

A photograph of a garden pond with a stone border, surrounded by various plants and a birdhouse. The pond is the central focus, with water reflecting the sky and surrounding foliage. The text is overlaid in large white letters.

El bassal del pati de les tortugues

Treball de recerca
Òscar Cusó Pérez
Tutor: Josep Marí
gener de 2007

ÍNDEX

	<u>Pàg.</u>
1. Introducció	2
2. Ecosistema d'un bassal	4
ASPECTES ABIÒTICS	4
2.1 Morfometria del bassal	4
2.1.1 Mesures superficials	6
2.1.2 Mapa batimètric	13
2.2 Temperatures	15
2.3 Química del bassal	23
2.3.1 L'aigua i el seu poder dissolvent	23
2.3.2 Components químics; víctimes de la dissolució	23
2.3.2.1 Gasos	23
2.3.2.2 Àcids, bases i alcalinitat	25
2.3.2.3 Nutrients i oligoelements	26
2.3.2.4 Anàlisi químic al bassal	29
2.3.3 Matèria orgànica morta; problemes o beneficis?	31
2.3.3.1 Autodepuració	31
2.3.3.2 Introducció als bioindicadors	33
2.3.3.3 Nivells de saprobis i eutrofització	34
2.3.4 Cicle de la matèria i flux d'energia	36
2.4 Aigua de pluja	38
ASPECTES BIÒTICS	40
2.5 La vida al bassal	40
2.5.1 Habitants	41
2.5.1.1 A simple vista	42
2.5.1.2 A vista microscòpica	49
2.5.1.3 Larves	57
2.5.2 Visitants del bassal	59
3. Conclusions.	63
4. Bibliografia	64

1.Introducció

L'escola és repleta de vida, i no em refereixo a l'alumnat ni al professorat i encara menys a un sentit metafòric d'aquest mot com a sinònim d'alegria i diversió, ja que en el fons estem parlant de l'escola. Parlo d'un petit indret en el qual l'activitat biològica no descansa, el Pati de les tortugues! Anomenat d'aquesta manera pel calmat i parsimoniós animal, tot i així aquest no és pas l'únic habitant, hi ha peixos, granotes... fins i tot una serp. Us preguntareu, quina és la font de vida d'aquests animals?. La resposta és un petit bassal, que petit i humil, és la zona amb més organismes de tot el recinte escolar. És per aquesta raó que un amant de la naturalesa es meravella davant dels misteris que s'amaguen darrera d'aquesta cortina aquàtica de vida .

Un ecosistema aquàtic en termes col·loquials és un generador de vida, ja que l'aigua i la vida sempre han estat íntimament lligades, l'aigua és doncs un element vital per tots els organismes.

Cada sistema aquàtic té les seves característiques que el defineixen, una profunditat, una extensió, l'aspecte, els animals que hi viuen... Del bassal podem fer una primera classificació dient que és un sistema tancat (que no significa que sigui un ecosistema totalment aïllat) que ens aporta molta informació sobre les seves possibles característiques d'ecosistema i per tant el seu estudi el podem incloure en la branca de la limnologia que es defineix com: "Ciència que estudia els llacs en tots els aspectes (geogràfic, geològic, físic, químic i biòtic) i en general totes les aigües continentals. La limnologia requereix la coordinació i l'ajut de diferents ciències i tècniques, però són especialment els ecòlegs, aquells qui més han investigat els llacs, pel fet d'ésser ecosistemes tancats que permeten uns estudis i unes recerques aplicables a d'altres ecosistemes"¹. És important que accepti aquesta definició ja que normalment els sistemes aquàtics artificials són construïts amb l'objectiu d'obtenir subministrament elèctric, per posar un exemple, això fa que el nivell de l'aigua variï molt (fluctuacions) fet que impedeix l'establiment d'una flora i una fauna diversificada (entre d'altres motius). És clar que el bassal es va dissenyar i es va fer per motius d'estudi biològic (i també

¹ *Definició de la enciclopèdia Catalana, 2003.*

estètics²) l'any 2003 pels alumnes Gerard Castro, Isaac Lleixà, Cristina Martí i Núria Pedrola en el context de 4 treballs de recerca dirigits pel meu tutor, Josep Marí. El que es busca en part en el meu treball es comprovar i analitzar l'estat del bassal tenint en consideració els objectius dels primers treballs anomenats.

Cal dir que donada la complexitat i multitud de temes que abraça l'ecologia tenia dues opcions de caire pràctic: dedicar-me a fons a un apartat, això sí, molt interessant, o bé, intentar treballar la pràctica a molts nivells diferents i, per tant, amb menys profunditat i que no permet extreure conclusions molt clares (perquè no hi ha temps de fer les rèpliques necessàries) però que és molt més enriquidora des del punt de vista de la metodologia i també més entretinguda encara que comporta una complexitat conceptual més important. He optat clarament per la segona opció.

² *El bassal anterior no tenia circulació d'aigua, era molt més petit i havia esdevingut una bassa eutròfica.*

2. Ecosistema d'un bassal

“L'ecosistema d'un bassal és una unitat funcional constituïda per tots els éssers vius que habiten a dins i fora de l'aigua, com també el conjunt de factors químics i físics (factors abiòtics) que afecten a la vida animal o vegetal (biocenosi), amb totes les seves interrelacions “ (Margalef, 1977).

Pel seu estudi es separaran els aspectes abiòtics (medi i factors fisicoquímics) dels biòtics (éssers vius).

ASPECTES ABIÒTICS

Aquests factors, com ens indica el nom, són sense vida, això ens porta a pensar que són els imprescindibles pel curs del cicle de la vida; parlem doncs, dels factors físics i dels químics en el bassal, on l'element protagonista serà l'aigua. Començarem fent un estudi de la morfometria del bassal.

2.1 Morfometria del bassal

En aquest apartat parlarem dels aspectes més descriptius, els quals ens



informaran sobre les mides del bassal. Per aquests aspectes s'han fet unes fotos i uns mapes per poder descriure millor, ja que una imatge val més que 1000 paraules; no obstant, també farem ús de les paraules per poder fer un descripció que qualsevol observador

Fig.1. Rierol del bassal. S'observa una vegetació de caire humit.

podria fer; ens basarem, doncs, ens els trets més significatius a simple vista.

En realitat, el que anomenem bassal del pati de les tortugues és un conjunt format



Fig. 2. Xarxa que permet el lliure pas de l'aigua i el dels peixos, però no deixa passar animals més grans. Aquesta, òbviament, continua per sota de l'aigua.

per tres parts diferenciades però intercomunicades. Primer trobem el rierol que subministra l'aigua al bassal, gràcies a una bomba que fa circular l'aigua; podem dir que potser és el bassal el que subministra aigua al rierol, tot i així el més important no es pas això; el fet de ser un circuit tancat té dues avantatges clares: l'estalvi d'aigua i l'oxigenació d'aquesta. El rierol comença en la zona més ombrívola del pati (extrem SE) fet que juntament amb la humitat provocada per l'aigua

condiciona el creixement d'una vegetació de característiques humides, falgueres i moltes hi abunden (Fig. 1). Seguint el petit recorregut de l'aigua arribem a la desembocadura, per dir-ho d'alguna manera, és en aquesta zona on les pedres són l'habitatge de molts animalons invisibles als nostres ulls. Un cop desemboca, l'aigua arriba al mateix lloc d'on provenia, empresonada en el seu cicle; repetint el circuit o bé prenent un camí cap al bassal petit (on hi ha el brollador) arribant així a la zona menys profunda on romandrà un cert temps i podrà retornar al bassal gran si aconsegueix trobar el punt de comunicació a través d'una mena de xarxa que permet el lliure pas de l'aigua i als peixos, però no deixa passar animals més grans (Fig. 2). Així doncs podem veure que per passar del "bassal petit" al "bassal gran" hem hagut de superar un impediment físic artificial, un conjunt



Fig. 3. Detall de la reixa protectora, del pas que hi ha perquè les tortugues hi pugin beure i del conjunt de pedres agrupades que separen el "bassal petit" del "bassal gran".

de pedres agrupades que són les que separen el bassal en dos; la part més profunda de la menys profunda. La segona és utilitzada per les tortugues, per poder beure i refrescar-se. Com que són terrestres no poden nedar i per això se'ls impedeix arribar a les zones amb més profunditat ja que s'ofegarien (malauradament ho sabem per experiència); per aquest motiu també hi ha la reixa protectora que envolta tot el bassal (Fig. 3) barrant el pas a tot rèptil amb closca, exceptuant la part menys profunda. Part de les observacions que un pot fer amb una simple fotografia, retrat d'un instant, són trets només observables amb el pas del temps, per exemple, durant les diferents estacions de l'any es podrà veure com canvia l'estat de l'aigua, posem per cas els colors de l'aigua que canvien a la tardor per culpa dels pigments de les fulles que cauen a l'aigua.

A continuació s'analitza descriptivament el bassal des de diferents perspectives per poder observar amb més precisió. Ens centrarem en el perímetre, la superfície i la profunditat.

2.1.1 Mesures superficials

Podem veure que el bassal té una forma irregular que busca un aspecte més natural, fusionant-se amb l'entorn. Aquesta forma no ha estat condicionada per cap aspecte físic extern ja que va ser construït artificialment. A part, la forma no deixa de ser una propietat que pot portar conseqüències, per exemple, pel que fa a la capacitat de capturar aigua.

Es realitzaran dos tipus de mesures superficials: el perímetre i la superfície.

Per la mesura del perímetre es va fer servir un regla de fuster que es podia rotar cada 10 cm, és a dir, canvia la direcció cada

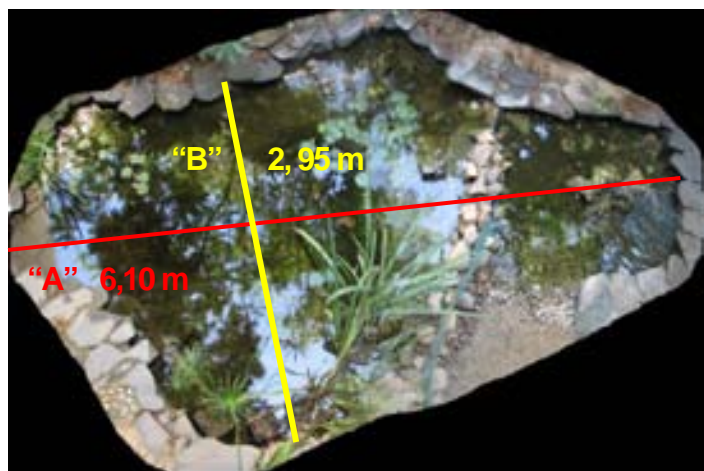


Fig. 4. Conjunt de fotografies enganxades amb Photoshop per poder mesurar la superfície del bassal. Les distàncies senyalades es van mesurar per saber quantes vagades més gran són les distàncies reals que les representades en el full, és a dir, per trobar l'escala.

10cm i un cordill que varem fer servir per resseguir el contorn del bassal. El primer sistema el varem utilitzar per mesurar la part més exterior de les pedres, la zona on les pedres són més properes al terra. El cordill, en canvi, l'utilitzarem per mesurar la part més interior, és a dir, la part de les pedres que sobrepassa l'aigua. Aquest mètode es va fer d'aquesta manera ja que el perímetre real del bassal passa entremig de les pedres. El perímetre va resultar ser de 16,10 m.

Per trobar la superfície varem utilitzar 3 mètodes diferents, el típic del paper mil·limetrat, l'Auto CAD i un que es basa en les proporcions del pes i de la mida, anomenat gravimètric; tots tres explicats a continuació.

El primer mètode dels tres, el més típic, consisteix en resseguir el perfil del bassal en un paper mil·limetrat a partir d'una fotografia a escala (es mantenen les proporcions), a continuació es dibuixen figures geomètriques regulars dins de l'espai delimitat pel contorn del bassal. Un cop dibuixades, es sumen les àrees de les figures regulars i podem saber l'àrea total, o més senzill, simplement es sumen els quadradets (sabent quina superfície tenen aquests) que queden dins del bassal (Fig. 5). Un cop tenim la superfície en el paper, segons l'escala, podem saber la superfície real.

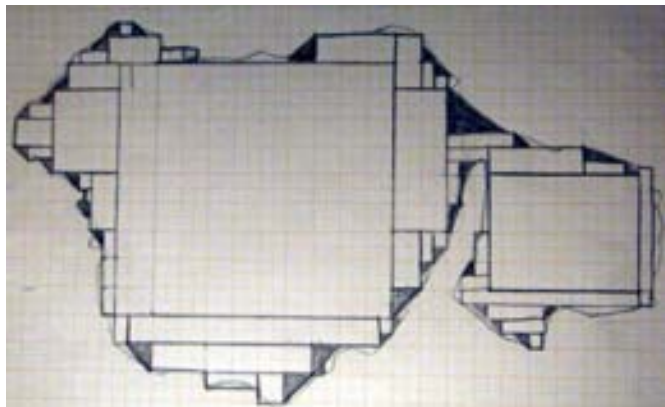


Fig. 5. Dibuix del bassal pati de les tortugues amb el paper mil·limetrat. Es poden apreciar les figures regulars (el que està pintat són els triangles).

A continuació els càlculs realitzats (abans, per això, les escales):

	Amplada (m)	Allargada (m)	Escala segons amplada	Escala segons allargada	Escala 2D segons amplada	Escala 2D segons allargada	Mijana de escales 2D
Projecció del bassal en un DIN A3 (paper normal)	0,175	0,347	16,857	17,579	284,163	309,030	296,336
Projecció del bassal en un DIN A4 (paper mil·limetrat i cartolina)	0,124	0,247	23,790	24,696	565,979	609,910	587,534
Bassal real	2,950	6,100	1,000	1,000	1,000	1,000	

	Amplada (m)	Allargada (m)	Superfície Allargada (m ²)	Amplada x Escala
Projecció del bassal en un DIN A3 (paper normal)	0,175	0,347	0,061	296,336
Projecció del bassal en un DIN A4 (paper mil·limetrat i cartolina)	0,124	0,247	0,031	587,534
Bassal real	2,950	6,100	17,995	

$= 0,061 / 17,995$

$= 0,031 / 17,995$

Fig. 6. Realització de les escales segons la mida de les projeccions del bassal.

Obtenció de resultats

	Superfície (m ²)	Escala	Superfície (m ²) del Bassal
Projecció del bassal en un DIN A4 (paper mil·limetrat)	0,019	587,534	11,163

Fig. 7. Superfície del bassal segons el mètode del paper mil·limetrat.

El segon mètode es va poder realitzar de retruc gràcies a que es va voler digitalitzar el mapa de profunditats i el de corbes de nivell, un cop varem realitzar aquests mapes (Fig. 8 i Fig. 9), simplement seleccionarem una de les opcions que ens dona l'Auto CAD que ens calcula la superfície a partir de figures geomètriques regulars fictícies dins del bassal (aquestes incloses dintre el perímetre que dibuixen les corbes de nivell). La superfície que ens va donar va resultar ser de $11,58 \text{ m}^2$. Un cop obtinguérem la superfície aprofitarem les facilitats que ens proporciona la informàtica i ens disposarem a calcular el volum. Primer de tot és mesuraren diferents superfícies, totes aquestes incloses dins la superfície del bassal, d'alguna manera concèntriques a aquesta i coincidint (cada presa de superfície) amb una profunditat de $0,2 \text{ m}$. A continuació sabent la profunditat que separava una superfície de l'altre ($0,2 \text{ m}$) realitzàrem l'operació per saber el volum (Fig. 9): superfície per altura, i sumàrem cada un dels volums i obtinguérem el volum total que resultà ser de $4,198 \text{ m}^3$.

