més organismes autòtrofs³ i és on la diversitat d'espècies és màxima. Finalment, en el curs baix, on el corrent és més lent, les aigües són més fangoses i hi ha menys llum, tornant a fer-se menys la fotosíntesi i hi ha més organismes heteròtrofs.

A nivell del tractament de residus, els rius tenen poder de regeneració de les aigües, el que els fa relativament més resistents a la contaminació, ja que l'aigua és molt fràgil. De fet, han estat tan alterats per l'home que en molts rius s'ha destruït gairebé tota la vida en alguns trams. Aquest poder de regeneració és sobretot de cara a contaminants orgànics, però per a

² Organismes que necessiten ingerir la matèria orgànica.

³ En contraposició, són els organismes productors de matèria orgànica.

desfer-se'n cal un tram molt llarg del riu en el qual els bacteris puguin realitzar la seva tasca depuradora.

1.2 Contaminants

L'aigua pura procedent de les pluges, abans d'arribar al terra ja es contamina, dissolent substàncies com l'anhídrid carbònic i òxids de sofre i nitrogen, que la converteixen en pluja àcida. Aquesta, al tenir un pH més àcid (depenent del grau d'acidesa serà més o menys destructiva) pot destruir les plantes de la llera del riu.

Un altre problema és el xoc tèrmic que poden patir els peixos quan una central hidroelèctrica o nuclear aboca les aigües que han estat utilitzades, ja que encara que no tinguin contaminants químics l'aigua està a una temperatura més alta i provoca aquest xoc que pot acabar amb els animals adaptats a una temperatura determinada. Per altra banda, a l'augmentar la temperatura també disminueix l'oxigen, i la manca d'aquest element també acaba amb la vida.

També, relacionat amb els bacteris esmentats abans, es pot presentar l'inconvenient de que la població de bacteris creixi molt (per processos d'eutrofització o perquè hi ha molt aliment i acaba desbordant-se la població) i esgoti l'oxigen de l'aigua, amb la consegüent desaparició de les espècies que hi habiten.

Finalment, una contaminació força usual és la contaminació per sals (nitrats i fosfats) que es dona per vessaments de residus urbans o per la infiltració de l'aigua després d'haver passat pels camps de cultiu. Quan aquestes aigües arriben al riu aporten nutrients extres, que poden desembocar en processos d'eutrofització.

L'eutrofització

Com s'ha esmentat abans, és un procés que es dona quan hi ha una gran concentració de matèria orgànica en un ecosistema aquàtic. Bàsicament comença quan es fa un vessament d'aigües residuals urbanes mal controlat o per aigües utilitzades en l'agricultura (encara que també és un procés que es pot donar de forma natural), ja que contenen gran quantitat de nitrogen i fòsfor. Com a conseqüència d'aquest augment de nutrients també creix la població d'organismes fotosintètics, causant així l'augment d'oxigen dissolt a l'aigua, i consegüentment l'augment d'éssers vius.

Però aquest augment d'éssers vius, especialment d'algues, fa que a la llarga es vagi reduint l'oxigen disponible i els nutrients es consumeixen, aquest empobriment del medi desemboca en la mort de les algues en primer lloc. Així apareixen els organismes descomponedors, que també necessiten oxigen per dur a terme la descomposició, el que farà que no en quedi disponible per als organismes que hi viuen i morin (situació d'anòxia).

Aquest és un procés que predomina en els llacs, ja que l'aigua està estancada i així s'oxigena menys que l'aigua en moviment d'un riu o torrent. No obstant, també s'hi pot donar, en trams on hi hagi menys corrent i es donin les condicions anteriors.

1.3 La salinitat

Fins ara s'han esmentat els problemes més comuns que causen la contaminació d'un riu però a la comarca del Bages, al centre de Catalunya, hi ha un altre factor contaminant poc usual, l'excés de clorur de sodi. Aquest és un problema poc conegut perquè està poc estès però que causa el deteriorament dels rius, rierols i torrents on arriba. Per això en aquest treball es farà un estudi més extens de les causes i conseqüències d'aquest contaminant.

1.4 El riu Llobregat

Es destaca especialment aquest riu donat que el Llobregat és el més afectat per la salinització i un dels principals rius de Catalunya, del qual s'abasteix d'aigua potable bona part de la població. Per tant, la seva importància és cabdal no només per les espècies associades directament al riu, sinó també per a l'home.

Aquest riu neix a les fonts del Llobregat, que es troben al Berguedà (a Castellar de n'Hug) a 1298m. d'alçada. Desemboca al mar Mediterrani, sent així un riu que es troba només en territori català. El seu cabal és molt irregular; porta el cabal màxim els mesos de maig i juny que és l'època que plou més i és quan es desfà la neu de les muntanyes i el cabal mínim el porta a l'agost i setembre degut a la manca de pluges de l'estiu.

Entre els seus afluents compta amb l'Anoia, la riera Gavarresa o el riu Bastareny. No obstant, el seu afluent principal és el Cardener, que de fet també es troba afectat pels problemes de salinitat, agreujant així el problema en comptes de mitigar-lo (si tot el cabal que guanya quan desemboca el Cardener no estigués salinitzat, la quantitat de sals dissoltes seria més baixa, ja que augmenta el dissolvent però no el solut).

A nivell ecològic, es troben espècies d'aus com el berrat pescaire, l'ànec collverd i el corb marí gros. En peixos es troben la bagra i la truita comunes i espècies introduïdes com el barb comú i la carpa.

Al llarg de la història ha estat un riu molt aprofitat, per a usos agrícoles, de consum i també en la indústria, ja que durant la industrialització es van construir moltes colònies tèxtils al llarg del seu curs. Això també contaminava el riu, però en els darrers anys ja han desaparegut i només queden centrals hidroelèctriques i algunes fàbriques, però que no contaminen tant perquè les regulacions són més estrictes.

2. LES MINES DE SAL

2.1 Indústria minera- l'extracció de potassa al Bages

La indústria minera a Catalunya es troba localitzada bàsicament a la depressió Central, a la comarca del Bages. Al llarg del temps aquesta activitat s'ha desenvolupat a Súria, Cardona, i Sallent/Balsareny, encara que a l'actualitat queden en actiu les mines de Sallent/Balsareny i Súria.

Aquestes mines són explotades per a aconseguir potassa (KCl), un compost utilitzat sobretot per a la producció de fertilitzants, ja que el potassi és un factor limitant per al creixement de les plantes; les plantes necessiten dotze elements per a desenvolupar-se, entre ells el potassi. Gràcies a aquesta aportació extra per part dels fertilitzants s'afavoreix el seu creixement i resistència davant de condicions adverses.

Encara que l'aplicació principal de la potassa sigui la fabricació de fertilitzants també és utilitzada en la fabricació de material pirotècnic, explosius i llumins, en la indústria química (com a reactiu) o la indústria farmacèutica (en cas de diarrea o vòmits).

No obstant, l'extracció de la potassa genera molt material de rebuig; el clorur de sodi o sal comuna (NaCl) i aquesta sal comporta molts problemes per als ecosistemes aquàtics propers, a part d'un impacte paisatgístic important (la formació de muntanyes de sal que es poden veure a tot el pla del Bages).



Fig.1 Runam salí del Cogulló (Sallent, Bages).

Font: web de la plataforma Montsalat

Al principi el material de rebuig es deixava a l'interior de les mines, ocupant les galeries que estaven en desús. Però a partir dels anys 60, a conseqüència de l'augment de la producció de mineral extret, es va incrementar el material de rebuig, havent d'abocar-lo al costat de les mines, creant així les muntanyes de sal, que són anomenades runams salins (*Fig. 1*).

Aquest fet, com s'ha dit abans, comporta problemes en els rius, rierols i aquífers⁴ propers a la zona dels runams salins; això és degut a que quan hi ha precipitacions, si són de caràcter torrencial, a través d'escorrentia superficial arribaran als rius o rierols propers les aigües saturades amb NaCl, de manera que el riu es salinitzarà. També, a través de circulació subterrània (cal recordar que els terrenys no estan impermeabilitzats, per tant l'aigua s'infiltra) aquesta aigua carregada de sals arriba als aquífers.

Un increment en la salinitat dels sistemes aquàtics suposa alteracions en tot el funcionament de l'ecosistema, quedant aquest degradat, ja que els organismes tenen una capacitat d'osmoregulació limitada. Per això la sal, en determinades quantitats, és tòxica i pot provocar afectacions (a la capacitat motriu o causar estrès) i fins i tot la mort de l'organisme.

Com a dades rellevants per veure la magnitud dels residus generats, es calcula que l'empresa minera Iberpotash genera aproximadament 5000 tones al dia de residus salins (*Font: Plataforma Montsalat*).

També, segons les xifres proporcionades per Iberpotash, la producció mitjana per any de potassa és d'unes 800.000 tones i la de sal comuna de 1,2 milions de tones. No obstant, fent el càlcul amb les xifres de la plataforma, de 5000 tones diàries, la xifra de residus de NaCl ascendeix a gairebé a dos milions de tones.

⁴ Formació geològica permeable que permet la circulació i emmagatzemament d'aigua subterrània pels seus porus o esquerdes.

Encara que hi hagi aquestes diferències i sigui difícil determinar la quantitat exacta, el que sí que es pot veure és que en qualsevol cas la quantitat de residus generada és superior a la producció de potassa.

2.2 Situació de la mina, Iberpotash

Les mines de sal de Súria i Balsareny pertanyen a l'empresa Iberpotash, que és l'única productora de sals potàssiques a Espanya. Aquesta empresa forma part de la multinacional ICL (Israel Chemicals Limited), dedicada a la fabricació de productes químics i fertilitzants. Les mines porten en actiu molts anys (des de principis del segle XX) però van ser comprades per la multinacional ICL l'any 1998. Abans d'això havien estat propietat de diferents empreses i de l'estat.