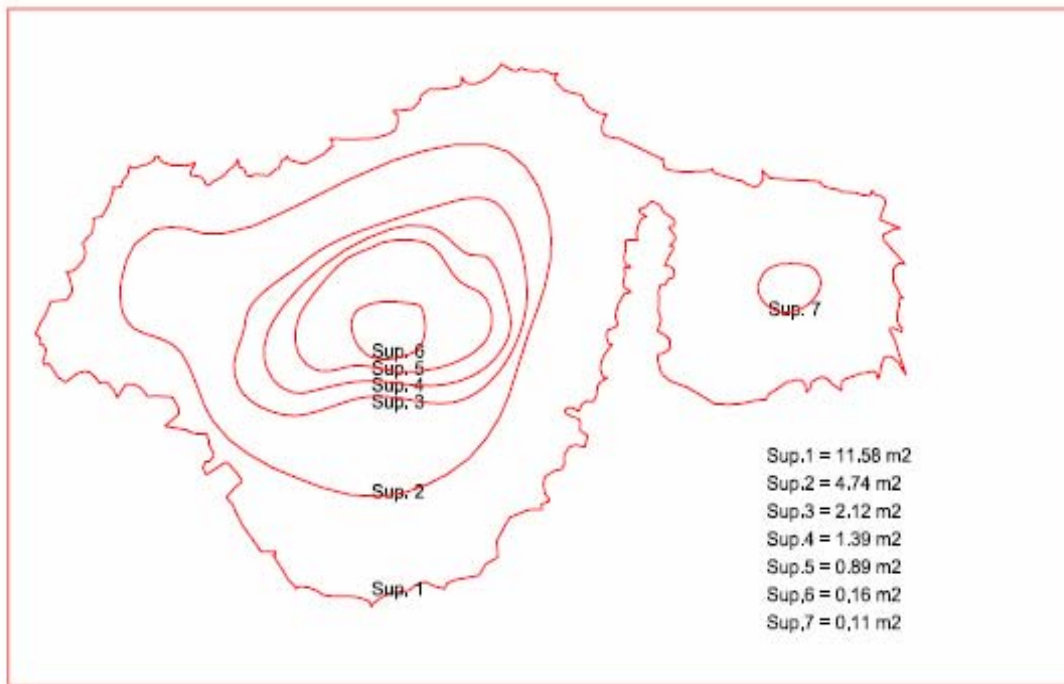


Fig. 8. Superfícies “concèntriques” del bassal. Cada perímetre engloba una superfície (el més gran engloba la superfície real).

Superfície corbes de nivell

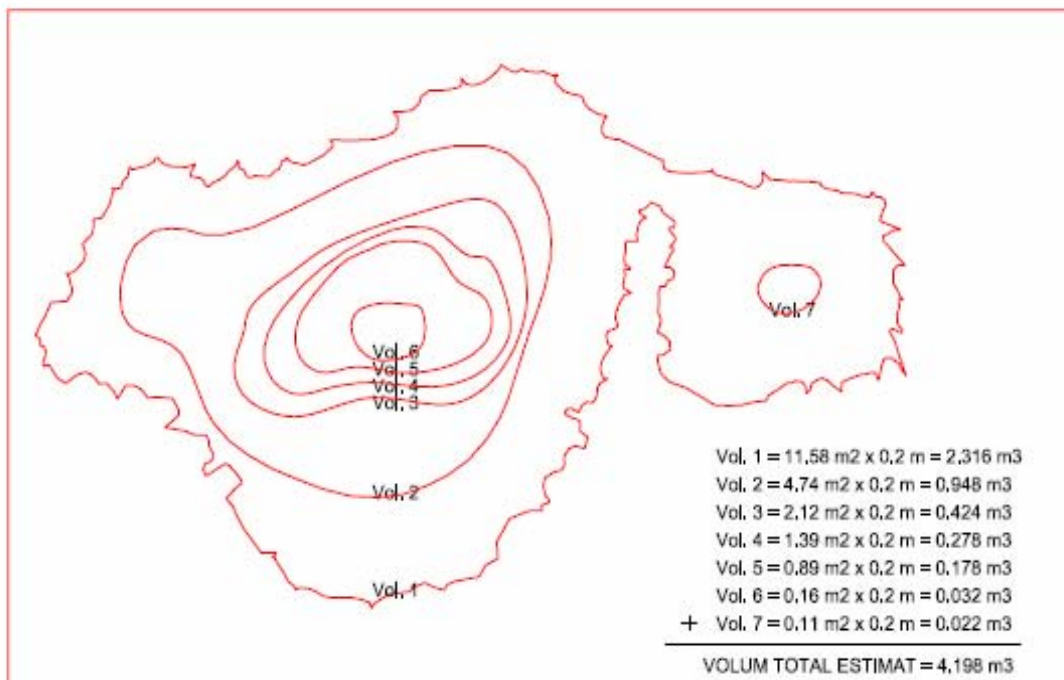


Fig. 9. Volums segons les superfícies i les profunditats de 0,2 m.

Volums esgraonats

El tercer mètode està basat en les proporcions, fonamentant-se en les regles de 3. El material que es va fer servir va ser: una càmera fotogràfica, un ordinador (amb Photoshop, o algun altre programa que permeti modificar fotografies), una impressora, una cinta mètrica, una fotocopiadora, un permanent, una cartolina DIN A4, un full DIN A3, unes tisores i una bàscula de precisió (Fig. 10). En primer lloc varem fer unes fotos des del terrat de l'escola al bassal obtenint així unes imatges ortogonals en picat. Com que no hi havia prou angle varem haver d'enganxar acuradament les fotografies amb Photoshop. Després es van imprimir els resultats, es va resseguir el contorn amb una permanent i es varen fer dues fotocòpies del perfil del bassal, una amb una cartolina DIN A4, i l'altre amb una full DIN A3, tot seguit es retallaren els "bassalets" del full. Més tard a la Universitat Politècnica de Terrassa (UPC) es van pesar amb una balança de precisió un full DIN A3 sencer, una cartolina sencera DIN A4, el "bassalet" retallat extret de la cartolina i el "bassalet" retallat extret del DIN A3. A continuació es van mesurar dues distàncies del bassal, una allargada (senyalada en la Fig. 3 amb color vermell) i l'altra, una amplada (senyalada en la Fig. 3 amb color groc) i també es mesuraren aquests punts representats en el paper.



Fig. 10. Balança de precisió utilitzada.

A continuació les operacions realitzades per obtenir la superfície:

Obtenció de dades		
	<i>Pes (g)</i>	<i>Superfície (m²)</i>
<i>DIN A3</i>	9,293	0,125
<i>Projecció del bassal en un DIN A3 (paper normal)</i>	2,886	0,039
<i>DIN A4 (cartolina)</i>	11,907	0,062
<i>Projecció del bassal en un DIN A4 (cartolina)</i>	3,776	0,020

$$= 0,125 * 2,886 / 9,293$$

←

$$= 0,062 * 3,776 / 11,907$$

←

Fig.11. Obtenció de les superfícies dels "bassalets" retallats

Obtenció de resultats			
	<i>Superfície (m²)</i>	<i>Escala</i>	<i>Superfície (m²) del Bassal</i>
<i>Projecció del bassal en un DIN A3 (paper normal)</i>	0,039	296,336	11,557
<i>Projecció del bassal en un DIN A4 (cartolina)</i>	0,020	587,534	11,751

Fig. 12. Obtenció de les superfícies a mida real mitjançant les escales de la Fig.6

Obtenció de resultats segons els tres mètodes	
	<i>Superfície (m²) del Bassal</i>
<i>Projecció del bassal en un DIN A4 (paper mil·limetrat)</i>	11,163
<i>Projecció del bassal en un DIN A3 (paper normal)</i>	11,557
<i>Projecció del bassal en un DIN A4 (cartolina)</i>	11,751
<i>Auto CAD</i>	11,580

Fig. 13. Mides real de la superfície del bassal, com es pot observar són bastants similars totes; ens podem fiar dels 3 mètodes. El valor mitjà és de 11,512 m². L'error màxim és del 3,7%.

2.1.2 Mapa batimètric

Lògicament té poca profunditat amb valor absolut comparat amb llacs i estanys, però si ho mirem en relació a les seves dimensions superficials la cosa canvia, ja que en el seu disseny es va buscar arribar a una certa profunditat malgrat els inconvenients que s'anaven trobant al sòl (arrels, pedres grans...). Fins i tot es va haver de decidir tallar una arrel principal d'un dels arbres que travessava el bassal pel mig, encara que tingués conseqüències molt negatives per l'arbre (i les va tenir, ja que va morir). Per sort era dels arbres més ben representats al pati. Sorteiant, doncs, els obstacles, la construcció es va anar adaptant al disseny.

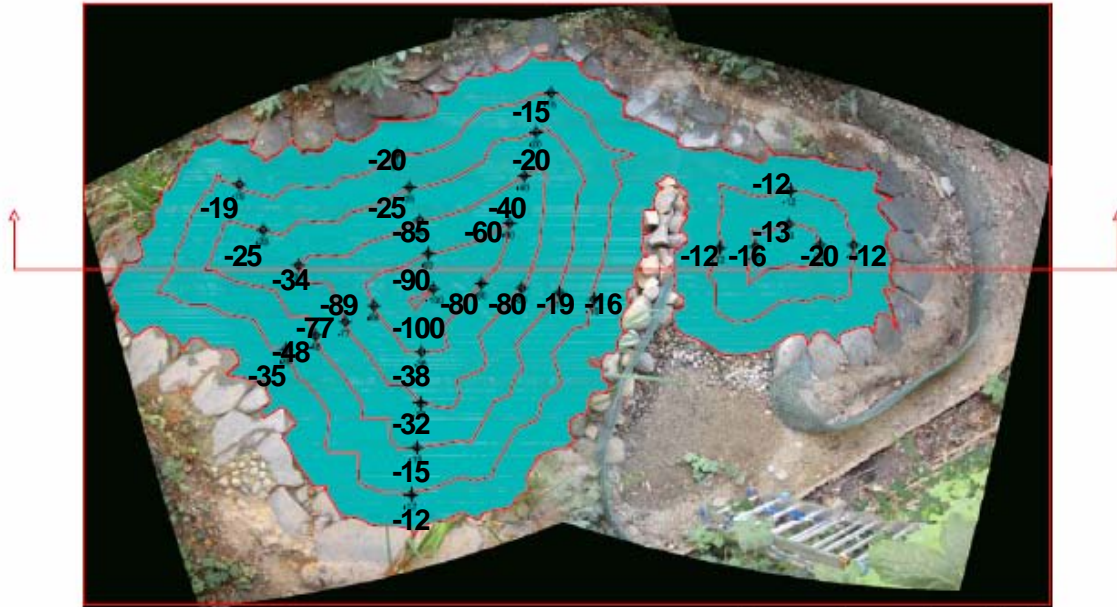


Fig. 14. Mesura de les profunditats del bassal .

Els esglaons i els salts de nivell es van fer per poder-hi posar plantes aquàtiques i la bomba que fa circular l'aigua, oxigenant-la. El nivell de l'aigua no sempre és el mateix sinó que fluctua (evaporacions, transpiracions, pluja, aspersors...) per aquest motiu les mesures de les profunditats es van prendre a partir de l'alçada 0, és a dir, considerant l'eix de les abscisses el terra, com si el bassal estigués ple. Per fer-ho es prengueren les mesures amb uns regles de plàstic perquè l'aigua no els fes malbé i uns llistons de fusta; es va fer amb dos regles perpendiculars, un paral·lel a la superfície de l'aigua (indicava la distància de la vora de la bassa fins al lloc on es volia saber la profunditat) i el que era perpendicular a la superfície del bassal indicava la profunditat en el punt estudiat. La recerca de punts es va fer per zones equidistants de la vora del bassal, en cada un es mirava la profunditat cada 20 cm (Fig. 14).

A continuació hi han exposats uns mapes que es van fer amb el programa Auto CAD a partir de les dades obtingudes en el mètode anterior. En el primer mapa (Fig. 15) hi ha representats els punts on s'han pres les profunditats, cada 20 cm. A partir d'aquest mapa és van traçar les línies de les corbes de nivell cada 20 cm (Fig. 17) mitjançant la interpolació dels punts ja presos. La secció (Fig. 16) està

feta a partir del mapa de les corbes de nivell mitjançant la secció longitudinal indicada a la figura 17.



Presa de profunditats

Fig. 15. Punts on s'han pres les profunditats.

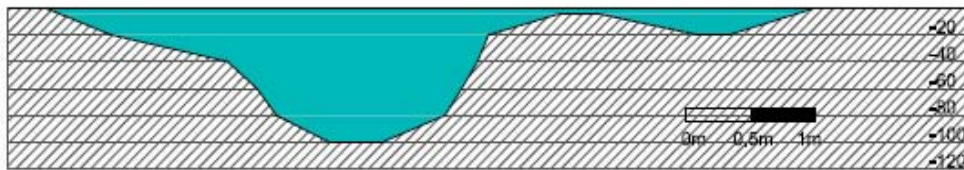
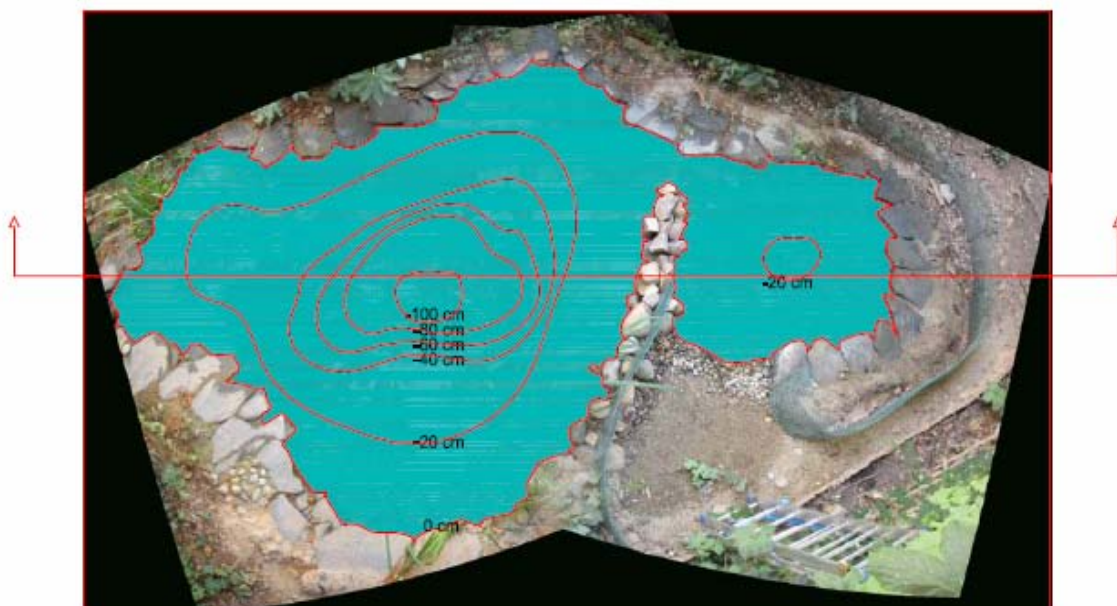


Fig. 16. Secció del bassal.



Corbes de nivell



Fig. 17. Corbes de nivell

2.2 Temperatures

La morfometria del bassal juntament amb la temperatura exterior i altres aspectes condicionen la temperatura de l'aigua del bassal, per això s'han realitzat dos estudis, un a l'estiu i l'altre a l'hivern, de les temperatures en diferents zones del bassal. Per fer aquest estudi s'han adquirit unes sondes que han estat calibrades amb un sensor que es va calibrar al Servei de camps Experimentals de la facultat de Biologia de Barcelona (UB). A continuació explicarem com es fa el calibrat d'una sonda submergible:

Per començar es va calibrar el sensor T3 ilog (per temperatures fora de l'aigua), aquest ha estat utilitzat per la meua companya Laia Herrerias per comprovar la temperatura d'una incubadora per les possibles cries de tortugues. Va ser un muntatge realitzat al Servei de Camps Experimentals de la Facultat de Biologia pel calibratge del sensor T3 ilog amb un termohigròmetre de precisió Testo 177. Es pressuritza en una cubeta on hi ha tots els sensors, aire procedent d'una mescla (regulable a voluntat) d'aire sec (en fer-lo circular per un matràs amb Silica-Gel)³ i d'aire saturat d'humitat (en fer-lo bombollejar prèviament en un matràs amb aigua), d'aquesta manera es fa variar la temperatura i s'obtenen les dades per després poder realitzar la gràfica de calibratge (Fig. 18). Aquest procés de calibratge està àmpliament explicat en el treball de recerca de la Laia Herrerias (perquè ella va utilitzar aquest i 4 sensors més) i en aquest apartat només explicarem les correccions en les sondes submergibles.

³ De fet per a calibrar un termòmetre no cal que l'aire sigui sec o humit, però com es va fer coincidir amb el calibratge dels sensors d'humitat es va establir tot alhora en una cubeta.

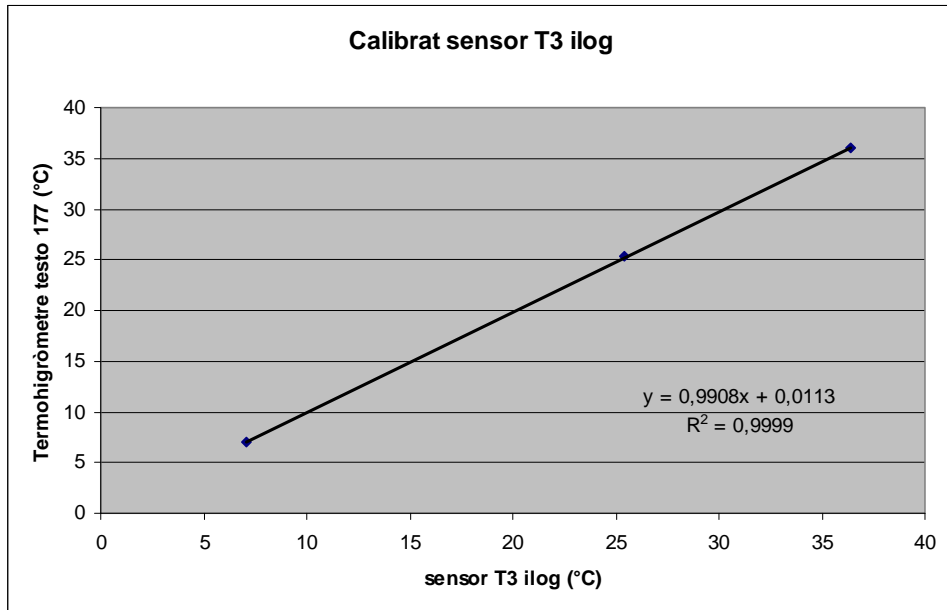


Fig. 18. Calibrat del sensor Escort T3 ilog (que posteriorment s'utilitzarà de patró per al calibrat de les sondes submergibles) amb un termohigròmetre de precisió (Testo 177) del Servei de Camps Experimentals de la Facultat de Biologia de la UB.

Es prengueren moltes dades, però només es representen tres valors estabilitzats. Com es desprèn de la gràfica i de la seva equació, la desviació és molt baixa, amb una correlació de gairebé 1. Donada aquesta baixa desviació, no s'ha considerat necessari aplicar la correcció a les mesures realitzades amb aquest sensor, i per aquest motiu s'ha fet servir de patró per calibrar els altres sensors.



Fig. 19. Muntatge per al calibrat de les sondes amb el sensor T3 ilog (en primer terme). Es va utilitzar una barreja d'aigua amb alcohol (que s'havia mantingut al congelador) per les temperatures baixes.

Així doncs amb el patró (T3 ilog) que és el que està ben calibrat, les sondes, es poden calibrar a partir del sensor; per fer-ho es sotmet a totes les sondes i al sensor patró a canvis de temperatura. Es posen tots les sondes dins d'un recipient amb aigua amb alcohol que anteriorment havien estat un temps al congelador. Els resultats queden enregistrats en un ordinador i a partir d'aquest es fan unes gràfiques que posen en relació el marge d'error, i ens donen unes fórmules per corregir susdit marge d'error. A continuació trobem les gràfiques i les fórmules per corregir el calibrat.

Calibrat sondes submergibles

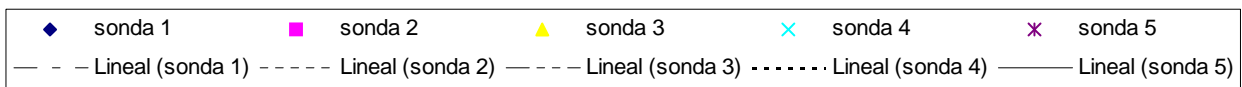
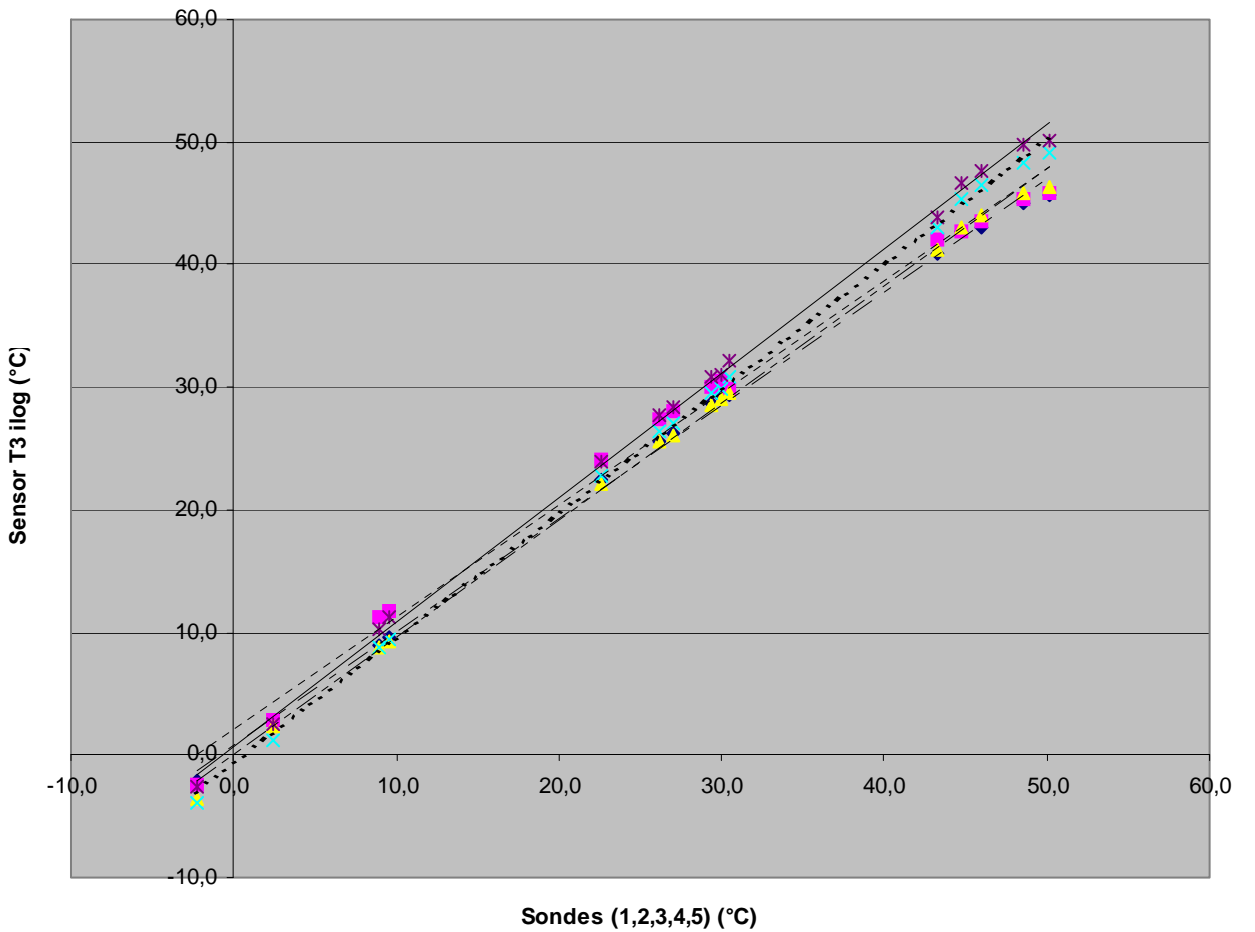


Fig. 20. Gràfica que posa en relació la diferència de temperatura de les sondes respecte el sensor T3 ilog

Calibrat de les 5 sondes:

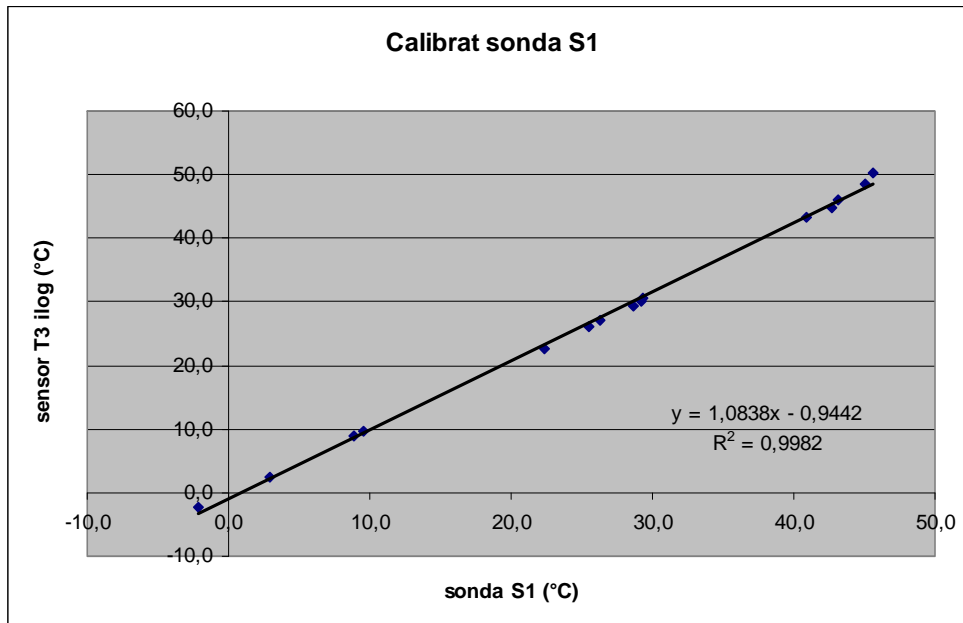


Fig. 21. Recta de regressió i coeficient de correlació entre el sensor Escort T3 illog i la sonda tèrmica submergible nº1.

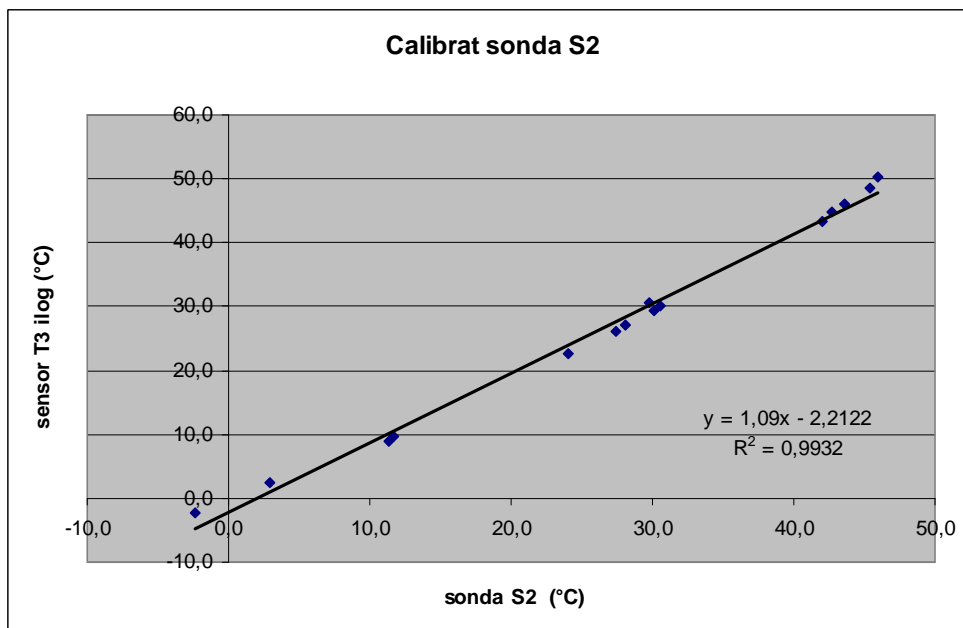


Fig. 22. Recta de regressió i coeficient de correlació entre el sensor Escort T3 illog i la sonda tèrmica submergible nº2.

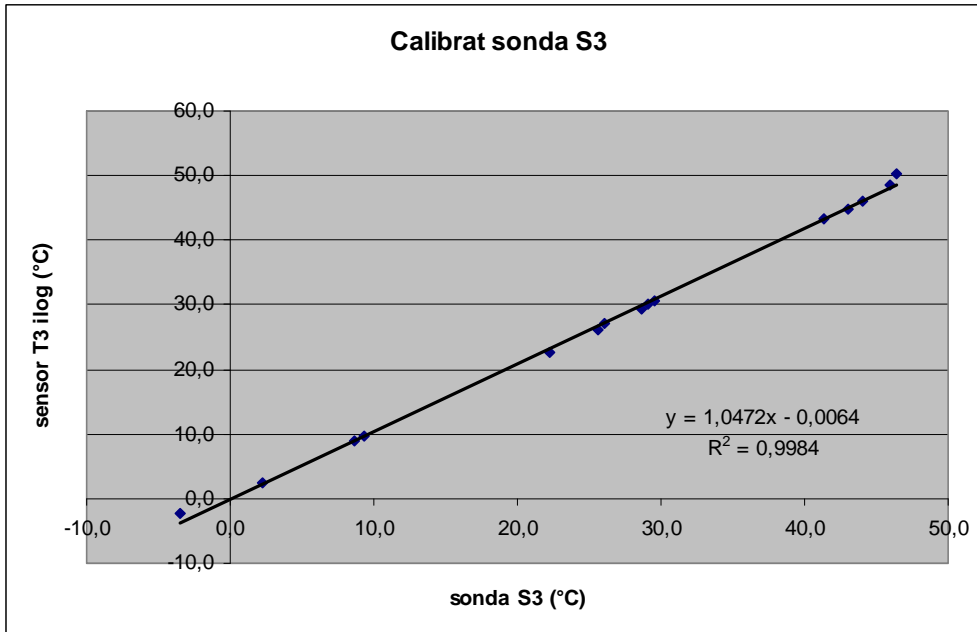


Fig. 23. Recta de regressió i coeficient de correlació entre el sensor Escort T3 illog i la sonda tèrmica submergible nº3.

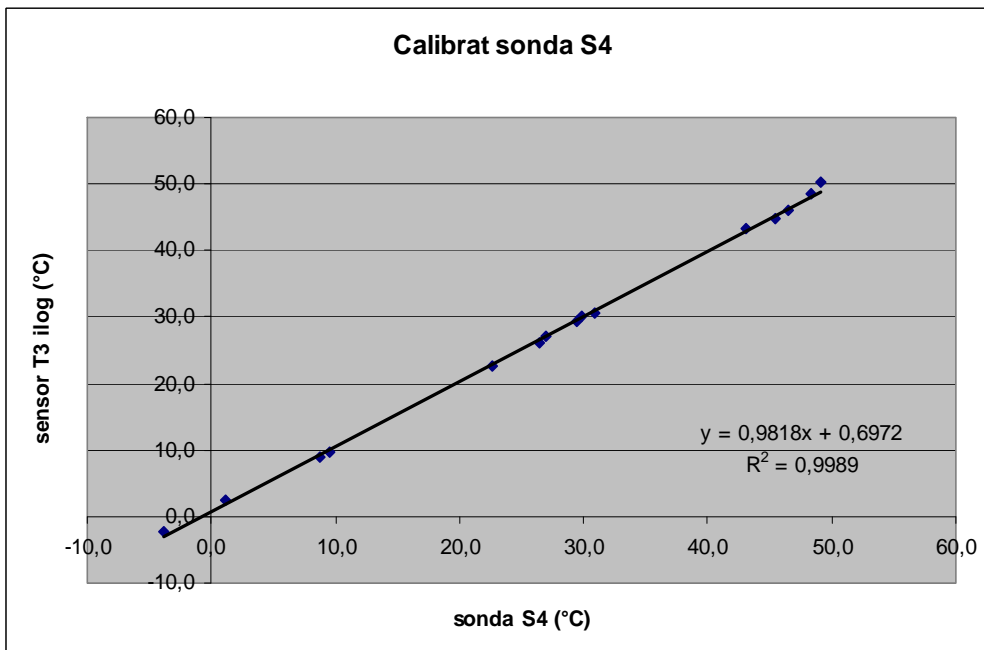


Fig. 24. Recta de regressió i coeficient de correlació entre el sensor Escort T3 illog i la sonda tèrmica submergible nº4.

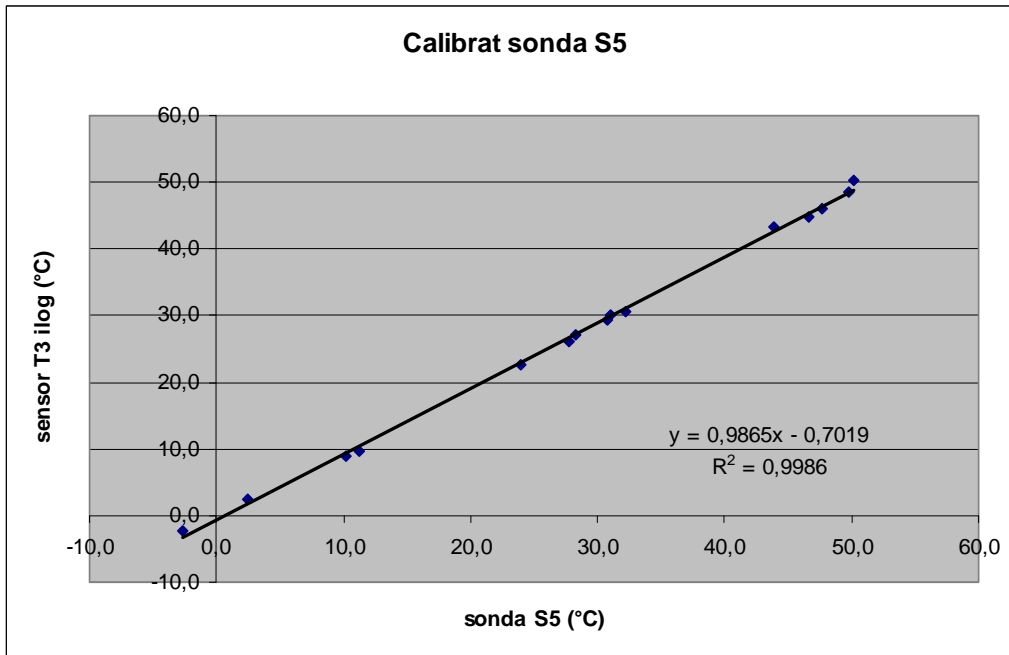


Fig. 25. Recta de regressió i coeficient de correlació entre el sensor Escort T3 il·log i la sonda tèrmica submergible nº5.