Súria compta amb la mina de Cabanasses i Sallent/Balsareny amb la de Vilafruns (la mina es troba entre els dos municipis).

La potassa obtinguda és exportada principalment a Europa, Àsia, el nord d'Àfrica i Sud-Amèrica.

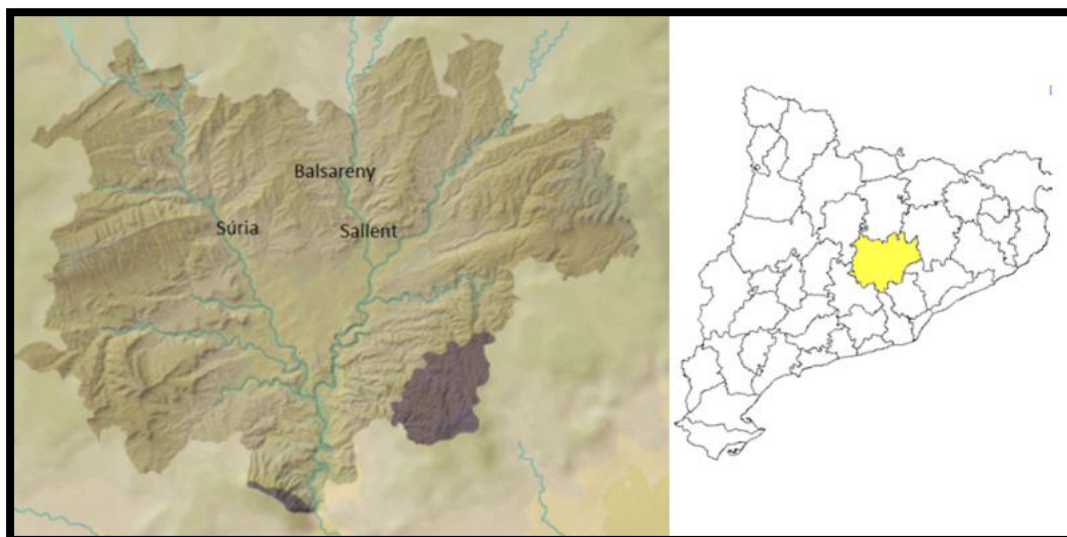


Fig.2 Mapa de Catalunya amb la comarca del Bages marcada, ampliació de la mateixa amb la localització dels territoris on es troben les explotacions mineres.

Font: www.xtec.cat i Autora

2.3 Formació de les mines de sal

En el subsòl de la Catalunya central, al Bages hi ha tantes sals degut a que fa uns seixanta milions d'anys hi havia un mar que anava des de l'actual Navarra fins a Catalunya. En aquell moment els Pirineus estaven en formació i era una conca interior tancada al sud d'aquestes serralades. Tenia connexions temporals amb el mar obert però amb el temps es va quedar definitivament desconnectada del mar obert, quedant un llac salí.

Aquesta aigua acumulada es va anar evaporant, concentrant-se cada cop més les sals, fins a la seva precipitació. Al llarg de milions d'anys, els sediments al·luvials de les muntanyes del voltant van cobrir de terra aquesta sal, quedant compactada i soterrada. Així es formen aquestes acumulacions de sals que són explotades en l'actualitat.

Aquestes sals estan disposades en franges de diferents colors, corresponents a diferents tipus de sals (la potassa és rosàcia i el clorur de sodi grisós). Això és degut a que quan es va començar a evaporar l'aigua del mar les sals es dipositaren en ordre invers a la seva solubilitat, és a dir, el primer en dipositar-se és el NaCl perquè és menys soluble i quan les aigües arriben a un determinat grau de saturació es diposita la silvinita (conté la potassa). Quan la solució arriba a un grau de saturació en què ja no precipita, torna a repetir-se el cicle, depositant-se primer el NaCl (perquè hi ha evaporació de forma progressiva). Aquest procés, per tant, és un cicle repetitiu que resultarà en l'alternança de capes de clorur de sodi i silvinita (*Fig.3*).



Fig.3 Paret de la mina de Sallent, es poden apreciar les franges de silvinita i NaCl.

Font: programa Quèquicom

2.4 Controvèrsia

Segons Iberpotash aquesta és una empresa preocupada en tenir cura del medi ambient i de reduir els impactes provocats per la mina. De fet, consideren que les muntanyes de sal són un recurs, dient que té fins a 14.000 aplicacions; no obstant l'empresa no especifica per a què s'utilitzen els seus residus salins en concret.

El seu objectiu és conservar aquesta sal en les millors condicions i crear les infraestructures necessàries (col·lectors de salmorres) per evitar que les aigües salinitzades arribin als rius i terres propers, enviant les salmorres al mar a través d'aquests saleoductes.

El col·lector de salmorres va ser construït per la Generalitat amb la col·laboració de les empreses mineres l'any 1989 (en aquell moment l'empresa era pública). Consta de dos trams: Cardona-Súria-Callús i Balsareny-Sallent, els quals estan units per a desembocar en la depuradora del Baix Llobregat.

En oposició, hi ha grups ecologistes que intenten demostrar que en realitat els impactes provocats per les mines són visibles. De fet, hi ha grups ecologistes (Prousal o Plataforma Montsalat) que tenen un recull de notícies de vegades que aquest col·lector ha tingut una fuga i denuncien que aquest fet és gairebé constant (*Fig.4*). També hi ha alguns estudis de la salinitat dels rius Llobregat i Cardener o torrents, com el de Soldevila. Aquests estudis, duts a terme per la plataforma Montsalat, es fan en diferents trams per a demostrar com les muntanyes de sal són uns residus contaminants i que no estan controlats. Les fuites que hi ha provoquen una destrucció del terreny, assecant la vegetació de la zona i afectant els cultius si hi arriben. També hi ha la possibilitat de la contaminació d'aqüífers.

Per tant, les queixes de la gent de la zona són que el col·lector de salmorres no està ben controlat i que destrueix les seves terres de cultiu i contamina els rius.

Els resultats de l'anàlisi de la salinitat demostren que la concentració de clorurs realment augmenta en zones on arriben aquestes salmorres, que són difícils de controlar i s'infil tren pel terreny perquè no està impermeabilitzat (per tant el col·lector de salmorres no capta totes les sals quan s'infil tren al haver-hi pluges). De fet, s'arriben a valors que no possibiliten el desenvolupament de la biodiversitat.



Fig.4 Hortes a la plana esquerra del riu Llobregat a Martorell , després del vessament de salmorra d'agost del 2011. Ha quedat devastada una àrea de 15.000m². No només es pot apreciar la sal a la superfície sino tota la vegetació morta per la salinització del sòl.

Font: Plataforma Montsalat

3. LA SALINITZACIÓ I EL MEDI

3.1 Repercussió en els rius

La salinització del sòl és un procés d'acumulació en el terreny de sals solubles en aigua (en general la més abundant és el NaCl) que es pot produir per causes naturals o antropogèniques. Perquè això ocorri l'aportació de sals ha de ser superior al nivell de recuperació del sòl per eliminar-les.

Entre les causes naturals, aquest procés es pot donar en sòls baixos i plans que són inundats per rius o rierols de forma periòdica. Això passa perquè l'aigua sempre conté una petita quantitat de sals dissoltes i, a l'evaporar-se, totes aquestes sals queden acumulades al sòl. Si aquest procés és continuat, el terreny s'anirà degradant progressivament.

També es pot donar si el nivell de les aigües subterrànies és poc profund i l'aigua que ascendeix per capil·laritat conté sals dissoltes. Per exemple, si un aquífer es troba molt proper al mar i per infiltració les seves aigües s'han salinitzat provocarà que l'aigua que ascendeixi tingui un nivell de sals més elevat i a l'evaporar-se tornarà a passar el mateix, és a dir, que totes aquestes sals s'acumularan.

Per causes antropogèniques el principal problema és degut als sistemes de rec, concretament per un excés de regadiu. Per regar de manera òptima només cal humectar el gruix del sòl on operen les arrels; si es rega més del compte l'aigua no serà retinguda pel terreny i s'infiltrarà. Finalment aquesta aigua infiltrada arribarà a la llera fluvial, però arribarà carregada de sals del sòl per on ha passat. D'aquesta manera les aigües del riu o rierol quedaran més salinitzades i en zones que estiguin riu avall serà reutilitzada pel rec també, però al tenir més concentració de sals les plantes no l'assimilaran bé i necessitaran cada cop més aigua per a

produir. D'aquesta manera es tornarà a regar en excés i es generaran aigües més salines riu avall.

Al tenir terres salinitzades poden aparèixer roques salines a la superfície del terreny, que a més de contaminar el lloc en qüestió provocaran l'acumulació de sals en els sòls de les depressions més properes, per acció de les aigües d'escorrentia.

3.2 Repercussió en els organismes

L'organisme d'estudi: les algues

S'anomenen algues a diversos organismes autòtrofs d'organització senzilla que fan la fotosíntesi productora d'oxigen i que viuen a l'aigua o ambients molt humits (generalment). Pertanyen al regne Protista i en els ecosistemes aquàtics són els principals productors primaris i, per tant, la base de la cadena tròfica.

Per a fer la part pràctica del treball el que interessa saber és la biomassa d'algues, és a dir, la quantitat total d'algues que hi ha, per a fer-se una idea general sobre l'estat de la població. És per això que no s'ha aprofundit en els tipus concrets d'algues i s'ha fet una divisió ecològica general, en algues epifítiques incrustants (recobreixen la superfície de les pedres) i diatomees.

La divisió en algues epilítiques es fa per la seva relació amb el substrat, perquè aquest tipus creixen en la superfície de les roques. Formen pel·lícules que varien en extensió, gruix, consistència i color. En general, formen una pel·lícula fina, gelatinosa i ben adherida al substrat i són de tons verdosos en la majoria de casos, però depèn del grau de radiació solar (quanta més radiació més fosques).