Un cop tenim fet el calibrat cedim al procediment : l'obtenció de dades i més tard les posarem a la fórmula i ens donarà la dada corregida. A continuació veurem els punts de presa de dades en el mapa, les dades correctes segons el calibrat realitzat i unes gràfiques. Per l'obtenció de dades es va fabricar un aparell format per un regla de plàstic que a cada 20 cm tenia una sonda, fixada amb brides de plàstic, d'aquesta manera obteníem les dades amb una sola maniobra i a sobre guanyant precisió, ja que per cada sonda tenim un resultat. El resultat doncs no es veia afectat, ja que si haguéssim de retirar la sonda cada cop que prenguéssim dades, el resultat es podria veure afectat per culpa de l'anterior dada i del moviment i barreja de l'aigua (d'aquesta manera és minvava l'error de mesura).

LLOCS ON S'HAN PRES LES TEMPERATURES



Fig. 26. Punts on s'han pres les temperatures.

Punt	nº sonda	Profunditat	Temperatura °C			
			Dia		Hora	
			27-7-06	12:08	18-12-06	14:58
			aigua e	ambient e	aigua h	ambient h
e	1	0	25,2	24	12,9	8,1
a	2	-20	23,9	24	12,1	8,1
b	3	-40	24,7	24	14,9	8,1
c	4	-60	22,2	24	16,7	8,1
d	5	-80	21,9	24	13,2	8,1
f	5	-20	23	24	12,7	8,1

Fig. 27. Taula de les dades recollides en dos mesures, una realitzada l'estiu i l'altre a l'hivern

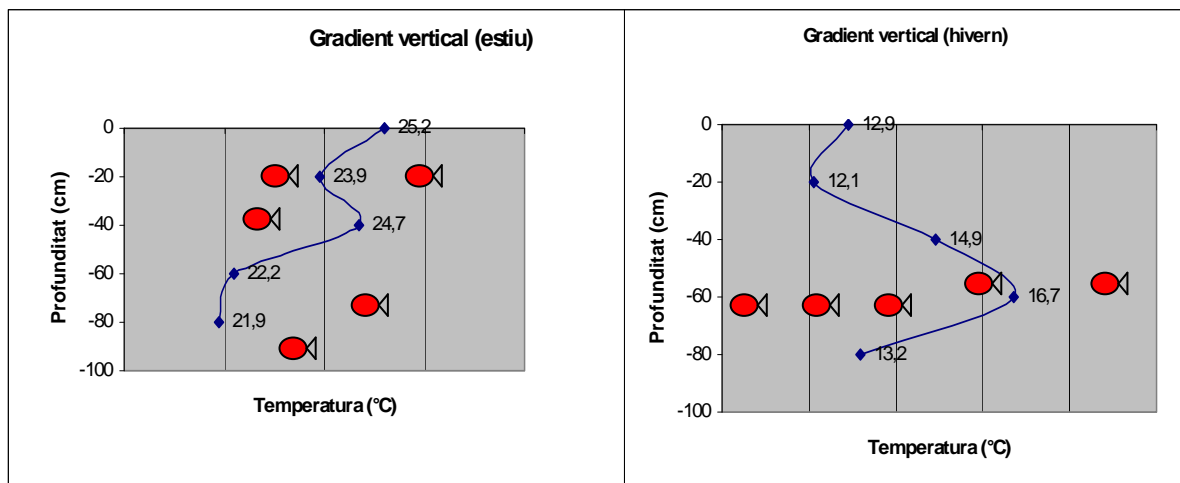


Fig. 28. Gradients verticals de les temperatures, un l'hivern i l'altre a l'estiu. Es pot apreciar a quina profunditat, degut a la temperatura, prefereixen estar els carps vermells.

Observacions (de l'estiu): en el punt **e** la temperatura de l'aigua supera la temperatura ambient degut a que la llum del Sol escalfa abans la part superior. En el punt **a** i el **b** les temperatures també són molt semblants a les de l'ambient; això segurament és degut als petits corrents que circulen pel bassal, provocats la majoria per la bomba hidràulica. En la resta de punts quan més fons més baixa és la temperatura, lògic ja que l'aigua situada més amunt tarda menys en escalfar-se (i la més freda és més densa i està a baix).

En teoria la part superior és la més calenta anomenada epilímnion i la part inferior que és la més freda és l'hipolímnion, entre aquestes dues hi ha com una frontera on es produeix el canvi tèrmic més accentuat, la termoclina⁴ (entre el punt **b** i el **c**, segurament hi apareix). Aquesta gradació es produeix per causa de que les aigües superficials s'escalfen més de pressa que les del fons, això és degut a la baixa conductivitat tèrmica de la molècula d'aigua i a l'escalfament ràpid de l'aire. La termoclina condiona al gradient de densitats i per això fa de veritable separació entre aigües calentes i fredes. Durant l'estiu i part de la primavera s'hi produeixen dos processos diferents; un a la superfície on es fa l'absorció de nutrients pel fitoplàncton, i l'altre al fons on es produeix la mineralització dels nutrients.

Observacions (de l'hivern): com era d'esperar les temperatures són totes més baixes que les de l'estiu. També es produeix el mateix fenomen que als indrets naturals, totes les temperatures preses a l'aigua són superiors a la temperatura ambient; això és degut, segurament, a la calor específica de la l'aigua, que és especialment elevada (Margalef, 1977). Aquesta fa que durant les hores que toca el sol al pati l'aigua s'escalfi (matí i migdia) i que després tardi més que l'aire en refredar-se, per això, són més elevades les temperatures de l'aigua que la del ambient. Del punt **a** al **b** hi ha un canvi considerable de temperatura i del **c** al **d** també, els dos canvis són possibles candidats a ser la termoclina, però no ho podem assegurar (ens caldria fer més rèpliques). En els punts **e** i **a** hi ha registrades les temperatures més baixes degut a que s'estan començant a refredar per culpa de la temperatura de l'aire. Varem observar que els carpins vermells es situaven on la temperatura era més elevada (en el punt **c**) en canvi a l'estiu es movien indistintament per totes les profunditats. Aquesta observació ja s'havia citat en treballs de recerca anteriors, però fins ara no s'havia pogut relacionar experimentalment amb la temperatura (Figura 28).

⁴ la termoclina havia estat un tema d'estudi d'un treball anterior (Gerard Sagués, 2005), però no s'havia pogut trobar fins ara una evidència similar al bassal.

2.3 Química del bassal

Les aigües naturals contenen moltes substàncies minerals i orgàniques, en forma de partícules dissoltes, gràcies a la capacitat dissolvent de l'aigua. Aquestes substàncies interactuen amb els éssers vius, per exemple, l'oxigen i el diòxid de carboni estan estretament lligats en els processos de formació i descomposició de la matèria viva. La química de la limnologia és un camp molt extens i complicat. En aquest apartat ens centrarem en els trets essencials perquè hi esdevingui vida, en primer lloc, doncs, l'aigua.

2.3.1 L'aigua i el seu poder dissolvent: conseqüències químiques i biològiques

L'aigua és "el dissolvent" universal, gràcies a aquesta qualsevol sistema aquàtic biològic pot existir, en primer lloc dissol les substàncies minerals, aquestes s'obtenen del mateix medi terrestre on està ubicada la zona aquífera, i també hi trobem substàncies orgàniques (provinents de les morts d'animals, branques d'arbres...) que seran la font d'alimentació de les espècies que habitin en l'ecosistema aquàtic. En un principi l'aigua del bassal era de l'aixeta per tant amb clor (que no tardà en evaporar-se), pobre en nutrients i sals minerals però poc a poc gràcies a les fulles caigudes, la pols, la sorra... ha anat convertint-se en un veritable biosistema aquàtic.

2.3.2 Components químics; víctimes de la dissolució

2.3.2.1 Gasos

Els gasos de l'aire tots són solubles en aigua i tenen tendència a dissoldre's, d'aquesta manera es difonen en els medis aquàtics. Per calcular la concentració màxima d'una gas dissolt en aigua, anomenat contingut en concentració, es calcula per la llei de Henry:

$c = p \times k$, on p és la pressió parcial del gas en l'aire i k és un coeficient de solubilitat característic de cada gas⁵.

⁵ *Extret de Lagos y ríos de Lacroix G.(1992).*

No obstant no ens podem fiar del tot d'aquesta fórmula ja que hi ha molts factors fisicoquímics i biològics que hi intervenen, com per exemple la fotosíntesis que fa un paper imprescindible fent variar la concentració d'O₂ i de CO₂ en l'aigua. La temperatura també juga un paper important en la concentració, ja que al pujar aquesta disminueix la solubilitat del gas. A continuació és fa una estimació d'oxigen segons la temperatura del bassal pressa a l'estiu guiant-nos a partir de la gràfica (Fig. 29).

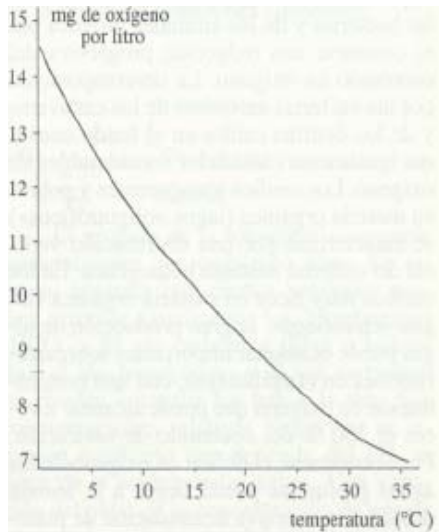


Fig. 29. Mil·ligrams d'oxigen per litre segons la temperatura

- en el punt a la temperatura és de 24°C segons la gràfica, doncs, hi ha 8,6 mg d'oxigen per litre d'aigua .
- en el punt d la temperatura és de 22,9°C segons la gràfica, doncs, hi ha 9 mg d'oxigen per litre d'aigua .

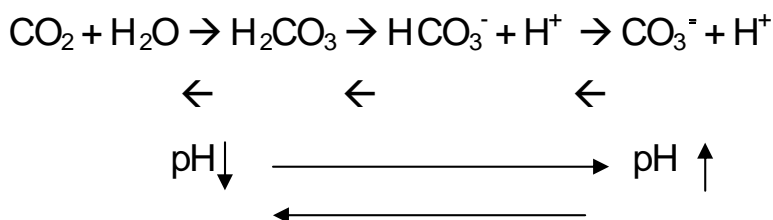
Tot i així sabem que a l'estiu hi ha més energia llumínica i altres factors favorables a la fotosíntesi, no obstant hi ha més respiració, per tant la concentració d'oxigen al bassal no serà la indicada en la gràfica ja que l'oxigen depèn de

molts factors, alguns d'ells explicats a continuació: a la part de l'hipolímnion (punt d) a l'estiu la concentració d'oxigen es molt baixa per culpa de la respiració de les algues (no obstant en produeixen més que no en consumeixen), de les bacteries aeròbiques, dels animals...conseqüència de d'elevada quantitat de matèria orgànica fet que pot provocar l'eutrofització de les aigües (no és el nostre cas ja que és manté un bon nivell d'oxigen gràcies també a la circulació de l'aigua), tot i així al ser un bassal tan poc profund hi arriba llum a tot arreu fet que provoca que es produeixi fotosíntesis a tots els indrets ja que no està eutrofitzat. A més a més, la gràfica es aplicable en aigües pures cosa que la nostra no ho és, per tant no podem saber la quantitat d'O₂ que hi ha sense un anàlisi químic; aquest ens donarà un valor que segurament no dependrà de la zona on s'efectuï la investigació.

Hi ha un índex, el DBO (Demanda Biològica d'Oxigen) que mesura la quantitat d'oxigen que els microorganismes necessiten per oxidar la matèria orgànica

(generalment en 5 dies, DBO₅); la demanda química d'oxigen (DQO) utilitza dicromat potàssic per oxidar totalment la matèria oxidable (orgànica i inorgànica) present en l'aigua. Mitjançant el dicromat consumit es calcula la demanda d'oxigen.

Pel que fa al diòxid de carboni: les equacions de la fotosíntesis i de la respiració revelen una relació negativa entre el gas diòxid de carboni i l'oxigen. La fotosíntesis consumeix diòxid de carboni, la respiració i la descomposició n'alliberen. L'evolució de la concentració de diòxid de carboni en les aigües dolces obeeix a unes regles complexes; de fet el diòxid de carboni existeix en diferents formes químiques, una petita part d'aquest gas dissolt es combina amb molècules d'aigua per donar lloc a àcid carbònic. La fotosíntesis fa servir CO₂ lliure. El CO₂ (lliure o hidratat), el ió bicarbonat i el ió carbonat (KH) no poden coexistir els tres a la vegada, les seves concentracions relatives conserven un rigorós equilibri que regulen el pH, una variació de la concentració d'una de les formules ocasionarà un desplaçament de l'equilibri, s'anomena sistemes tampó, amortidors del pH (explicat més endavant).



2.3.2.2 Àcids, bases i alcalinitat

El sistema de carbònic-carbonat esmentat en el punt anterior tendeix a oposar-se a les variacions químiques del medi i manté el pH de l'aigua relativament constant. Aquest també depèn de l'existència d'àcids orgànics, definim doncs l'acidesa com la concentració de protons (H⁺). Com a contraposició de l'acidesa hi ha els àlcals que és la quantitat d'ions hidroxil (OH⁻). Tenim doncs, que el pH ve determinat per una consideració entre el número de protons H⁺ i el número d'ions hidroxil OH⁻. Quan el número de protons iguala al número d'hidroxils, l'aigua és neutra; el pH serà de 7, quan el número de protons sigui superior al d'hidroxils direm que l'aigua és àcida i si passa al revés direm que és una base. El pH és un factor logarítmic (i negatiu); quan una solució es torna 10 cops més àcida, el pH

disminuirà una unitat, quan una solució es torna 100 vegades més àcida, el pH disminuirà 2 unitats. El pH no té unitats; $\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$.

Una aigua amb una alcalinitat (KH) elevada té més capacitat “tampó”, és a dir, més habilitat de mantenir estable el pH de l'aigua.

La duresa de carbonats (KH) evita les fluctuacions del valor del pH causades, per exemple, per la descomposició biològica o per el consum de diòxid de carboni per part de les plantes. Una duresa de carbonat massa baixa és normalment el causant de les fortes oscil·lacions del valor del pH (es torna àcid); el tampó(KH) actua com una esponja,

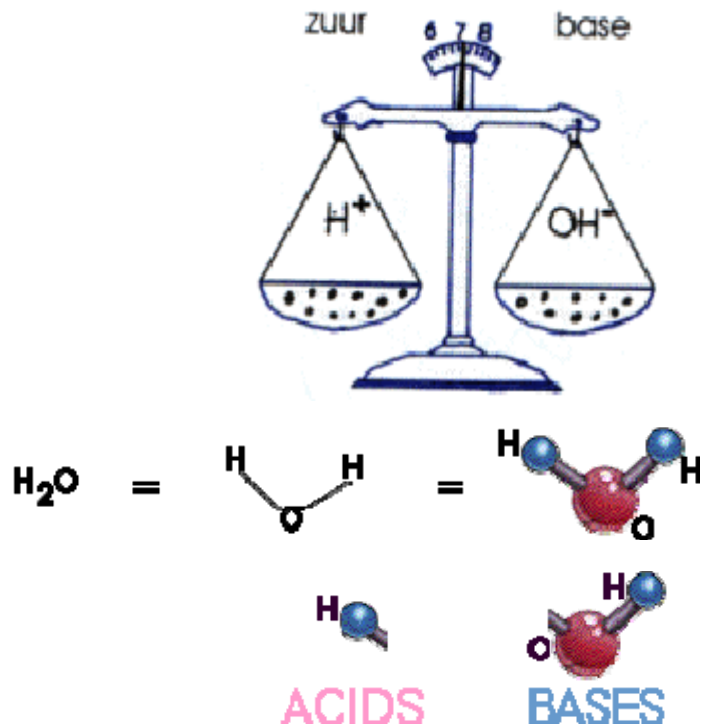


Fig. 30. Dibuixos que ajuden a entendre la definició d'àcid i base.

absorbeix l'àcid sense canviar gaire el pH.

No s'ha de confondre l'alcalinitat, que és la capacitat del tampó, amb l'àlcali que es refereix a l'estat base de l'aigua.

És un error comú en els aficionats novells a l'aquariofília de pensar que la part més difícil de mantenir vius i amb bones condicions peixos tropicals és la temperatura i prou. Doncs bé, el pH juga un paper força important ja que aquests peixos procedeixen d'indrets on hi plou molt i les aigües que arriben als bassals, llacs, mars... són molt pobres en sals minerals aleshores necessiten aigües toves i amb un pH més aviat àcid. Això fa que “prefereixin” aigua molt poc tamponada i al mínim descuit es produeixen fluctuacions del pH que solen resultar fatal per aquests peixos.

2.3.2.3 Nutrients i oligoelements

Compostos de N:

- El nitrogen (N_2) està present en l'aigua en forma de gas. Aquest és molt abundant a l'atmosfera, com a conseqüència es troba amb quantitats elevades en l'aigua, no obstant és inaccessible per la majoria de éssers vius, ja que és un

triple enllaç entre àtoms de N fet que dificulta trencar-lo, només algunes bacteries com les cianobacteris són capaces de fixar-lo transformant-lo amb ió amoni (NH_4^+).

- L'amoníac (NH_3) prové de la descomposició de les proteïnes (excrements i residus úrics), aquest és molt tòxic i fins i tot mortal pels peixos (que són qui l'excreten); si s'acumula, la descomposició d'aquest compostos dona lloc a nitrits.

- Els nitrits (NO_2^-) es formen com a producte intermediari durant la descomposició dels excrements dels peixos, un nivell de nitrits massa alt és una amenaça per als peixos. El nitrit es transforma en nitrat per l'acció de les bacteries, per tant també s'haurà de mirar el nivell de nitrat.

- Un nivell molt alt de nitrats (NO_3^-), que són compostos minerals, provoca una forta proliferació de les algues que pot portar a l'eutrofització de les aigües. És la forma mineral més comuna i la més estable en les aigües oxigenades. Els nitrògens minerals provenen majoritàriament de l'erosió i dissolució que fa l'aigua sobre les roques extraient-ne els minerals. També prové dels nitrits gràcies a les bacteries.

El cicle del nitrogen: En aquarífilia, el cicle del nitrogen (més exactament, cicle de *nitrificació*) és el procés biològic que converteix l'amoníac en un altre compost de nitrogen. Afortunadament, diverses espècies de bacteries fan aquesta conversió. En particular, l'espècie de *Nitrosomonas* converteix l'amoníac (NH_3) en nitrits (NO_2^-), alhora que espècies de *Nitrobacter* (entre d'altres) converteixen nitrits en nitrats (NO_3^-).

La duresa general de l'aigua (gH) és la quantitat d'ions calci (Ca^{2+}) i magnesi (Mg^{2+}) que hi ha en l'aigua, tot i que els ions com el del ferro, del zinc i del manganès contribueixen també en la duresa de l'aigua, cal tenir-la controlada ja que provoca formacions de dipòsits i incrustacions que poden provocar un deteriorament de les instal·lacions que hi ha al bassal, com les bombes hidràuliques. La duresa de l'aigua segueix les següents regles: la unitat de mesura dH significa "degree hardness" (graus de duresa), i ppm significa "parts per milió". Una unitat de dH equival a 17.8 ppm de CaCO_3 . La majoria de kits donen la duresa en unitats de CaCO_3 ; això significa que la duresa equival a la quantitat de CaCO_3 que hi ha en l'aigua però no significa que realment procedeixi del CaCO_3 .

Duresa en dH	Duresa en ppm	
0 - 4 dH	0 - 70 ppm	Molt tova
4 - 8 dH	70 - 140 ppm	tova
8 - 12 dH	140 - 210 ppm	poc dura
12 - 18 dH	210 - 320 ppm	bastant dura
18 - 30 dH	320 - 530 ppm	dura
Superior		roca líquida

Fig. 31. Duresa i repercussions d'aquesta en l'aigua; qualificada segons la duresa en molt tova, tova, poc dura...

El gH, kH y pH formen el triangle de las Bermudes de la química de l'aigua. Encara que siguin tres propietats diferents, totes interaccionen entre si, en diferents graus, fent difícil poder ajustar un sense modificar l'altre.

En la següent taula hi han els valors adequats per cada propietat química estudiada:

PARÀMETRES QUE INDIQUEN LA QUALITAT	VALORS PER A UNA AIGUA BIOLÒGICAMENT EQUILIBRADA
<i>pH</i>	<i>entre 5 i 8</i>
<i>gH</i>	<i>entre 5 i 10° dgH</i>
<i>kH</i>	<i>entre 5 i 10 dkH</i>
<i>NH₃/NH₄</i>	<i>el NH₃ no hauria de passar del 0,02mg/l</i>
<i>NO₂</i>	<i>no ha des superà el 0,1 mg d'aigua</i>
<i>NO₃</i>	<i>es pot remediàr fàcilment amb plantes oxigenants</i>

Fig. 32. Paràmetres òptims per una bona qualitat d'aigües d'un biosistema aquàtic.

2.3.2.4 Anàlisi química al bassal

En la taula següent hi ha la taula dels resultats d'uns anàlisis químics fets al bassal de l'escola amb 2 productes de la marca Sera:

<i>Dia</i>	28-6-06	18-1-07
<i>Hora</i>	13:00	16:45
NO_3^-	0 mg/l	0 mg/l
NO_2^-	0 mg/l	0 mg/l
<i>gH</i>	28° dGH	22° dGH
<i>kH</i>	15° dKH	10° dKH
<i>pH</i>	8	8

Fig. 33. Resultats de l'anàlisi químic realitzat a l'escola



Fig. 34. Tires per analitzar l'aigua. De dalt a baix: NO_3^- , NO_2^- , gH (els tres quadradets del mig), kH i pH. El que es va fer servir va ser la tira de la dreta. Fotografia feta al cap de 2 minuts de fer l'anàlisi per poder veure els resultats, tal com indiquen les instruccions.

Observacions: Tenim que dels dos anàlisis realitzats, un a l'estiu i l'altre a l'hivern, els nitrats són de 0 mg/l ja que l'aigua no erosiona gaires roques per culpa de que la bassa està cobert per una lona que ho impedeix, tenim doncs que l'únic lloc on es pot produir erosió és al petit riuet, no obstant pot averi-hi nitrats que vinguin dels nitrits, però aquest tampoc és el cas, ja que la quantitat de nitrits ens els 2 anàlisis és de 0 mg/l (pocs excrements dels peixos) o bé que la poca quantitat que hi ha es transformada en nitrats (per les bacteris) o en ió amoni (per les cianobacteris) i aquests compostos son aprofitats per les plantes (en

qualsevol cas, això indica un bon estat de l'aigua sota aquest punt de vista).

La duresa general de l'aigua ha variat considerablement, degut suposadament, a l fet de que a l'estiu s'evapora més aigua per culpa de la calor, aquesta aigua és destil·lada, per tant, l'aigua que resta en el bassal té unes quantitats de duresa més elevada que no pas a l'hivern que fa menys calor. No obstant no són unes condicions òptimes (segons la taula de la Fig. 32) i és una dada que s'hauria de revisar en futurs treballs. Com hem dit anteriorment la majoria de kits donen la

duresa en unitats de CaCO_3 ; això significa que la duresa equival a la quantitat de CaCO_3 que hi ha en l' aigua però no significa que realment procedeixi del CaCO_3 , per tant, si fos així, el que mesuraríem serien els ions calci del CaCO_3 cosa estranya ja que com hem dit abans quasi bé no hi ha erosió degut a la lona que ho impedeix. Com a conclusió doncs, s'hauria de revisar aquesta dada i la del paràmetre de qualitat.

L'alcalinitat ha disminuït 5 dkH, fet que indica que els compostos de carbonat varien notablement. En el primer cas no té les condicions òptimes, les sobrepassa, no obstant el problema greu esdevindria si les quantitats fossin inferior al paràmetre de les òptimes ja que provocaria que el pH passés a ser àcid. Aquest canvis son deguts a que el pH s'ha d'estabilitzar o de mantenir. Veiem que el pH no varia gens, tot i així, aquestes condicions no són les òptimes són més alcalines de lo correcte com a conseqüència de que hi ha masses kH, o també es pot atribuir a la causa d'aquest fet el que no hi hagi masses substàncies bàsiques o que n'hi hagin poques d'àcides, ja que és relatiu (el sediment i el material general del pati és calcari, bàsic). Tot això són suposicions, com ja hem dit abans, seria interessant realitzar un estudi a fons de la química del bassal en un futur treball de recerca.



Fig. 35. Obtenció mitjançant un producte Sera de la duresa de l'aigua

2.3.3 Matèria orgànica morta; problemes o beneficis?

2.3.3.1 Autodepuració

Les substàncies orgàniques permeten l'existència de diferents bacteris que consumeixen una quantitat considerable d'oxigen dissolt en l'aigua. Les capes profundes del bassal a finals de tardor es queden sense oxigen provocant que només hi puguin viure organismes anaerobis. Els processos de descomposició de la matèria són bàsicament fermentacions, reduccions i en menor grau oxidacions. En el fons es forma metà i a partir de la descomposició de les substàncies proteiques es forma àcid sulfhídric i amoníac. Les bacteries del sofre formen unes capes blanquinoses o vermelloses sobre el fons (generalment, però, un sediment negre indica anòxia).

Una vegada descomposta la major part de les substàncies orgàniques, l'oxigen procedent del aire ja no es consumit immediatament; es poden establir doncs les bacteries aeròbies, que oxidant desdoblen la resta de substàncies orgàniques. Cada cop que disminueix la proporció de substàncies orgàniques es redueix també el número de bacteries (que depenen de l'aliment orgànic preexistent).

Aquest procés tindrà més dificultat de produir-se si les substàncies orgàniques són artificials ja que no hi haurien unes bacteries específiques que puguin desdoblar les molècules orgàniques, si això passés parlariem de contaminació.

El nostre bassal a primera vista sembla ser que no té cap mena de problema perquè l'aigua es depuri: hi ha poca matèria orgànica, es poc profund i això facilita la penetració de l'oxigen⁶ fins al fons desencadenant una oxidació més potent i eficaç, també comptem amb unes bombes que fan circular l'aigua i com a conseqüència l'oxigena.... No obstant, no podem considerar que es produeixi una autodepuració completa ja que a l'estiu es treuen algunes algues i a la tardor es recullen part de les fulles (dels arbres i arbustos caducifolis) que queden surant⁷.

⁶ Tant directament com indirectament a través de la fotosíntesi, ja que s'han observat capes superficials de sediment de color verd (primavera i estiu).

⁷ En un treball de recerca anterior ("El pati de les tortugues com a ecosistema") es fa referència a aquest fet, extensiu a tot el pati de les tortugues, com ecosistema de desenvolupament sostenible (Ferran Hernández, 2004).

Per comprovar la depuració de l'aigua de la basa realitzarem una petita pràctica⁸ comparativa en la qual agafarem aigua de l'aixeta (sense bactèries) i aigua del bassal (amb bactèries) que ens orientarà sobre la capacitat de degradació de molècules orgàniques que es produeix al bassal. És realitzarà el procediment següent als dos tipus d'aigües:

-s'afegeix 3 gotes de llet a una placa de Petri amb 70 ml d'aigua i s'agita. L'aigua queda una mica tèrbola. Es deixa durant 3 dies.

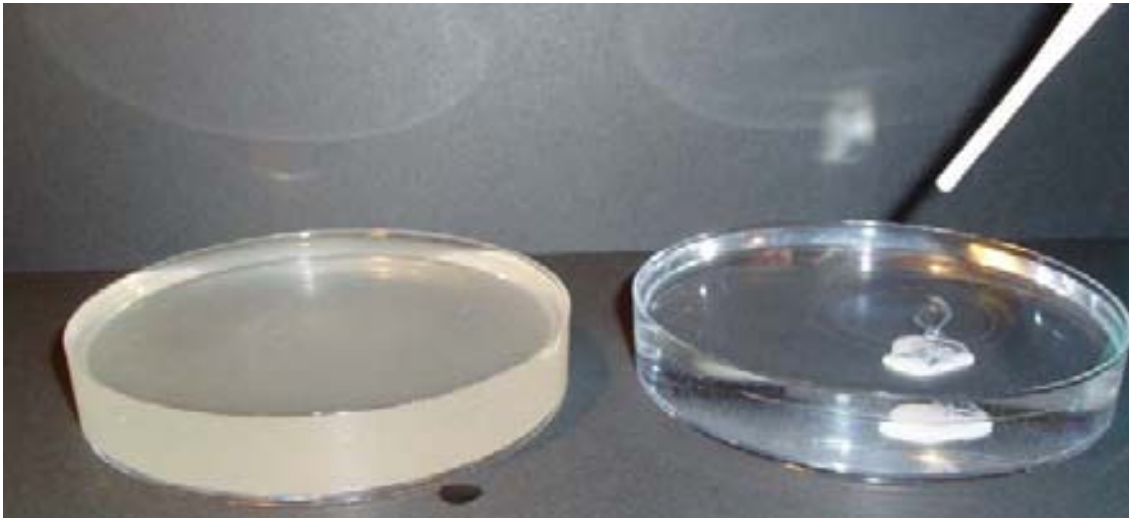


Fig. 36. Realització de l'experiment per comprovar que l'aigua del bassal té més capacitat depuradora que la del aixeta. Detall, en la segona mostra, d'una gota de llet dissolent-se lentament. En la primera mostra la llet ja ha estat dispersada per complet .

Com era d'esperar l'aigua del bassal ha tardat menys en degradar les molècules orgàniques de la llet i l'aigua de l'aixeta ha tardat més ja que aquesta partia sense bactèries a l'inici de l'experiment. Durant l'experiment s'ha format en les parets dels recipients una capa viscosa, i en l'aigua hi ha aparegut unes partícules flotants i filamentoses de color gris blanquinós: greixos, substàncies orgàniques de la llet que les bactèries desdoblen a diòxid de carboni, aigua i sals minerals. Però si en lloc de 3 gotes l'afegíssim moltes més, l'aigua no tardaria en tenir unes condicions "polisapròbies" (veure més endavant).

⁸ *Idea extreta del llibre de Lagos y ríos de Lacroix G.(1992).*

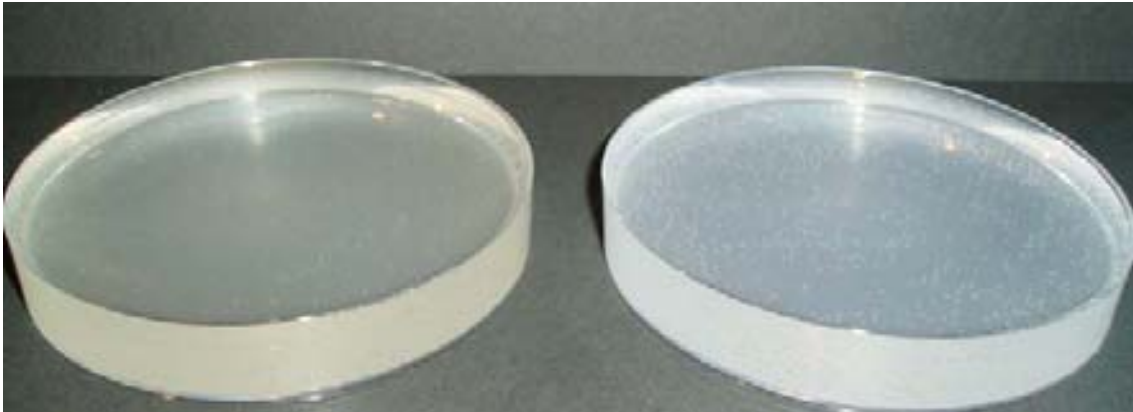


Fig. 37. En aquesta fotografia es pot observar que la segona mostra té un color més blanquinós degut a la llet, i que hi ha més gasos, fet que respon a que al haver-hi poques bactèries el consum d'oxigen és inferior al de la mostra 1.