Per altra banda, les diatomees són un tipus d'algues unicel·lulars microscòpiques (un dels tipus més comuns del fitoplàncton). Actualment

es coneixen més de dos-cents gèneres de diatomees i es distingeixen per trobar-se en molts ambients diferents, des de marins, d'aigua dolça, o sobre superfícies humides. També n'hi ha que es troben en ambients amb condicions extremes de temperatura o salinitat. Per últim, tenen una característica especial, estan envoltades per una paret cel·lular feta únicament de diòxid de silici hidratat, que s'anomena frústul.

En el cas de les algues epifítiques de l'experiment (són les que més interessen perquè representen la major part de la biomassa total) no se sap de quin tipus són; és per això que no es poden treure conclusions sobre si hi ha alguna espècie a la que afecti més la salinització que a una altra. No obstant, al ser les algues que estaven vivint al riu estan adaptades a aquest hàbitat i la intrusió de NaCl els afecta, degut a que pateixen l'efecte osmòtic.

L'òsmosi

L'òsmosi es un procés de difusió simple que es dona quan hi ha un medi hipotònic i un d'hipertònic separats per una membrana semipermeable. Consisteix en el pas del dissolvent des del medi amb una concentració més baixa en sals (l'hipotònic) al més concentrat (hipertònic) fins que queda igualat (Fig.5). Aplicat a les cèl·lules dels éssers vius, quan el medi extern està més concentrat, sortirà aigua de la cèl·lula per intentar igualar-ho, podent arribar a deshidratar-se (fenomen de la plasmòlisi) i en el cas contrari, la cèl·lula guanyarà turgència, però si absorbeix massa aigua pot arribar a trencar-se la paret cel·lular i morir.

En la majoria d'organismes, en trobar-se en un medi més salí del seu hàbitat habitual moren per aquest efecte osmòtic, ja que es deshidraten. No obstant, hi ha alguns organismes que suporten bé la salinitat perquè tenen adaptacions fisiològiques que els permeten retenir l'aigua, evitant la dessecació. Per exemple les espècies halòfites viuen en aquests

ambients més salins sense problema. Dins del col·lectiu de les algues, ja que és un grup molt extens, n'hi ha que són halòfites. No obstant, les algues que es troben en un riu quan aquest no ha estat alterat per un excés de sal són les que estan adaptades a l'aigua dolça, per això moren per efecte osmòtic. De fet, les algues amb les que es va treballar, al ser habituals del riu, poden patir aquest efecte osmòtic i disminuir la població. A més, apareixen espècies d'algues halòfites en els rius contaminats del Bages (mostrat a l'herbari) i desapareixen les endèmiques perquè no suporten aquestes noves condicions.

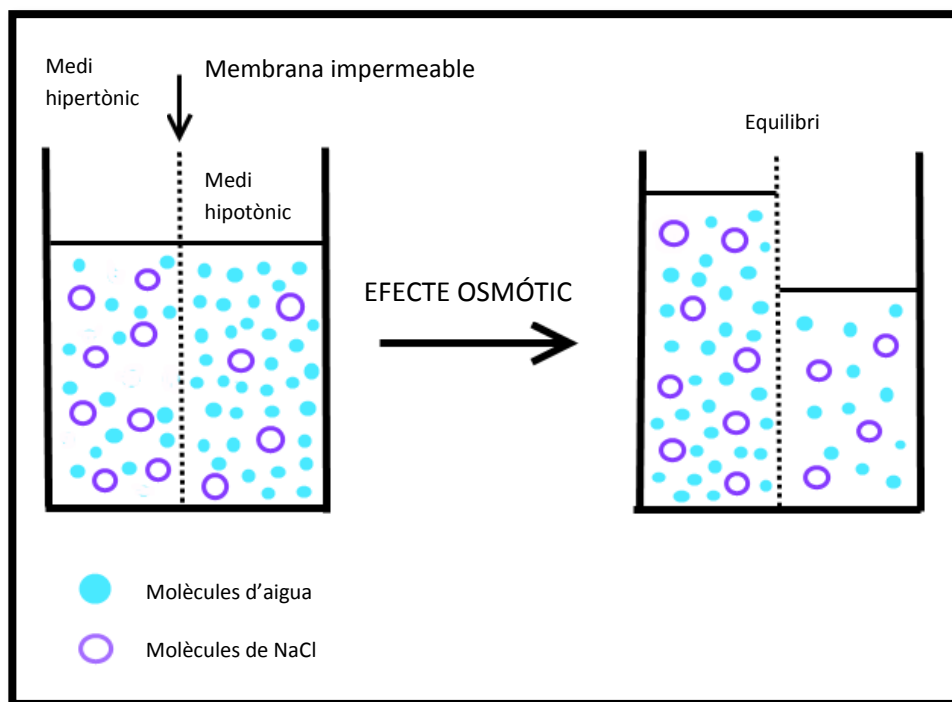


Fig.5 Esquema de l'òsmosi

Font: Autora

3.3 Herbari de les espècies halòfites que es troben a la zona d'influència de les mines de sal.

Una altra forma en que la salinització altera el medi és produint l'aparició d'espècies halòfites degut al canvi en l'hàbitat. A continuació s'exposa un recull de les espècies més freqüents i fàcilment recognoscibles que han estat catalogades al Bages pels ecologistes de la Plataforma Montsalat.

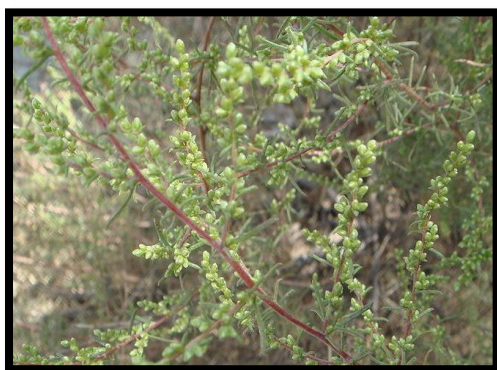


Fig.6 Artemisia campestris

Família: *Asteraceae*.

No és pròpiament un halòfit, però viu en ambients secs i és molt resistent, podent suportar la salinitat també.



Fig.7 Frankenia pulverulenta

Família: *Frankeniaceae*.

Aquesta planta és un halòfit estricte, és a dir, només es troba en sòls salins. Indica amb molta precisió les surgències d'aigua salada a la comarca del Bages, per això s'ha trobat a trams com el torrent de Soldevila, per on circula salmorra saturada del runam del Cogulló o al Fusteret de Súria, just a la zona on l'aigua salada del runam s'infiltra al Cardener.



Fig.8 Juncus maritimus

Família: *Juncaceae*.

Com indica el seu nom, tolera concentracions de sal tant altes com les que es donen al mar, és per això que és característica dels sòls costaners que són inundats per aigua del mar.



Fig.9 Limonium hibericum

Família: *Plumbaginaceae*.

És una planta endèmica característica de la depressió de l'Ebre (zona salina).



Fig.10 Spergularia Marina (imatge) i Spergularia Diandra

Família: *Caryophyllaceae*

Com les anteriors, característica del litoral i planes de l'Ebre. S'han trobat a l'àrea de filtració de salmorra al Cardener.



Fig.11 Potamogeton pectinatus

Família: *Potamogetonaceae*

Arrela al fons del Cardener i del Llobregat, en especial avall de les zones mineres de Súria i Sallent respectivament.



Fig.12 Tamarix canariensis

Família: *Tamaricaceae*

Aquests arbustos acostumen a viure a la depressió de l'Ebre i en zones humides i salines de la costa Mediterrània



Fig.13 Enteromorpha intestinalis

Família: *Ulvaceae*

Divisió: *Chlorophyta* (no és una planta, sinó una alga verda.

Aquesta alga és característica d'aigües tranquil·les, ben il·luminades, salades i eutròfiques dels aiguamolls litorals i de les costes planes i arrecerades. Per tant, indica les zones més salobres del Bages. A finals

de primavera i estiu, si a part d'excés de sals l'aigua té excés de nutrients provoca processos d'eutrofització.

Per tant, com es pot veure en aquest recull, a la zona del Bages on hi ha infiltracions de salmorra apareixen espècies adaptades a alta salinitat, característiques del litoral i depressió de l'Ebre. Aquesta és una bona prova de com la mineria de la zona del Bages sí que afecta als ecosistemes del riu.

A més, es tenen evidències de que al 1914 no existien al Bages, ja que el Dr. Pius Font i Quer va catalogar la flora de la comarca i no va citar la presència d'aquests halòfits.

La font de totes les imatges és la Plataforma Montsalat.

PART PRÀCTICA

0. L'EXPERIMENT

1.1 Introducció a l'experiment i objectiu

L'experiment es va dur a terme en el MESOCOSMOS SOSTAQUA, desenvolupat pel grup FEM (Freshwater Ecology and Management) de la Universitat de Barcelona i l'empresa "Aigües de Barcelona". Aquesta instal·lació es troba a Balsareny, a l'EDAR (Estació Depuradora d'Aigües Residuals).

Hi ha poca informació de com un augment en la salinitat dels rius afecta a les comunitats d'organismes aquàtics, per això l'objectiu d'aquesta pràctica és fer-se una idea més clara de quins poden ser els efectes, concretament de com afecta l'augment de NaCl a la comunitat d'algues. Això s'ha de fer en unes condicions controlades per a què l'únic paràmetre ambiental que variï sigui aquest, observant així els efectes exclusius i directes de la salinitat sobre la comunitat. D'aquesta manera es determina que els canvis produïts siguin només causats per aquest factor i no per altres variables que es donen a la natura (cabal del riu, vessaments, acidesa, etc.).



Fig.14 Rius artificials

Font: Autora

Per això, aquest ecosistema artificial simula les condicions naturals que es donen en un riu (*Fig.14*). De fet, hi ha nou pedres per canal, les quals van estar agafades del riu Llobregat quan ja estaven colonitzades. La finalitat d'estudiar l'ecosistema en conjunt i no cada organisme en particular aïllat en un laboratori és tenir en compte les interaccions que es produeixen de forma natural entre els organismes, ja que afecten al resultat. Per una altra banda no es poden extrapolar els resultats obtinguts per a una espècie en concret a d'altres ja que, al tenir característiques diferents, els resultats varien i per tant és necessari estudiar-ne més perquè siguin més concloents.

1.2 Disseny experimental

En la instal·lació l'aigua circula de forma permanent, sense recirculació, i permet barrejar l'aigua del canal amb aigua d'un altre origen. D'aquesta manera es pot triar el grau de concentració per a cada tractament i fer les tres rèpliques a cadascun (*Fig.15*). Amb aquesta instal·lació es pot triar la variable que es vol canviar, per això serveix per a fer experiments amb altres factors contaminants, no només amb NaCl.

S'agafa aigua d'un canal de rec (d'aigua que ve del Llobregat) amb una bomba d'extracció i a través d'un conducte arriba a un tanc de 4000 litres que assorteix a quatre dipòsits (anomenats T1, T2, T3 i control).

També hi ha un segon tanc de 2000 litres amb NaCl afegit que a través d'un altre canal arriba als dipòsits i amb unes aixetes es regula la intensitat de sortida per tenir diferents concentracions.



Fig.15 Tanc amb les tres rèpliques

Font: Autora

D'aquesta manera la T1 té una conductivitat de 15mS/cm⁵, la T2 de 10mS/cm, la T3 de 5mS/cm i el control no té aixeta per tenir la referència de com creix la població al riu i poder fer-ne una comparació.

Cal aclarir que es mesura la conductivitat perquè són sals en una solució, per tant, la seva dissociació genera ions positius i negatius (Na^+ , Cl^-) que poden conduir energia elèctrica si s'aplica un camp elèctric al líquid. Per tant, mesurant aquesta energia elèctrica de la dissolució es pot saber la conductivitat de la mateixa i determinar així la concentració de sals.

La conductivitat de l'aigua del riu Llobregat abans dels vessaments de sal és d'uns 0.5mS/cm, per tant s'estan aplicant uns tractaments de l'ordre de deu, vint i trenta vegades superiors a la conductivitat del riu.

De cadascun d'aquests tancs surten tres rius diferents, per tenir més rèpliques i així obtenir més resultats que es puguin contrastar.

Finalment l'aigua que corre torna a un riu proper amb un altre canal, tancant així el circuit.

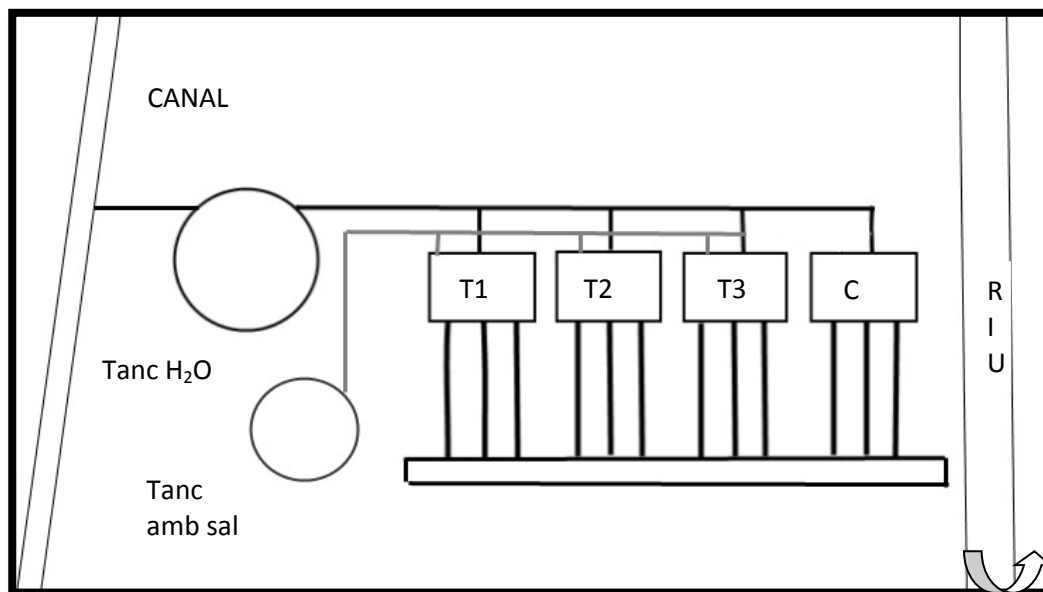


Fig.16 Esquema del muntatge
Font: Autora

⁵ Unitats per mesurar la conductivitat elèctrica, miliSiemens per centímetre.

1.3 Estudi de la biomassa algal

Per fer la part pràctica s'ha fet un experiment de com afecta la salinitat a les algues, encara que, com s'ha dit abans, la instal·lació s'utilitza per fer altres estudis.

Treball de camp

A cadascun dels canals que simulen rius hi ha nou pedres, de les quals s'agafa una a l'atzar i es rasca una superfície determinada (d'un cm^2 en aquest cas, perquè sigui igual en totes les mostres) amb un raspall.

S'introdueix tot el rascat en un pot amb aigua del mateix canal i es tapa amb paper d'alumini per evitar que la clorofil·la reaccioni amb el Sol, ja que interessa conservar aquest pigment per després analitzar la concentració al laboratori.

Això es fa amb una pedra de cada un dels rius i les mostres agafades es guarden en pots diferents.

Cada dia que es fa el mostreig s'agafa una pedra diferent, perquè rascar interfereix en el creixement de les algues, però es considera que les condicions són iguals a tot el canal i les diferències en la concentració d'algues segons la pedra triada serien les normals a la Natura. Degut a això no hi ha problema en agafar una pedra diferent cada cop.

Aquest procediment es va fer durant un mes per veure l'evolució de la població al llarg del temps i poder treure conclusions de com ha anat el creixement i de les diferències entre els diferents tractaments.

Les mostres es van congelar per conservar-les fins a la seva anàlisi, evitant així la descomposició.

Anàlisi de laboratori

L'anàlisi es va fer als laboratoris del grup de recerca FEM de la Universitat de Barcelona.

Materials: filtre, bomba de buit, erlenmeyer, proveta, pinces, pots de vidre, acetona, mostres d'algues, aigua.

Objectiu del procés: tenir les diferents mostres d'algues en la mateixa quantitat de dissolvent, l'acetona, per a poder-ne fer la comparació de concentracions.

Procediment:

1. Es descongelen les mostres.
2. Amb una bomba de buit es filtra cadascuna de les mostres per separat (*Fig.17*); l'aigua residual es llença perquè el que interessa són les algues que queden al filtre. Aquestes s'introdueixen en un recipient amb 10ml d'acetona.



Fig.17 Mostra d'algues després de filtrar.

Font: Autora

3. Es tapen els recipients amb paper d'alumini perquè la clorofil·la no reaccionï amb el Sol, ja que al fer l'anàlisi amb espectrofotometria (procediment explicat després, pàg.30) es mesura la concentració d'aquest pigment fotosintètic de les diferents mostres per fer-ne una comparació i s'han de preservar el millor possible les quantitats per tenir resultats concloents.

4. Es deixen reposar les mostres aproximadament unes dotze hores i es posen a un sonicador (*Fig.18*). És un aparell que a través d'ultrasons i cobrint les mostres d'aigua, genera vibracions en les partícules de la mostra, trencant així totes les parets cel·lulars que l'acetona no hagi acabat de degradar, alliberant tota la clorofil·la.

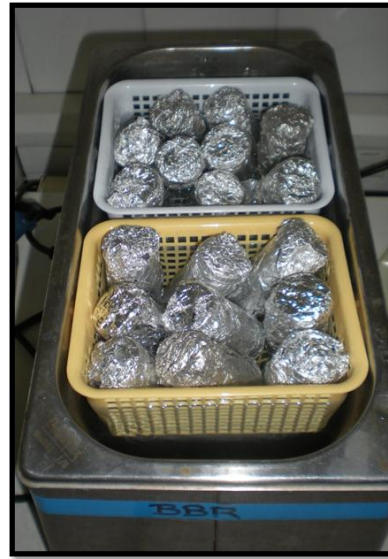


Fig.18 Mostres al sonicador

Font: Autora

5. Aquestes mostres es filtren i es guarda en un pot diferent el líquid filtrat de cadascuna. Aquest líquid contindrà la clorofil·la en la mateixa quantitat d'acetona i és el que es posa a l'espectrofotòmetre per obtenir les longituds d'ona.

6. A l'espectrofotòmetre es posa de referència un recipient on només hi ha acetona, per tenir així "el zero" (com que l'espectrofotometria es basa en la comparació cal tenir un valor a partir del qual fer-la, anomenat zero). Un cop fet això es van posant les diferents mostres i anotant les longituds d'ona (* es troben recollides a l'annex).

1.4 Tècnica utilitzada per a l'anàlisi

El mètode utilitzat en l'experiment per calcular la concentració de clorofil·la és l'espectrofotometria, un mètode d'anàlisi òptica que permet comparar la radiació absorbida o la transmesa d'una solució que conté una quantitat desconeguda de solut amb una mostra de concentració coneguda, per així saber la longitud d'ona que absorbeix la mostra desconeguda. Es fa a través d'un aparell anomenat espectrofotòmetre (Fig.19).