Una altre fet que ens demostra que s'hi produeix autodepuració és el sediment: es va observar aquest estiu que es formava un gruix de 10 cm a la profunditat, en canvi, a l'hivern aquest mesurava el doble, és a dir 20 cm⁹. Això implica que el bassal té capacitat de depurar suficient per a mantenir-se, malgrat l'enorme aportació periòdica de matèria orgànica. Ja que es parla dels sediment comentar que les propietats organolèptiques (olor a H₂S i color negre) fan pensar en que al sediment hi predominin condicions anòxiques, si més no, durant una part del període hivernal (després de l'aportació de la tardor i abans de la recuperació primaveral de les temperatures) .

2.3.3.2 Introducció als bioindicadors

En les aigües existeixen uns organismes indicadors que permeten al biòleg establir uns graus de la qualitat d'aigua des del punt de vista biològic (oligotròfiques, eutròfiques, contaminades); l'estudi biològic d'aquestes aigües condueixen ràpidament a un resultat.

Els organismes saprobis son animals i plantes que estan estretament lligats a unes determinades condicions de major o menor contaminació orgànica, i per això son apropiades com organismes indicadors. En els saprobis, un gran número

⁹ Cal tenir present que no tot el sediment és orgànic, s'ha de descomptar un gruix de sauló (5 a 10 cm) des que es va construir el bassal.

de factors tenen un paper molt important en la seva relació amb un determinat grau de contaminació:

L' aliment: els que s'alimenten de bacteries prefereixen els hàbitats on aquestes hi siguin amb abundància, és a dir llocs altament contaminats.

L'oxigen: la demanda d'oxigen de diferents espècies és molt diversa. Els anaerobis, que són els que no necessiten oxigen, es contraposen a les espècies que depenen de manera extrema de l'oxigen; entre aquests dos pols existeix un gran ventall de vida.

Substàncies de putrefacció i toxines: molts éssers vius són molt sensibles a les toxines que es produeixen en cas de putrefacció intensa, com per exemple, l'àcid sulfhídric i l'amoníac. Els productes de la descomposició de les proteïnes tenen un efecte positiu per alguns organismes i negatiu per altres.

2.3.3.3 Nivells de saprobis i els nivells d'eutrofització

a) Segons el tipus de saprobis podem qualificar l'aigua en quatre nivells:

- Classe IV, zona polisapròbia: és la zona més contaminada. Molt poc oxigen o gens, mala olor a causa del llot putrefacte, moltes bacteries i pocs sers vius d'altres regnes. Aquestes poques espècies, poc sensibles o especialment adaptades, hi són amb un gran nombre d'individus. Com per exemple el *Sphaerotilus natans*, unes poques espècies de flagel·lats, algunes algues blaves, molts ciliats i algun organisme pluricel·lular com l'oligoquet *Tubifex tubifex*.

- Classe III, zona α -mesosapròbia: és la zona on l'autodepuració ha progressat fins el punt en que ja predominen els processos oxidatius. Hi ha molt d'oxigen però el consum d'aquest també és elevat a causa del gran nombre de bacteries. Els animals i les plantes superiors són encara poc freqüents, però en l'aigua hi viuen nombroses diatomees, algues verdes, flagel·lats i ciliats. Les basses de categoria α -mesosapròbia són una veritable font d'experiments microscòpics.

-Classe II, zona β -mesosapròbia: en aquesta ja hi apareixen menys bacteries i predominen els processos d'oxidació. Hi ha molt d'oxigen, l'aigua és clara (si no hi ha un creixement massiu d'algues). En els llacs el plàncton és molt ric en espècies i a les vores s'hi pot apreciar abundant vegetació herbàcia. Els organismes indicadors d'aquesta zona són sensibles a les substàncies de

putrefacció, a la disminució d'oxigen i a les oscil·lacions del valor del pH. En aquesta classe és on es presenta normalment un món animal i vegetal més variat. El procés d'autodepuració acaba en aquesta classe de qualitat. En el cas del nostre bassal el creixement d'algues durant l'estiu i la caiguda de fulles de plantes caducifòlies a la tardor poden provocar un canvi estacional temporal cap a la zona α -mesosapròbia.

- Classe I, zona oligosapròbia: l'aigua és en gran part pura, rica en oxigen i gairebé no conté substància orgànica morta, com a conseqüència l'aigua és pobre en nutrients i per tant en espècies i individus. Podem trobar aigües d'aquest tipus en els rierols de muntanya, en alguns llacs alpins...

La troballa en mostres analitzades d'una única espècia indicadora, i sobretot si es troba en quantitat reduïda, diu molt poc o res sobre el nivell de saprobis. També s'ha de tenir en compte que a vegades algunes espècies no característiques del tipus d'aigua poden haver estat arrossegades fins al lloc on s'ha produït l'anàlisi.

En el sistema de saprobis ocupen un paper molt important els animals de mida més gran, com els bivalves, les larves i les sangoneres, així com les plantes superiors. De totes maneres el més importants solen ser els microorganismes, i d'aquests, els ciliats, les diatomees i els rotífers. Subratllem que els animals i les plantes no influeixen en l'autodepuració, al menys directament, sinó que són les bacteries (i els fongs).

b) Segons el nivell tròfic (contingut en substàncies nutritives) podem qualificar l'aigua en quatre nivells:

- Oligotròfic: aigua clara, pobre en nutrients, saturada o amb més de un 70% d'oxigen, fins i tot en les zones profundes.

- Mesotròfic: nutrients i producció planctònica moderada. En les zones profundes 100-30% d'oxigen.

- Eutròfica: aigua rica en nutrients, "productiva", intens desenvolupament d'algues microscòpiques i de zooplàncton. Profunditat de visió per l'excés de clorofil·la en les capes superiors per lo general inferior a 2 m. Aigua superficial a vegades sobresaturada d'oxigen, aigües profundes amb carència periòdica d'oxigen.

- Politròfica: nutrients sempre presents i en gran quantitat. Aigües en putrefacció de tot tipus. Aigües profundes amb carència periòdica d'oxigen. Formació d'àcid sulfhídric.

Cal remarcar que els nivells de saprobis i els nivells d'eutrofització indiquen propietats diferents de les aigües i no es corresponen necessàriament. El nivell tròfic oligotròfic coincideix amb el nivell de saprobis oligosaprobi, succeeix el mateix amb el politròfic i el polisaprobi. En canvi el nivell tròfic eutròfic pot coincidir amb l' α -mesosaprobi o no.

2.3.4 Cicle de la matèria i flux d'energia

El cicle de la matèria consta de tres nivells essencials: els productors, els consumidors i els descomponedors (depuradors¹⁰). Els vegetals fotosintètics (algues i macròfits) són els productors. Aquests organismes són autòtrofs. Els consumidors en canvi, ja siguin carnívors o herbívors, són heteròtrofs. Aquesta cadena tròfica, que va dels productors als superdepredadors, no podria funcionar sense el reciclatge permanent de la matèria orgànica en elements simples, assimilables de nou pels vegetals. És aquí on intervenen els descomponedors (bactèries i fongs), que mineralitzen la matèria orgànica. El concepte de cadena alimentària és una simplificació important de la realitat i és més exacte parlar de xarxa tròfica. Anteriorment hem catalogat als estanys, llacs, basses...de sistemes tancats ja que és un sistema autònom des d'un punt de vista material i en principi no necessita de l'exterior, no obstant, el cicle de la matèria no és totalment tancat, les aportacions de substàncies minerals, els intercanvis de gasos amb l'atmosfera... juguen un paper importantíssim en el cicle dels principals elements que componen la matèria viva.

Els sistemes més o menys tancats en quan al cicle de la matèria, els llacs són, igual que tots els ecosistemes, oberts amb relació al cicle de l'energia. Una part de l'energia subministrada als organismes es degrada en forma de despeses metabòliques. A més a més, només una fracció de la matèria produïda per un nivell tròfic és generalment accessible al nivell tròfic superior.

¹⁰ El terme descomponedors (biològic) passa a transformar-se en "depuradors" quan ens referim a netejar una aigua contaminada per matèria orgànica.

Per aquestes dues raons, la quantitat d'energia acumulada en forma de matèria viva en els esglaons d'una xarxa tròfica no pot fer res més que disminuir (al passar d'un nivell a l'altre només s'obté un 10% de l'energia inicial). Es denomina producció primària a la quantitat de matèria elaborada durant un temps determinat pels vegetals¹¹. El rendiment de la fotosíntesis, es a dir, la relació entre l'energia

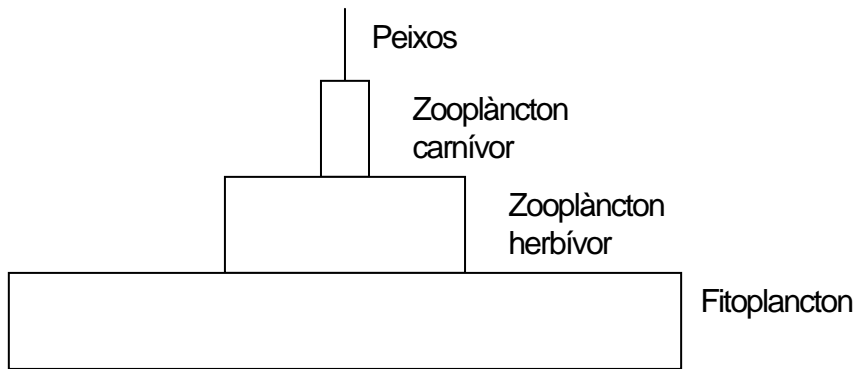


Fig. 38. Piràmide energètica de producció.

assimilada en forma química per les algues i l'energia lumínica incident, és molt dèbil en els sistemes

aqüífers (de 0,1 % a 1%). Es denomina producció secundària a la quantitat de matèria elaborada pels organismes heteròtrofs. La major part d'aquesta producció secundària s'atribueix als organismes herbívors (Margalef, 1977).

En el cas del bassal, per exemple, això vol dir que no hi pot haver molts peixos, ja que perquè un peix incrementi el seu pes en 1 gram necessita, com a mínim, que s'hagi produït 1 kg de fitoplàncton (Figura 38).

¹¹ O altres organismes autòtrofs, com són els bacteris quimiòsintètics.

2.4 Aigua de pluja

L'aigua de pluja ve majoritàriament de l'evaporació de l'aigua del mar (en menor grau dels rius, llacs...), aquesta en evaporar-se és pura però de seguida es

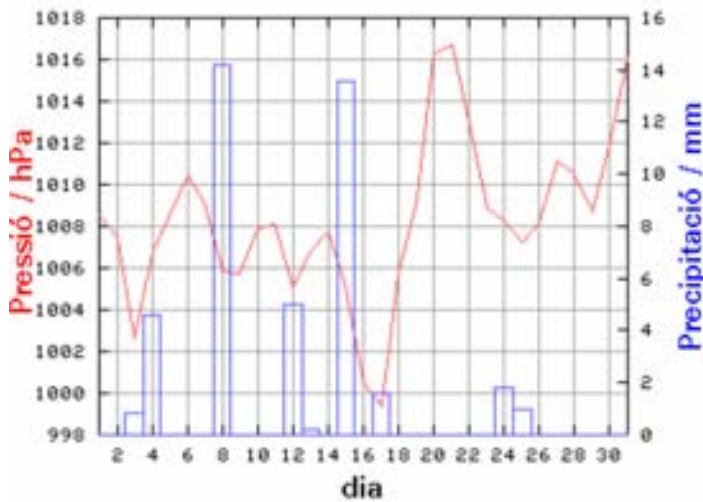


Fig. 39. Precipitació durant el mes d'agost del 2006. Presa de dades a l'ajuntament de St. Feliu de Llobregat.
Precipitació: **42.8 mm**

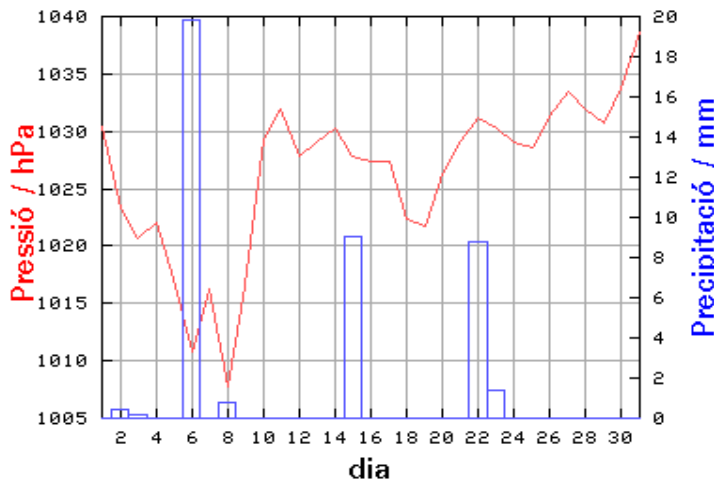


Fig. 40. Precipitació durant el mes de desembre del 2006. Presa de dades a l'escola Mestral (St. Feliu de Llobregat).
Precipitació: **40.4 mm**

barreja amb els components de l'aire: NaCl, sulfats, nitrògens, fòsfors, diòxid de carboni...

No obstant en aquest apartat deixarem de banda la part més química i ens centrarem en les quantitats d'aigua que cauen al bassal segons uns determinants mesos de l'any i farem un estudi comparatiu, centrant-nos en la diferencia de pluja caiguda dins del bassal. No es tindrà en compte que a l'estiu el funcionament dels aspersors¹² també modifica molt lleugerament la quantitat d'aigua al bassal.

En primer lloc comentar que la gràfica de la Fig. 39, les seves dades s'han obtingut, no de la Mestral, sinó de l'estació meteorològica de l'ajuntament de St. Feliu de Llobregat, perquè en aquell moment l'escola encara no disposava de cap estació (ja que és una instal·lació molt recent que

la gent ha sabut de la seva existència a partir de la revista trimestral que ofereix l'escola, on es va publicar un article sobre susdita estació meteorològica de la marca Davis). Tot i la relativa distància entre les dues estacions, la quantitat de

¹² Tractats en el treball de recerca de la meua companya Marta Lozano.

pluja varia molt poc¹³; això s'ha pogut observar en les diferents gràfiques del més d'octubre, novembre i desembre¹⁴.

En el més d'octubre van caure 42,8 l/m² d'aigua que equival a 42,8 mm, per tant, suposant que el bassal té una superfície de 11,512 m² (mitjana dels resultats dels diferents mètodes per obtenir la superfície del bassal) haurien caigut 492 litres d'aigua. I en el mes de desembre haurien caigut 465 litres d'aigua. Per tant podem dir que pràcticament va caure la mateixa aigua durant el mes d'agost que durant el mes de desembre, dades que no diuen molt a favor de la lògica de la meteorologia. No tota l'aigua calculada va caure dins del bassal ja que les branques d'alguns arbres del pati impedeixen que aquesta es dipositi en el petit sistema aquífer. També cal tenir en compte que la superfície està mesurada a partir de la part exterior de les pedres, i la superfície real passa per el mig d'aquestes. Així que els resultats no deixen de ser una aproximacions, aproximacions que en aquest cas no ens diuen gaire a grau comparatiu degut a que quasi bé va ploure el mateix.

Aprofitant que un dia havíem d'afegir una mica d'aigua al bassal, volguérem comprovar fins a quin punt els nostres estudis morfomètrics (presentats a l'apartat 2.1) eren correctes. Per això, realitzàrem un càlcul *a priori*, tenint en compte la superfície de 11,512 m² (mitjana dels tres mètodes utilitzats), el que havia de pujar de nivell el bassal (8 cm) i el temps que trigàvem a omplir (amb la mànega oberta al 100 %) una garrafa de 19 l d'aigua. Ens va sortir que necessitariem 0,92 m³ per omplir el bassal i que trigàriem 40 minuts en el procés. El resultat experimental obtingut (amb cronòmetre) va ser de 44,25 minuts (44 minuts i 15 segons). Tenint en compte que en la part superior l'aigua del bassal s'endinsa una mica més per sota les lloses de pissarra que la considerada en els càlculs teòrics, els dos resultats són molt concordants. Això permetrà utilitzar aquestes dades en un futur, tant per a mesures generals d'evapotranspiració del bassal com per a fer càlculs del temps que es necessitarà tenir engegada la mànega per assolir un determinat nivell (després d'uns mesos d'estiu, per exemple).

¹³ La meua companya Laia Herrerias ha realitzat un estudi comparatiu de les diferents estacions.

¹⁴ Aquestes dades es poden consultar a www.darrera.com i també a www.escolamestral.net/meteo.

ASPECTES BIÒTICS

2.5 La vida al bassal

Com a conseqüència de tots els aspectes anteriors pot sorgir vida, forma finita d'existència. Així que la màxima atracció per a un biòleg està servida, organismes, màxims exponents de la diversitat i de lo curiosos cedeixen i es deixen veure; víctimes de l'estudi.

Ens centrarem sempre en els organismes més representatius (els que s'han vist i els que son molt probables de que hi siguin per les condicions del bassal) del pati. Podem dir que aquesta part del treball es com un espècie de guia de camp per al pati de les tortugues. Si un es fixa pot observar que els aprofundiments varien segons el tema/apartat a tractar això és degut bàsicament a 3 causes: la dificultat, el temps dedicat, i l'últim, i no menys important, és que en molts casos hi han organismes no estàtics, en altres paraules, escorredissos que han estat molt difícils de veure, localitzar, identificar...(aquest fet dona lloc a l'atribuïment de més importància i, per tant, de documentació, als organismes més carismàtics del pati). Per aquests motius s'han afegit organismes que potser no són els més "autòctons" però que possiblement habitin o visitin el nostre bassal.

En aquest apartat té molta importància la classificació i l'ordenació per una comprensió òptima ja que la catalogació dels organismes és molt dispersa, és a dir, hi ha moltes maneres de classificar, per aquest motiu està replet de subtemes i subdivisions.

Sabem que la forma més acceptada de classificar els organismes d'aigua dolça és segons el lloc on habiten o estacionen susdits organismes:

a) Plàncton: comprèn els organismes que viuen suspesos en les aigües i que per manca de mitjans de locomoció o ser aquests molt febles, es mouen o es

traslladen a la mercè dels moviments de les masses d'aigua o dels corrents¹⁵. Generalment són organismes petits, la majoria microscòpics.

b) Nècton: són organismes capaços de nedar lliurement i a contracorrent, per tant, de traslladar-se d'un lloc a un altre podent recórrer grans distàncies. En les aigües del pati, els peixos són els principals representants d'aquesta classe, encara que també trobem algunes espècies d'amfibis, artròpodes i altres grups.

c) Bentos: comprèn els organismes que viuen desplaçant-se pel fons o fixos a ell i per tant depenen d'aquest per a la seva existència. La majoria dels organismes que formen el bentos són invertebrats i plantes.

d) Nèuston: aquest grup pertanyen els organismes que neden o "caminen" sobre la superfície de l'aigua. La majoria són insectes (com el conegut sabater).

e) Sèston: és un terme adoptat recentment i s'aplica a la barreja heterogènia d'organismes vivents i no vivents que suren sobre les aigües.

f) Perífiton: organismes vegetals i animals que s'adhereixen a les tiges i fulles de plantes amb arrels fixes en els fons.

No obstant aquesta classificació teòrica, considerada la millor, porta molts problemes a la pràctica d'aquest treball ja que es barregen organismes de grups, famílies... molt diferents entre sí. El destriament més òptim i més apte a l'hora de la pràctica és el de separar la vida d'aquàtica, és a dir, els habitants dels visitants. A continuació, doncs, s'explicarà de manera més completa la vida dels organismes "habitants" i es parlarà en menor grau dels que només en són visitants temporals.

2.5.1 Habitants

Definim com habitants els organismes que no poden allotjar-se fora el bassal i que depenen de la manera més completa de l'aigua.

Separarem aquest subgrup en dos: els que es veuen a simple vista i els que fa falta aparells òptics per poder observar-los; a vista microscòpica. Aquesta

¹⁵ *Essent els seus moviments només possibles en aigües tranquil·les (el zooplàncton realitza migracions verticals diàries).*

subdivisió aparentment sembla que tingui poc caire científic, no obstant, si un es para a pensar al dir a simple vista i a vista microscòpica estem separant a l'ansem, més o menys, animals i plantes de protoctists i bacteries.

2.5.1.1 A simple vista

En aquest apartat no ens han fet falta instruments que permetin augmentar la visió, aquest fet no ha estat pas un limitador de feina, ja que la vida que se'ns presenta (la que podem veure a ull nu) és abundant i diversa. Això sí, en aquest apartat hi apareixen organismes molt petits (mil·limètrics), no obstant no són microscòpics.

Comencem pel regne dels animals amb els invertebrats, on trobem els diferents fílums (es parlarà de les larves en un apartat específic):

- Artròpodes: estan formats per segments equivalents (metamerització), hi ha un diferència notable entre les parts del cos (tagmatització), el cos està recobert per una cutícula dura i impermeable formada per quitina (exoesquelet), les extremitats estan formades per peces rígides i tenen les potes articulades (apèndixs i extremitats). Dins d'aquest fílum hi trobem molta diversitat de grups, ens centrarem amb els més característics (classificant-los segons les classes), de la vida aquàtica del bassal:

- a) els aràcnids: tenen 6 parells d'apèndixs (4 potes i dos quelícers). L'ordre que ens interessa són els acarins (només els àcars, excloent les paparres).

En els àcars podem trobar els hidracàrids, anomenats també mites de l'aigua. Són àcars, per tant amb pocs mil·límetres de longitud, són de forma esfèrica, sovint amb colors vius, les potes solen estar cobertes de llargues sedes natatòries, en el cap tenen dos ulls laterals. Són depredadors d'invertebrats aquàtics, o bé, formes parasitàries.

- b) els crustacis: tenen dos parells d'antenes, respiren per brànquies o per difusió en el cos i tenen els segments agrupats en tres parts encara que, sovint, les dues primeres s'agrupen formant un cefalotòrax. La closca sol ser calcificada. Tenim tres ordres que ens interessin, els ostràcodes, els copèpodes i els gammàrids.

Els ostracodes són crustacis molt petits:omnívors. El cos, recobert per dues valves, és molt difícil d'observar. Usen les antenes per nedar



Fig. 41.Exemplar d'ostràcode

Els copèpodes s'alimenten filtren l'aigua; formen part del plàncton. Utilitzen les antenes per nedar. La femella porta els ous en una mena de bosses.



Fig. 42. Exemplar copèpode



Fig. 43. Exemplar de gammarid

Els gammàrids tenen el cos aplanat lateralment. Tenen dos ulls, i a la boca mandíbules. Respiren per brànquies i es serveixen de les potes per nedar. Són de sexes separats i la femella guarda els ous a l'extrem de l'abdomen.

- c) els insectes: és la classe més nombrosa en individus i en espècies. Són artròpodes antenats amb els segments agrupats en tres zones diferenciades: cap, tòrax i abdomen. Al cap té dos ulls compostos, un parell d'antenes i peces bucals. El tòrax duu tres parells de potes i, sovint quatre ales.

Dins dels insectes hi ha molts ordres la majoria de les quals són visitants exceptuant quan són larves, per tant, parlarem només dels que viuen, ja en estat adult, en un medi aquàtic.

El màxims representants de la condició anterior és l'ordre del coleòpters (escarabats). En el pati poden aparèixer les famílies següents: els ditíscids i els girínids.

Els primers són corpulents, respiren l'oxigen de l'aire a través d'uns tubets anomenats espiralls, amb els quals traspassen la superfície de l'aigua. Sota les ales tenen uns pèls que rebutgen l'aigua i poden retenir-hi aire per fer-se'n reserves per quan es troben submergits. Tenen tres parells de potes adaptades i amb pèls, per nedar. Són carnívors.

Els girínids són de color negre brillant, ovalats, també són carnívors. Quan es submergeixen, es pot observar que porten una bombolla d'aire a l'extrem de l'abdomen retinguda per mitjà dels pèls que rebutgen l'aigua.

- Anèl·lids: Aquest fílum inclou aquells cucs que, com a característica comuna, presenten el cos segmentat o anellat. amb representació d'aquesta grup tenim els oligoquets (limícoles) i els hiridunis (sangoneres).



Fig. 44. Sangonera

Els primers són molt petits quasi bé no apreciables a simple vista, tenen el cos dividit en segments, tenen pèls més o menys abundants i llargs distribuïts per tot el cos.

Els segons tenen dues ventoses, un a l'extrem anterior, al mig de la qual s'obre la boca i l'altra a l'extrem posterior que els serveix per fixar-se al fons. La boca és un òrgan de succió, s'alimenta de sang xuclant-la. Respiren a través de la pell.

- Nemàtodes: Com l'anterior grup són cucs, aquests són cucs cilíndrics. Són molt petits, tenen el cos cilíndric, amb aspecte de fil, i la superfície llisa i dura. No presenten segments ni cilis. Al llarg del seu creixement



Fig. 45. Exemplar femella de nemàtode

pateixen mudes ja que la seva cutícula al ser dura els impedeix créixer. El diformisme sexual entre el mascles i la femella és que el mascle disposa d'òrgans copuladors. Alguns viuen lliures i s'alimenten de plantes; altres són paràsits interns d'animals aquàtics.

En representació del sub-fílum del vertebrats tenim les classes següents:

- Osteïctis: tenen un esquelet ossi, escates i opercle (les brànquies es reuneixen sota una obertura única). En el pati sols hi ha dos espècies de peixos, les dues introduïdes artificialment, la gambúsia (peix del mosquit) i la carpa roja (carpí roig), es troben en els següents ordres:

a) Ciprinodòntids: la gambúsia (*Gambussia affinis*) pertany aquest ordre. És un

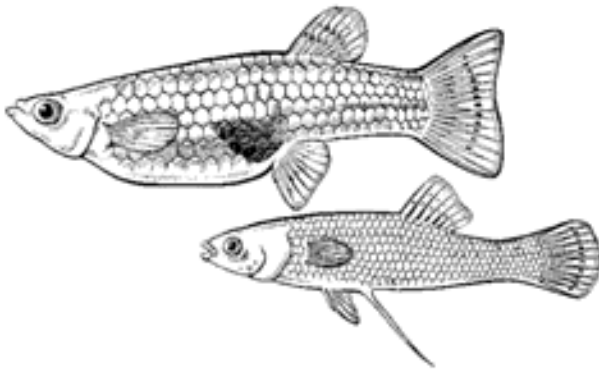


Fig. 46. Exemplars de gambúsia (*Gambussia affinis*) femella (amunt) i mascle (avall)

peix de mida petita (mascle 3,5 cm, femella 6 cm) revestit d'escates grans, amb la boca més aviat súpera, uns ulls relativament grossos i una coloració grisa verdosa pàl·lida¹⁶. L'aleta dorsal, que és única, es troba una

mica desplaçada cap enrere i l'aleta anal és gran i transformada en òrgan copulador (gonopodi) en el cas dels mascles, que són més petits que les femelles. Presenten, per tant, un clar dimorfisme sexual que permet diferenciar els sexes fàcilment (Fig. 46).

Es tracta d'un peix de vida efímera que no sol superar l'any de vida però, en canvi, adquireix la maduresa sexual entre les quatre i vuit setmanes i gaudeix d'un potencial reproductor enorme. És vivípar i pot realitzar fins a unes cinc fresses i expulsar de 30 a 50 embrions cada vegada. El període de reproducció va d'abril a setembre i els exemplars que neixen al final són els que perduren fins l'any següent. La seva alimentació és força variada: menja insectes adults, larves d'insectes, crustacis, postes i alevins de peixos. Fou importada d'Amèrica del Nord en 1921 amb la finalitat de

combatre les plagues de mosquits transmissors d'una greu malaltia al ser humà, la malària, atesa la seva voracitat i la seva apetència pels insectes i les larves, i posteriorment per combatre la profusió de mosquits en aigües estancades.

En els Països Catalans la gambúsia s'ha estès per totes les àrees baixes dels rius i per zones d'aiguamolls i llacunes litorals fins al punt de constituir actualment un perill per la fauna autòctona de peixos, especialment per als altres ciprinodòntids.

b) Cypriniformes: la carpa roja (carpí vermell, *Carassius auratus*) és el representat d'aquest ordre. És un peix conegut amb el nom de carpí vermell ja que pot crear confusions amb la veritable carpa (*Cyprinus carpio*). El carpí vermell és semblant a la carpa, però molt més petit i sense barbes a la boca. És un peix exòtic, introduït al nostre país. En el seu estat



Fig. 47. Exemplar de carpí vermell (*Carassius auratus*)

natural, té una coloració verdosa daurada, però trobem (en nombroses basses de rec i de jardí i actualment, en tota mena d'hàbitats d'aigua dolça) varietats de color vermell més o menys fixades genèticament, que han estat obtingudes en aquariologia. En molts casos a mesura que es van succeint les generacions, van perdent la coloració adquirida¹⁷. El seu període de reproducció s'escau entre el maig i el juny. Fan la posta entre vegetació aquàtica. És característica d'aquesta espècie la formació de poblacions gimnogenètiques (poblacions formades només per femelles), i sembla que poden passar de poblacions monosexuals a bisexuals en determinades condicions. El seu règim alimentari, que inclou un contingut elevat de detrits i de sorra o fang, indica que sol explotar materials d'origen bentònic, però segurament també pot actuar com a planctòfag. Un altre característica

¹⁶ Per la qual cosa no es veu quan es mira el pati des d'una certà distància.

¹⁷ Encara que els exemplars del pati mantenen força bé el color.

interessant d'aquesta espècie és la seva resistència al fred¹⁸, calor, malalties, falta d'oxigen... així com la seva gran facilitat de reproducció en temporada estival. A més és una espècie molt pacífica que pot conviure amb qualsevol altre espècie. Als Països Catalans es troba àmpliament distribuït a la conca de l'Ebre i també se'l troba amb abundància en un gran nombre de masses d'aigua, des de la Muga fins la Seguera.

- Amfibis: són parcialment terrestres no obstant habiten en zones aquíferes¹⁹, per tant, l'englobem dins d'aquest conjunt . L'ambigüitat de viure entre aigua i terra fet que desenvolupin unes característiques que els diferencia: desenvolupament de 4 extremitats per suportar el pes del seu propi cos, desenvolupament d'una epiderma que comença a impedir la pèrdua d'aigua, desenvolupament de la respiració pulmonar. Pel que fa a la reproducció depenen totalment d'un medi aquàtic. Tenim representants del l'orde dels urodels i dels anurs.

a) Urodels: en el pati poden quedar exemplars de salamandra comú

(*Salamandra salamandra*) ja que en anys anteriors hi havia hagut salamandres al pati, que anaven periòdicament als



Fig. 48. Exemplar de salamandra (*Salamandra salamandra*)

terraris del laboratori per fer-hi estudis i després retornaren al pati. És un urodel que fa de 23 a 25 cm, més o menys (inclosa la cua). Aquesta espècie no presenta crestes dorsals ni membranes interdigitals. La cua té secció circular, a diferència dels altres urodels catalans que la tenen clarament comprimida lateralment. Les salamandres tenen, darrera els ulls, unes glàndules paròtides visiblement marcades, amb porus glandulars que secreten substàncies d'una certa toxicitat. Al nostre territori la llargada total dels animals adults oscil·la entre els 18 i els 22 centímetres. Presenten una brillant coloració negra de fons amb taques grogues més o menys nombroses, amb disposicions diverses segons

¹⁸ Malgrat tot, com hem vist en un apartat anterior, prefereix les temperatures més suaus.

l'exemplar, sovint aquestes poden presentar-se disperses o formant una successió de taques alineades longitudinalment al dors. Es coneixen casos d'albinisme, melanisme i eritrisme. Les salamandres estan actives a temperatures entre els 2 i els 18°C, amb una humitat relativa molt alta, generalment per sobre del 90%, observant-se el màxim d'activitat després de precipitacions i amb el sòl ben humit. A la Catalunya mediterrània existeix un període d' inactivitat durant els mesos estivals, mentre que a l'alta muntanya pirinenca el repòs es produeix durant els mesos més freds de l'hivern. A Catalunya les salamandres és reproduïen anyalment. La còpula es realitza fora de l'aigua. Les femelles pareixen a l'aigua generalment de 20 a 40 larves entre els mesos d'octubre i abril.

- b) Anurs: en el pati hi solen habitar dues espècies, la granota verda (*Rana perezi*) i la reineta meridional (*Hyla meridionalis*).

La primera és la més popular al bassal, pot fer fins a 15 cm de longitud, la coloració pot ser verda, castany o grisenc, amb taques més fosques, ventre blanquinós i taques grises. Surt de l'aigua només per assolellar-se i té costums més aviat diürnes. Menja insectes, artròpodes aquàtics i

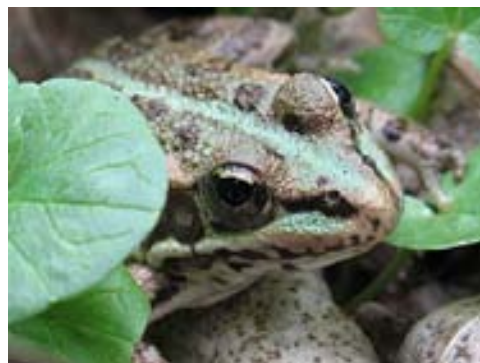


Fig. 49. Exemplar de granota verda (*Rana perezi*)



Fig. 50. Exemplar de reineta meridional (*Hyla meridionalis*)

petits vertebrats. Fa una hibernació relativament llarga i acoblament entre abril i maig. La posta i desenvolupament s'allarga fins ben entrat l'estiu i ràpidament a la tardor passa a refugiar-se (tot i que, i segurament, degut a les

¹⁹ Perquè, entre altres coses, s'hi reproduïen.

temperatures altes d'aquest any encara les hem pogut sentir durant el més de novembre en el pati de les tortugues).