Fig.19 Espectrofotòmetre

Font: Autora

Aquesta aplicació es pot explicar amb les lleis de Beer i Lambert; la primera diu que la quantitat de llum absorbida per un cos depèn de la concentració de la solució (quanta més concentració les ones electromagnètiques xoquen contra un nombre major d'àtoms, sent absorbides per aquests).

La llei de Lambert diu que la quantitat de llum absorbida depèn de la distància recorreguda per la llum (per tant el diàmetre dels recipients que continguin les mostres ha de ser igual, perquè quant més gran sigui més ones absorbeix el dissolvent).

El resultat que dóna per a cada longitud d'ona és el que ha absorbit la mostra en comparació amb el zero. En el cas de l'experiment es van anotar les absorbàncies per a les longituds d'ona de 410, 430, 480, 630, 647, 663, 665 i 750Hz. L'absorbància és el resultat de fer el càlcul:

$$A_{\lambda} = -\log_{10} \left(\frac{I}{I_0} \right)$$

On I és la intensitat de llum transmesa, és a dir, la intensitat de llum quan ja ha estat passada per la mostra, que haurà absorbit una longitud d'ona específica. I_0 és la intensitat de la llum abans de que entri a la mostra.

S'utilitzen aquestes longituds d'ona en concret perquè són les necessàries per, a través d'unes fórmules, calcular la concentració de clorofil·la tipus A i l'índex de Margalef. Això és degut a que cada pigment té associada una longitud d'ona i en el cas de la clorofil·la correspon a aquestes longituds (la clorofil·la tipus A, que és la més abundant en les algues, absorbeix la longitud d'ona de 665).

Per tant, interessa saber aquest tipus de clorofil·la perquè al ser el principal pigment fotosintètic de les algues, és també un important indicador del grau de contaminació d'aquesta aigua i, en conseqüència, de l'estat fisiològic de la comunitat. Si n'hi ha molt poca clorofil·la en una mostra vol dir que hi havia poques algues, que indicaria que la població no creix i viceversa.

1.5 Hipòtesi de partida

La hipòtesi plantejada va ser que la quantitat d'algues es veuria lleugerament afectada a salinitats molt elevades, però que no es notaria gaire el descens ja que els organismes que viuen a l'ecosistema són més sensibles que les algues a la salinitat (això també era hipotètic) i l'augment d'aquesta farà que descendeixi el nombre, per tant, no es menjarien tantes algues. D'aquesta manera un descens en la població d'algues degut a la salinitat quedarà compensat pel fet de que no n'hí haurà tantes que siguin consumides, no notant-se gaire la diferència en els resultats.

1.6 Obtenció i anàlisi dels resultats

Amb les longituds d'ona obtingudes s'apliquen dues fórmules; una per calcular la concentració de clorofil·la A i l'altre per a calcular l'índex de Margalef. Són les següents:

- $\text{Clorofil·la A (mg/cm}^2\text{)} = (11,4 \cdot (A665 - A750) \cdot \text{volum extracció}) / \text{cm}^2$
- $\text{Índex de Margalef} = (A430 - A750) / (A665 - A750)$

Amb aquestes dades s'han fet vuit gràfics en total. Quatre mostren les concentracions de clorofil·la en cadascun dels tractaments (salinitat alta, mitja, baixa i control) durant tots els dies de mostreig (cada rèplica està representada amb un color diferent) i quatre en els que es veu l'evolució de l'índex de Margalef, també en cada rèplica.

Per altra banda, es poden veure les línies de tendència per a fer-se una idea més visual. Encara que cal tenir en compte que no indiquen realment si creix més o menys la població, ja que per a veure això cal fixar-se especialment és en el valor de la R^2 . De fet, aquest valor és el grau de correlació lineal entre la clorofil·la A i el temps per a cada tractament. És a dir, indica com de forta és la variació de la concentració en el temps (els

valors positius indiquen que a més temps més concentració i els negatius el contrari, per això quan més gran sigui el número més concentració hi ha amb el temps).

1.6.1 L'índex de Margalef

Com s'ha esmentat abans la clorofil·la A (longitud d'ona 665) és la més abundant, però a més la seva proporció indica el grau de creixement i renovació de l'alga. És a dir, en els vegetals que creixen i es renoven amb més rapidesa, existeix una major proporció de clorofil·la A, perquè és la que es sintetitza i destrueix més ràpidament (es diu que té una taxa de renovació alta).

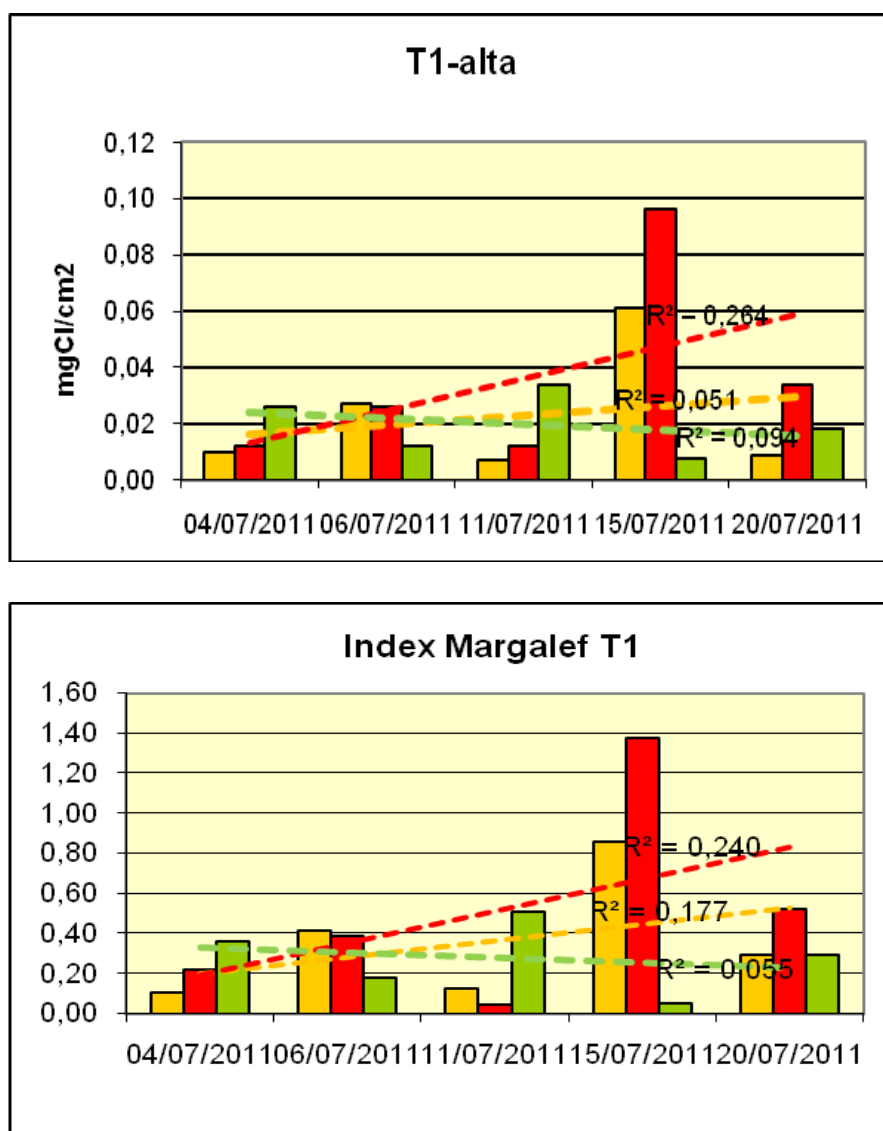
Per altra banda, cal tenir present que les taxes de renovació dels diferents pigments són lleugerament diferents i, en etapes més avançades de la successió⁶ (en el desenvolupament d'una població d'algues) la tendència és sempre a un augment gradual de la proporció de pigments els quals tenen una taxa de renovació més baixa. Per tant, l'augment d'altres pigments està indicant que la població madura amb el temps.

És per això que en la fórmula per calcular l'índex de Margalef es fa la relació de dividir el valor de la longitud d'ona 430 entre 665 (el valor de 430 correspon a altres pigments, la clorofil·la B). D'aquesta manera el quocient augmentarà a mesura que avanci la població, ja que hi haurà més pigments de taxa de renovació baixa (longitud d'ona 430).

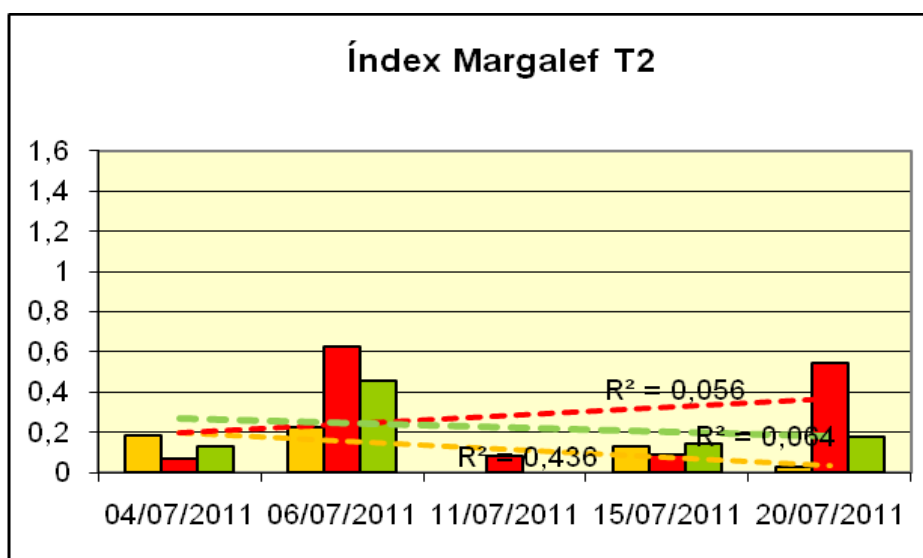
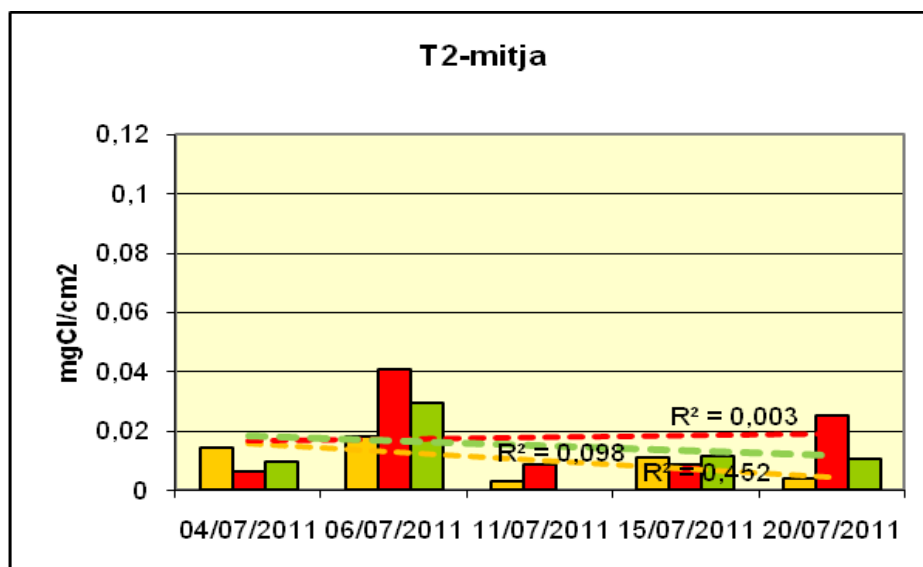
En definitiva, un augment de l'índex de Margalef indica que la població ha crescut i madurat amb el temps i per tant és positiu, ja que indica que es desenvolupa amb normalitat.

⁶ Evolució que de manera natural es produeix en un ecosistema per la seva pròpia dinàmica.

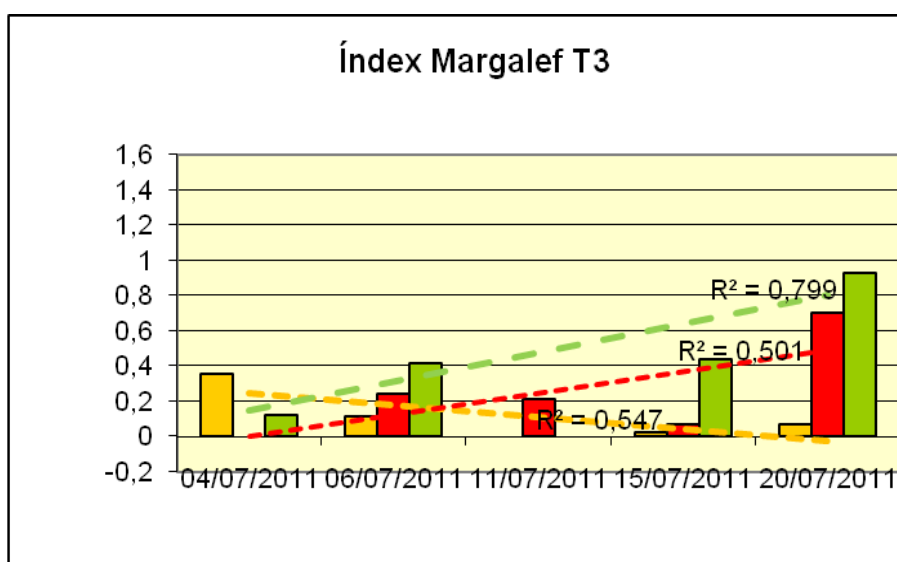
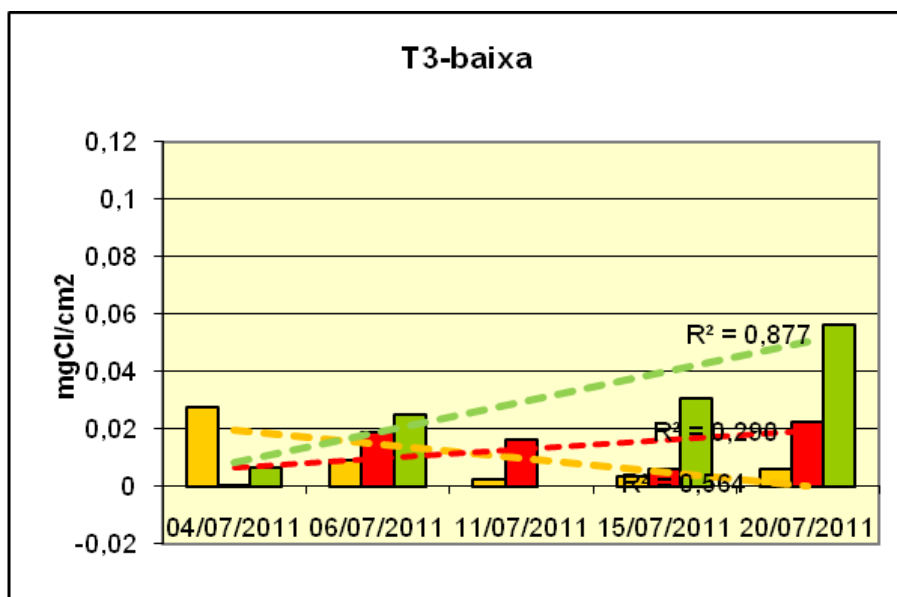
1.6.2 Gràfics



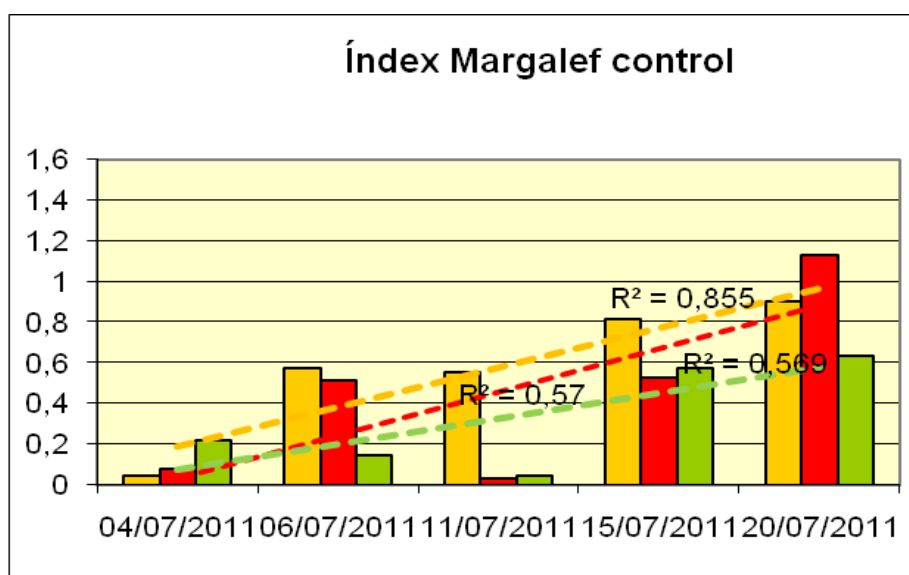
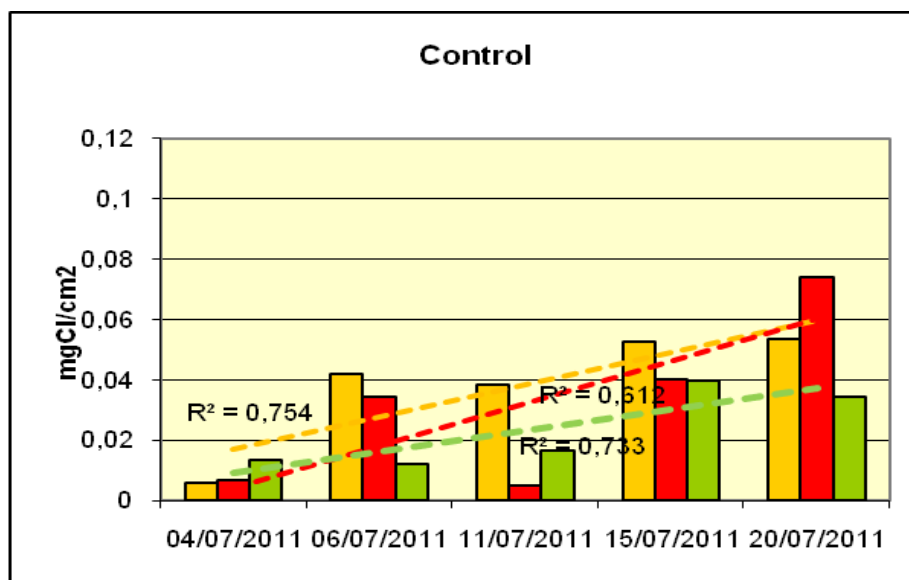
Aquests gràfics corresponen al tractament de salinitat alta (15mS/cm²). En el primer es pot veure l'evolució en el temps de la concentració de clorofil·la per centímetre quadrat; el valor de la R^2 és molt baix (fins i tot de l'ordre de 0.0...), això indica que la població gairebé no ha crescut al llarg del temps. Encara que la R^2 corresponent al color vermell es veu com creix no és gaire significatiu, ja que el creixement de les altres rèpliques és molt baix.



Aquests gràfics corresponen a un tractament de salinitat mitjana ($10\text{mS}/\text{cm}^2$). Al igual que en el gràfic de la T1 la R^2 és molt baixa, pel que ens està indicant que en aquest tractament la població gairebé tampoc ha crescut al llarg del temps. Els valors del canal 1 (groc) són força discordants amb els altres dos, però com en el cas anterior són més significatius els que tenen coherència entre ells. En relació a l'índex de Margalef, tant aquest cas com l'anterior és molt baix, indicant que la població està estancada amb el pas del temps.



En els gràfics de la T3 la salinitat és més baixa (de 5mS/cm²). La tendència general és que la concentració de clorofil·la per centímetre quadrat augmenti i la mitjana del valor de la R^2 també és més alta que en les salinitats més elevades. No obstant, també hi ha algunes discordances ja que varia molt entre un canal i un altre (hi ha un del 0.877 i un de 0.290). No es pot determinar amb exactitud a què és degut o si simplement aquestes diferències també es donen a la natura. En qualsevol cas l'índex de Margalef indica que aquesta població s'ha desenvolupat al llarg del temps.



En el control l'aigua no té una aportació extra de sals. Ja amb aquestes dades es veu que la diferència entre aquest gràfic i els altres és notable, perquè totes les línies de tendència pugen i els valors de la R^2 són força més alts (ronden el 0.7). A més, l'índex de Margalef també augmenta, així que és una població que ha madurat amb el temps i s'ha desenvolupat molt millor que les anteriors.

1.7 Conclusions generals dels gràfics

Després d'haver fet l'anàlisi de les dades es pot veure que la població sí que es veu afectada quan hi ha un augment de la salinitat en el seu medi. De fet, al fer els gràfics s'observa que als tractaments de salinitat alta i mitjana el creixement de la població al llarg del temps és molt baix (el valor de la R^2 dona molt petit).

Per altra banda, els resultats de l'Índex de Margalef també són molt significatius, ja que la diferència entre la salinitat més alta i el control és gran. En la primera la població no avança, està estancada mentre que en el control sí que es desenvolupa. A més, aquestes diferències es produeixen de forma relativament gradual, ja que a mesura que es disminueix la salinitat augmenta l'índex de Margalef progressivament.

Per tant, la hipòtesi plantejada al començament del treball ha resultat errònia; podria ser que en una salinitat baixa sí que és complís la idea de que quedaria compensada l'afectació provocada per la salinitat amb la disminució del consum d'algues (de fet es veu que la població sí que creix, però no tant com en el control). Però és més probable que no es degui a una disminució dels depredadors (tampoc es tenen dades del grau d'afectació que produeix la salinitat a aquests organismes) sinó a que les algues poden tolerar aquesta salinitat fins a cert punt, encara que es veuen força afectades.

Observant la resta dels resultats, es pot arribar a la conclusió de que les algues es veuen perjudicades de forma directa per la salinitat, que no són tant resistents com es pensava en un inici. Per tant, l'equilibri d'aquests organismes és delicat i un canvi dràstic en la salinitat del seu hàbitat els afecta força.

2 ENTREVISTES

2.1 Entrevista a Jordi Badia, biòleg, en representació de la Plataforma Montsalat.

1. Quant de temps porta aquesta plataforma en actiu, tant agafant informació i fent estudis com amb queixes formals?

La plataforma Montsalat es constitueix l'any 1997; quan vam començar a fer una sèrie d'estudis sobre la salinitat en diferents trams del riu i investigar sobre la problemàtica que comporta. Un any després, vam obrir un procés judicial com a acusació particular que de fet encara no ha arribat a judici. A partir d'aquí hem seguit fent aquests tipus d'activitats i fa uns quatre anys vam crear la web de la plataforma perquè arribi a un públic més ampli i tenir a l'abast de tothom la informació.

2. Sentiu que se'n fa prou ressò d'aquest problema o que les autoritats adopten una actitud proteccionista cap a aquesta empresa?

La veritat és que no és un tema del que se'n faci prou ressò, gairebé no ha sortit a les notícies i no interessa que es destapin tots els problemes.

De fet, es va haver de crear una planta potabilitzadora d'electrodiàlisi inversa⁷ a Abrera fa relativament poc pels problemes que comportava la salinització en l'abastiment d'aigua potable per a la població. Això, juntament amb un nou col·lector de salmorres, va suposar una forta inversió que es va traduir, en part, en un augment de la factura de l'aigua. És a dir, és un tema d'interès públic però del que no se'n parla gaire.

⁷ Procés que permet extreure substàncies ionitzades dissoltes en una dissolució aquosa a través de membranes, sota la influència d'un camp elèctric. Així es pot dessalinitzar l'aigua.

3. Comencen a adoptar-se mesures reals per part de l'empresa cap al problema?

Una mesura molt significativa va ser la creació del col·lector de salmorres l'any 1988, que va suposar una gran baixada del nivell de clorurs en aigua (el pic de contaminació es va donar durant els anys vuitanta). Però a partir d'aquest moment no s'ha fet cap altre canvi significatiu per millorar la situació, només mesures per a cobrir l'expedient que no han representat millores. És el cas d'unes rases perimetrals⁸ fetes fa 4 o 5 anys als runams salins, que teòricament sí que són una solució però a la pràctica han resultat inútils, ja que s'han col·locat malament.

4. Teniu algun camp judicial obert?

Bé, com he dit abans tenim una denúncia des del 1998 per delictes ambiental com a acusació particular però encara no ha arribat a judici. El fiscal sol·licita una mesura cautelar que demana l'aturada dels abocaments però el jutge encara no l'ha dictaminat.

En segon lloc, fa dos o tres anys es va concedir a Súrria i Sallent una autorització ambiental per a arreglar la situació, de manera que van presentar un pla de restauració; el qual no era creïble ni el compleixen. Per altra banda, la fiança imposada va ser de 700.000€, mentre que el càlcul estimat pel pla de restauració està calculat en uns 15 milions d'€. Per a això hem interposat un procediment contenciós-administratiu.

Finalment, tenim un altre contenciós-administratiu contra l'Ajuntament per permetre l'abocament dels residus a territoris no autoritzats.

⁸ Eviten l'escolament de les aigües pluvials al dipòsit. Són impermeables i permeten evacuar el cabal màxim d'aigua d'un període de 25 anys.

5. És indispensable la potassa o hi ha alternatives més ecològiques?

La potassa és realment útil com a fertilitzant, seria difícil cobrir totes les necessitats amb altres alternatives. Per tant podríem dir que és indispensable. No obstant, fent l'extracció de forma responsable i gestionant adequadament els residus no ha de suposar un problema. En el cas del runam de Vilafruns s'ha cobert, impermeabilització prèvia, amb terra. D'aquesta manera ha quedat tapat i sembla que no suposarà un problema. Això és una opció pels residus mal gestionats fins ara (les muntanyes de sal) però hi ha un estudi de la Universitat Politècnica que demostra com es pot tornar el residu de NaCl a l'interior de les mines quan s'ha fet l'extracció. Amb un reestructuració d'aquest tipus en el funcionament de les mines poden comportar molts menys problemes. El problema és que no es poden introduir totes les tones de sal dels runams a les antigues mines perquè les galeries cedeixen amb el temps.

6. Em podries dir quins són els rius i rierols més afectats?

Alguns punts del Llobregat, com davant de la Botjosa, el Cardener, el torrent de Soldevila i riu d'Or.

7. Teniu estudis que demostrin l'alta salinitat en alguns trams. A què és deguda, a fugues en els col·lectors de salmorres, per infiltració o ambdós?

Ambdós, el problema dels col·lectors de salmorres és que tenen moltes fugues (la salmorra és molt corrosiva i els punts metàl·lics dels col·lectors es destrueixen) i no les assimilen totes. Per infiltració també i quan hi ha pluges per escorrentia superficial. A més, hi ha el problema de d'higroscopicitat⁹ de la sal, que fa que a

⁹ Capacitat dels materials per a absorbir la humitat atmosfèrica.

partir d'un 70% d'humitat relativa es compacta i fa que per la part de baix del runam surti aigua.

8. Teniu constància d'algun aqüífer contaminat, és possible?

No tenim gaires dades directes perquè és molt difícil de controlar. Hi ha en algunes zones de finques particulars que es queixen de pous salinitzats, per tant és possible i de fet és gairebé segur que hi hagi algun aqüífer afectat.

9. Sabeu com afecten els vessaments a la salut de l'ecosistema fluvial?

L'afecten molt. De fet a les lleres del riu apareixen plantes halòfites característiques i desapareixen espècies que no poden suportar aquestes condicions. Estudis de la fauna no en tenim, sobretot ens hem centrat en l'afectació a la flora perquè és més fàcil d'estudiar.

10. Teniu constància de si la salinització és un problema que es dona a altres llocs?

El problema de la salinització per la mineria es dona a altres llocs; tenim constància del riu Rin a Alemanya o alguns llocs d'Anglaterra. Però els residus estan molt més ben gestionats (amb procediments més cars com el de Vilafruns i també més útils).

2.2 Entrevista per a Aigües de Barcelona

A Raquel Céspedes, llicenciada en Química, que treballa en un projecte d'Aigües de Barcelona.

1. De quins rius extraieu l'aigua per abastir la ciutat de Barcelona?

Rius Ter (superficial) i Llobregat (superficial i subterrani) com a majoritaris i també subterranis de la conca del Besòs.

2. Hi ha alguns trams dels rius Llobregat i Cardener (el seu afluent) salinitzats. Arriba el problema de la salinització d'aquests rius a Barcelona?

Sí. El fet que les aigües del riu Llobregat tinguin un alt contingut en salinitat, comporta uns majors esforços tècnics i econòmics al tractament, i per tant afecta a l'àrea metropolitana de Barcelona i la resta de poblacions abastides d'aigua del Llobregat.

3. L'aigua amb sal és corrosiva. Es poden fer malbé les instal·lacions?

La salinitat de l'aigua pot produir la corrosió de les canonades i cables: l'aigua salada té una major conductivitat per la major quantitat d'ions presents. De fet, els clorurs són les sals corrosives més importants i el riu Llobregat registra nivells alts de clorurs en alguns trams. Per això, Aigües de Barcelona està realitzant diversos estudis per minimitzar la corrosió en canonades i altres elements o materials en contacte amb l'aigua. De totes maneres, l'aigua del Llobregat és químicament equilibrada, cal però tenir cura que els tractaments de dessalinització no alterin aquest equilibri.

4. L'excés de sals suposa algun problema més a l'hora de depurar?

L'excessiva salinitat impedeix la reutilització de l'aigua depurada. La salinitat de l'aigua resta competitivitat a les indústries pròpies, afegeix costos i complexitat a la depuració d'aigües residuals i obliga a extreure del riu cabals molt més grans que acaben circulant per tubs soterrats.

5. Quin procés s'ha de fer per treure aquestes sals de l'aigua?

En els últims 40 anys, la investigació en el camp de nous polímers ha fet desenvolupar una tecnologia de membranes que permeten separar amb relativa facilitat diversos compostos d'un corrent. La característica principal dels processos que inclouen l'ús de membranes, és que no requereixen un canvi de fase per tal que es produeixi la separació. Els dos mètodes que utilitzen membranes per a la dessalinització d'aigües salades són l'òsmosi Inversa¹⁰ i l'electrodiàlisi inversa.

Agbar va instal·lar a l'any 2009 una planta d'òsmosi inversa a la ETAP de Sant Joan Despí, amb el doble objectiu de minimitzar la formació i per tant els nivells de subproductes generats, com els Trihalometans i millorar les propietats organolèptiques de l'aigua.

6. Hi ha hagut un increment de sals durant les últimes dècades? A què pot ser degut?

La salinitat al riu Llobregat creix tal com creix el cúmul de residus salins a la conca. No obstant, el col·lector de salmorres primer, i les noves tecnologies de membranes aplicades als

¹⁰ L'explicat anteriorment de l'òsmosi és el que ocorre en situacions normals, en que els dos costats de la membrana estan a la mateixa pressió. Però es pot augmentar la pressió al costat de major concentració i així aconseguir que l'aigua passi del medi hipertònic a l'hipotònic.

darrers anys, ha permès disminuir els nivells de clorurs (salinitat) i per tant millorar la qualitat de l'aigua

7. Al potabilitzar l'aigua per al consum humà hi ha alguna legislació que reguli la quantitat de sals que hi pot haver?

El REAL DECRET 140/2003, de 7 de febrer, estableix els criteris sanitaris de la qualitat de l'aigua de consum humà i fixa els corresponents valors paramètrics.

8. Quin és aquest valor? És més exigent amb el pas dels anys?

Fixa com valor paramètric màxim 2,5mS/cm. També es regulen el sodi i els clorurs, 200ppm (mg/l) de sodi i 250ppm de clorurs. Directament no s'ha fet més exigent amb el pas dels anys, ja que el valor de salinitat fixat al RD 140/2003 es manté respecte la normativa anterior. No obstant, alguns valors de subproductes¹¹ formats en part degut a l'alt contingut en sals (clorurs, etc.), han estat reduïts recentment.

9. S'ha vist encarit algun pressupost degut a això? Acaba repercutint econòmicament als ciutadans?

Lògicament, les mesures que Agbar ha hagut de prendre (equips dessalinitzadors i incorporació d'òsmosi inversa al tractament) produeixen uns costos addicionals, que augmenten la qualitat de l'aigua i garanteixen la innocuïtat de la mateixa, però comporten un cost extra per als ciutadans.

¹¹ Com els trihalometans (THMs) que poden formar-se durant el procés de cloració i la salinitat és un dels factors que pot influir en la seva formació. De fet, els THMs poden produir-se a les plantes potabilitzadores durant el procés de clorar o oxigenar l'aigua i també es continuen generant al llarg de la xarxa de distribució. Per tant, tres factors influencien la formació dels THMs: el procés en sí a la planta, el contingut de matèria orgànica i la salinitat de l'aigua tractada.

CONCLUSIONS

Com s'ha mostrat a les conclusions dels gràfics (pàg.38) la salinitat afecta directament al creixement d'algues, interferint en la maduració de la població i provocant així un estancament de la mateixa; assenyalant que l'ecosistema no evoluciona adequadament. Per altra banda, aquests resultats es poden extrapolar a la situació dels rius contaminats del Bages, ja que també tenen conductivitats superiors a les habituals en alguns trams (de l'ordre del 5mS/cm, igual que en el tractament de salinitat baixa). És per això que són uns resultats prou concloents com per recolzar els estudis duts a terme pels ecologistes, que es van centrar més en l'observació dels canvis que s'han produït en la flora del riu (les plantes halòfites).

Amb les conclusions extretes per les dues bandes es veu que les alteracions són reals i que l'empresa Iberpotash hauria de fer més inversions en solucionar aquest impacte, no les escasses i no gaire efectives mesures que s'han pres fins ara. Però també es pot extreure una altra conclusió de les entrevistes fetes, i és que els costos econòmics per dur a terme solucions definitives són molt elevats; per això a Iberpotash no li interessa i segueix responent amb actuacions que només serveixen per pal·liar lleugerament el problema, però no per solucionar-lo definitivament.

No obstant, com ha explicat la Raquel Céspedes a l'entrevista, els problemes per a depurar l'aigua també requereixen inversions públiques (la construcció de plantes dessaladores) i una pujada en la factura de l'aigua. Per tant, els ciutadans es veuen afectats igualment i han de pagar els desperfectes causats per l'empresa, mentre aquesta segueix enriquint-se i causant un impacte nociu en el medi.

Com a conclusió general del treball, després de llegir aquest estudi sobre el problema de la salinització també queda patent la fragilitat dels ecosistemes en general i que l'ésser humà pateix les conseqüències,

encara que no d'una manera tant dràstica com altres organismes. A part, queda reflectida l'actitud més generalitzada entre els empresaris envers la natura, on els interessos econòmics propis són més importants que una actitud de respecte cap a la Terra.

BIBLIOGRAFIA

- http://www.atmosphere.mpg.de/enid/1_Los_oc_anos_y_el_clima/Absorcion_de_dioxido_de_carbono_3ul.html

Atmospheric chemistry department. Data lectura: 25/06/11

- http://es.wikipedia.org/wiki/Efecto_invernadero

Wikipedia. Data lectura: 25/06/11

- <http://www.buenastareas.com/ensayos/La-Atmosfera/1088383.html>

Assaig de la web “buenas tareas”. Data lectura: 27/06/11

- <http://www.noalamina.org/mineria-latinoamerica/mineria-bolivia/subcuenca-desaguadero-enfrenta-salinizacion-de-rios-y-suelos>

Plataforma “no a la mina” (Llatinoamèrica). Data lectura: 20/09/11

- <http://edafologia.ugr.es/conta/tema12/origen.htm>

[Departament d'edafologia i química agrícola de la Universitat de Granada.](http://edafologia.ugr.es/conta/tema12/origen.htm) Data lectura: 29/09/11

- <http://www.virtual.unal.edu.co/revistas/actabiol/PDF%27s/V10N2/Comparacion.pdf>

Universitat nacional de Colòmbia. Data lectura: 27/09/11

- <http://www.prousal.org>

Web ecologista prousal. Data lectura: 27/09/11

- http://es.wikipedia.org/wiki/Cloruro_de_potasio

Wikipedia. Data lectura: 09/10/11

- <http://www.iberpotash.es/>

Web de l'empresa Iberpotash. Data lectura: 09/10/11

- <http://www.lasequia.org/montsalat/Impactes/Analisi/cardener2004.htm#antius>

Web de la plataforma Montsalat. Data lectura: 11/10/11

- <http://es.wikipedia.org/wiki/Sonicaci%C3%B3n>

Wikipedia. Data lectura: 05/11/11

- <http://www.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/05PrinEcos/170Rios.htm>

Universitat de Navarra. Data lectura: 28/12/11

- <http://www.ecologiaverde.com/eutrofizacion/>

Ecologia verde. Data lectura: 28/12/11

- <http://enciclopedia.us.es/index.php/%C3%93smosis>

Enciclopèdia online. Data lectura: 17/01/12

- <http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%93smosis>

Wikipedia. Data lectura: 17/01/12.

- <http://www.wordreference.com>

Diccionari català- anglès. Diverses consultes.

- Vídeos del Quequicom?

Mineria i medi ambient. 09/05/2010.

Potassa: viatge al fons de Catalunya. 01/03/2010.

Muntanyes de residus salins. 25/03/2004.

- BÖHME, Dirk. «*Evaluation of brine discharge to rivers and streams: Methodology of rapid impact assessment*». Limnologica, 2010. Pàg. 80-89.
- BRAUKMANN, Ulrich; BÖHME, Dirk. «*Salt pollution of the middle and lower sections of the river Werra (Germany) and its impact on benthic macro invertebrates*». Limnologica, 2010. Pàg.113-124.
- Caus, Mariona. Màster: «*Estudi de la qualitat de l'aigua del riu Llobregat i afluent pròxims als runams salins del Bages*».
- SCHULZ, Claus-Jürgen. «*Salinization of running waters*». Limnologica, 2010. Pàg.79.
- JÜRGEN, Bäthe. «*Biological effects of anthropogenic salt-load on the aquatic Fauna: A synthesis of 17 years of biological survey on the rivers Werra and Weser*». Limnologica, 2010. Pàg.125-133.
- Kefford, Ben J. «*The effect of saline water disposal: implications for monitoring programs and management*» 1999.
- CANEVA, G; NUGARI, Maria Pia; ORNELLA, Salvadori. «*La biologia en la restauració*». Editorial Nerea, 2000.
- MARGALEF, Ramón «*Ecología*». Edició Omega.