La reineta meridional (*Hyla meridionalis*) assoleix fins a 5,5 cm, té la línia lateral negra molt curta, el dors pot ser verd, groc, castany i fins gris o blau, el ventre és blanquinós o groc. Ocupen la vegetació que envolta basses, estanys, rierols, rieres, pous. Gràcies a la coloració passen desapercebudes, assolellant-se en tiges o fulles. Activa de nit però observable de dia, és àgil encara que es pot mantenir immòbil hores. Menja diferents tipus d'insectes i larves. Hiverna de novembre a començaments de febrer. El període reproductor sembla ser de març a maig. Els ous de la posta es desclouen al cap d'uns 12 o 15 dies. Es troben larves fins al juliol.

2.5.1.2 A vista microscòpica

La microbiologia és l'estudi dels organismes microscòpics, deriva de 3 paraules gregues: mikros (petit), bios (vida) i logos (ciència) que conjuntament signifiquen l'estudi de la vida microscòpica.

Per a molta gent la paraula microorganisme li porta a la ment un grup de petites criatures que no s'enquadren en cap de les categories de la pregunta clàssica: és animal, vegetal o mineral ? Els microorganismes són diminuts éssers vius que individualment són massa petits com per a veure'ls a primera vista. En aquest grup s'inclouen els bacteris, fongs (llevats i fongs filamentosos), virus, protozoos i algues microscòpiques. Els microorganismes són organismes normalment formats per una sola cèl·lula. A causa d'això, de vegades se'ls denomina organismes unicel·lulars. Al principi, els microorganismes no eren vistos com un tipus diferent d'organisme, els que realitzaven fotosíntesis eren inclosos en el regne vegetal, i els microorganismes que ingerien aliments eren situats en el regne animal. No obstant això, en el segle XIX, els científics van identificar una àmplia varietat de microorganismes amb diverses estructures cel·lulars, estructures internes molt específiques, i patrons de reproducció molt específics que els van fer adonar-se que aquests organismes no pertanyien als regnes

vegetal ni animal. A més, molts d'ells presentaven caràcter animals (flagels, moviment) i vegetals (autòtrofs) alhora.

“Tot es equiparable a una gota d'aigua; només cal observar-la. Tot començà quan em vaig disposà a observar microscòpicament una gota d'aigua, al apropar-me a l'objectiu vaig veure un món, un món diferent, en el que s'hi veien interaccions entre éssers vius, al menys això semblaven. Resultà ser un cosa que no havia vist anteriorment, nova, en la qual em sentia desconcertat, perdut, ja que no coneixia, no sabia què era el que es presentava davant meu; allò tan petit i aparentment insignificant. Així que decidí intentar comprendre el que m'amagava aquella gota d'aigua. Vaig tardar poc en desesperar-me, la complexitat i diversitat d'aquells petits éssers em marejava; era ben bé un cosa abstracte, tan diferent...”²⁰

Per aquesta part del treball vaig haver de buscar ajuda de professionals ja que no disposava ni dels coneixements ni dels instruments necessaris, així que vaig anar a la Universitat politècnica de Catalunya (UPC) a Terrassa on el professor de microbiologia, Jordi Morató, em facilità els aparells per poder realitzar dues practiques: una per comptar les colònies de moneres (bactèries) en unes mostres i l'altre per fotografiar protoctists mitjançant un microscopi amb una càmera incorporada.

A continuació els grups esmentats anteriorment (moneres i protoctists) que ens interessen per l'estudi biològic de l'aigua:

Els monera són els bacteris i els cianobacteris. Els bacteris són molt importants pels altres organismes, perquè descomponen la matèria orgànica. Durant aquest procés es formen nutrients, que són reutilitzats pels vegetals i animals. Els bacteris difereixen d'altres tipus cel·lulars en el fet que no tenen nucli, són procariotes unicel·lulars. En els vegetals i animals és allí (en el nucli) on es troba l'ADN (informació genètica). En els bacteris el material genètic “flota” dintre de la cèl·lula. Es reproduïxen copiant primer el seu ADN i després realitzant la divisió cel·lular. Els bacteris tampoc tenen orgànuls envoltats de membrana, les

²⁰ Això ho vaig escriure en un moment en que em vaig desesperar degut a la complexitat de no poder catalogar els ésser que habitaven en aquella gota d'aigua. L'he posat al treball per remarcar la dificultat que comporta iniciar-se en un tema com la microbiologia aquàtica. Més tard em vaig proposar trobar solució al problema.

estructures cel·lulars implicades en el metabolisme energètic. Els bacteris tenen molt poca diversitat morfològica²¹ però una enorme varietat fisiològica, ja que en conjunt són capaços de realitzar totes les vies metabòliques conegudes²².

A continuació explicarem la pràctica duta a terme a l'UPC per saber el nombre de colònies de bacteris aeròbics en una mostra d'aigua agafada al bassal del pati:

- a) En primer lloc s'agafà una mostra d'aigua del punt e (mapa de la Fig. 18) el dia 27/12/06 a les 10:00h.
- b) Un cop a la universitat varem agafar 0,1 ml de la mostra i la mesclàrem amb 0,9 ml d'aigua salina (0,9% en sal).
- c) De la barreja anterior varem agafar 0,1 ml i els barrejàrem amb 0,9 ml d'aigua salina (0,9% en sal).



Fig. 51. Preparant les mostres de les diferents concentracions

d) Amb una micropipeta de precisió agafàrem 1 ml i 0,1 ml de cada mostra anterior i de la mostra directe, és a dir, 1 ml i 0,1 ml de l'aigua del bassal. Posàrem cada mostra seleccionada en uns plaques de petri tenint cura de que no caiguessin possibles organismes de l'aire per això quan agafàvem les mostres amb l'agulla de precisió i les posàvem dins del plaques de petri teníem encès l'encenedor de Bunsen a la vora del lloc (a uns 10 cm) on es realitzava l'experiment.

e) Un cop tinguérem les 6 plaques de petri amb les seves respectives concentracions afegírem a cada una d'elles agar de soja-triptona (TSA), una substància sòlida a temperatura ambient i que havíem de liquar, per això la

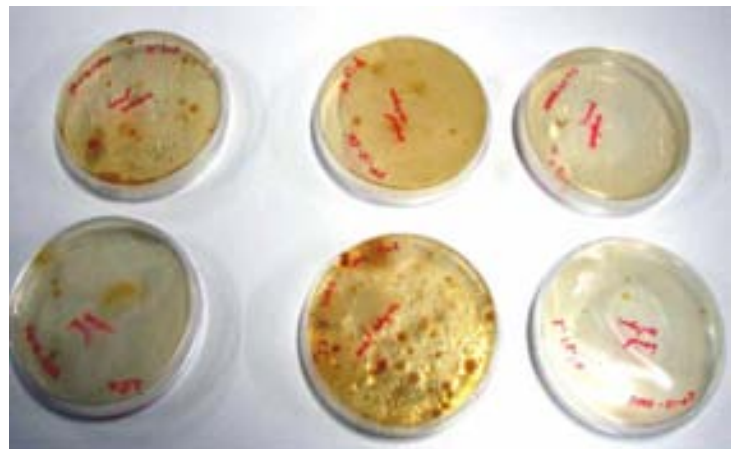


Fig. 52. Les mostres després d'haver estat 72 h en una camera de cultiu.

²¹ Només 4 formes bàsiques (coccs, bacils, vibrions i espirils).

²² Extret d'apunts de classe de Biologia.

varem sotmetre a una temperatura de 40 °C (temperatura de fusió del TSA) utilitzant el mètode del bany Maria. Aquesta substància és fa servir per “petrificar” les mostres ja que un cop la temperatura és inferior a 40 °C es torna a solidificar.

f) Ara ja està tot preparat i es posen les mostres a la càmera de cultiu que està a 22°C (condicions de temperatures estandarditzades per al cultiu de bacteries aeròbiques de les aigües dolces)²³.

g) Es deixa en la càmera de cultiu 72 h.

h) De les 6 mostres de cultiu només 3 ens donen resultats. La mostra directe d'1 ml de l'aigua del bassal té masses colònies i no es poden comptar, la mostra de 0,1 ml de concentració 10^{-1} d'aigua del bassal i la mostra d'1 ml de concentració 10^{-2} d'aigua del bassal s'han assecat. De la concentració més diluïda la de 0,1 ml de concentració 10^{-2} el resultat ha estat 0, és a dir, no hi havia cap colònia . De la mostra directe de 0,1 ml s'han trobat 42 colònies diferents, ara hem de saber quantes UFC (unitat formadora de colònies) per ml en el bassal hi ha, per això fem servir la fórmula següent:

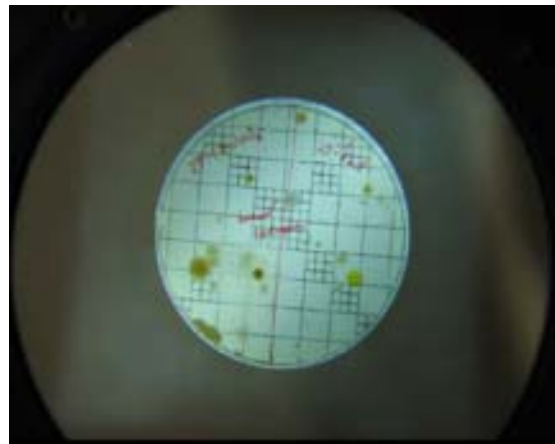


Fig. 53. Recompte de colònies de la mostra d'1ml de concentració 10^{-1} amb una lupa. La part esquerra està seca, i per tant, sols es compte la part de la dreta i es multiplica per 2.

(nombre de colònies x invers dissolució) / volum de la mostra

Així que el resultat és de $4,5 \times 10^2$ unitats formadores de colònies per ml. De la mostra d'1ml de concentració 10^{-1} ens trobem que una meitat de la placa de Petri les colònies estan seques, per això, varem haver de comptar l'altre meitat i multiplicar-ho per 2, el resultat va ser de 168 colònies. Apliquem la fórmula i ens dona $1,68 \times 10^3$ unitats formadores de colònies per ml. Fem la mitjana dels dos resultats i tenim que en el bassal del pati de les tortugues hi ha $2,13 \times 10^3$ unitats formadores de colònies de bacteries aeròbiques per ml d'aigua.

Els resultats son coherents ja que en les aigües dolces els resultats oscil·len entre els 1000 i els 9999, unitats formadores de colònies de bacteries aeròbiques per ml

d'aigua²⁴. Com es pot observar aquesta practica només és una aproximació quantitativa i no s'identifiquen pas espècies.

Els protocists són microorganismes eucariotes unicel·lulars. Hi ha una gran varietat d'espècies amb infinitat de formes diferents (a diferència del que hem comentat dels moneres). Moltes espècies de protocists són capaces de produir els seus propis nutrients (autòtrofs) mitjançant el procés de la fotosíntesi i n'hi ha que també poden moure's per si mateixos. Els que estudiarem seran els protozous i les algues.

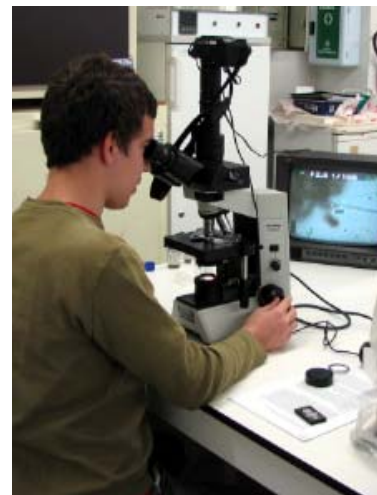


Fig. 54. Observació amb un microscopi de la UPC dels protocists dels sediments del bassal.

Es va fer una determinació pràctica, també a la UPC, ja que disposaven de bons microscopis amb càmera incorporada i amb una pantalla per poder veure la imatge del microscopi a través d'aquesta (Fig. 54). Com ja hem dit anteriorment, la identificació de microorganismes és molt complicada i molt confusa, per aquest motiu reconeixem fins al tàxon d'ordre, sense arriscar-nos en assignar un gènere o espècie.

a) En primer lloc agafarem una mostra de sediment (juntament amb una mica d'aigua, ja que és el medi d'aquests microorganismes) de la zona central del bassal i un altre mostra del sediment del test d'una de les plantes aquàtiques (*Papyrus*) el dia 3/01/07 a les 11:00 h.

b) Prepararem dues mostres (la del sediment del centre del bassal i la del test del papyrus) amb els seus corresponents portaobjectes i cobreobjectes.

c) A continuació, doncs, ens disposarem a observar les mostres seguint el protocol de pràctiques de biologia; en primer lloc l'objectiu de menor augment,

²³ Segons la Directiva del marc de l'Aigua.

²⁴ Informació que hem va proporcionar en Jordi Morató.

més tard enfocar i després passar als següents augment (que són parafovals²⁵) i enfocar, i així successivament.

La majoria dels organismes es van observar en la mostra del test del papyrus de la planta, per tant, les fotografies més interessants (que són les que hem posat) provenen de la mostra del papyrus. La raó per la qual hi ha més organismes (gairebé tots algues) al sediment del test, que no pas del fons del bassal el desconeixem però segurament té a veure amb la metodologia de mostreig, ja que la del test de la planta (papyrus) es va agafar el sediment superior amb una pipeta amb més facilitat i seguretat, mentre que el del fons del bassal l'havíem d'agafar amb un tub de vidre d'1,5 m fent-lo servir de pipeta i, degut a la pressió de l'aigua, hi entrava sediment de més profunditat de característiques anòxiques (color negre, olor i H₂S) i la proporció de sediment superficial (on hi arriba perfectament la llum) es baixa i en conseqüència també ho és el número de protoctists eucariotes. Però com hem dit, això no s'ha comprovat experimentalment.

²⁵ *Els objectius parafovals són aquells que quan els has enfocat a poc augment (que és el més fàcil) i passes a un augment superior la preparació et queda aproximadament enfocada i només cal afinar l'enfocament amb el cargol micromètric del microscopi.*



Fig. 55. Fotografia del camp de visió del microscopi a 100 augments.



Fig. 56. Fotografia del camp de visió del microscopi a 100 augments.

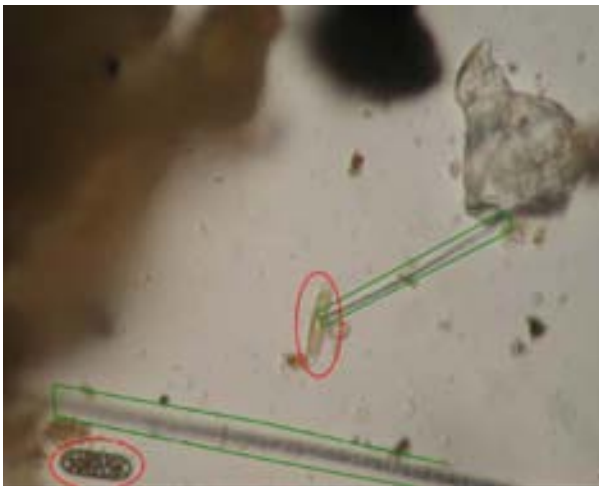


Fig. 57. Fotografia del camp de visió del microscopi a 400 augments.

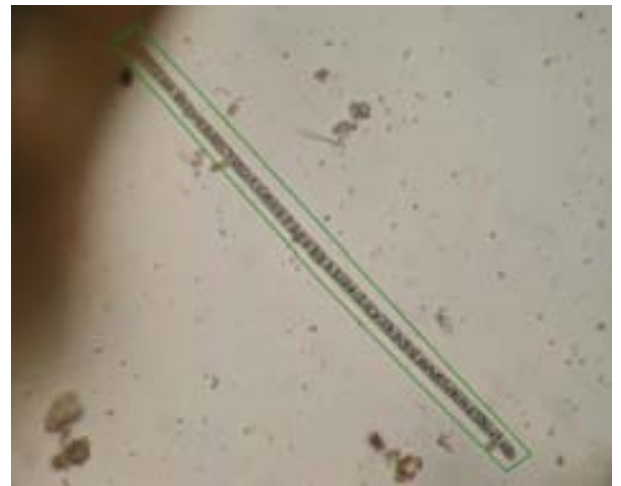


Fig. 58. Fotografia del camp de visió del microscopi a 400 augments.



Fig. 59. Fotografia del camp de visió del microscopi a 400 augments.

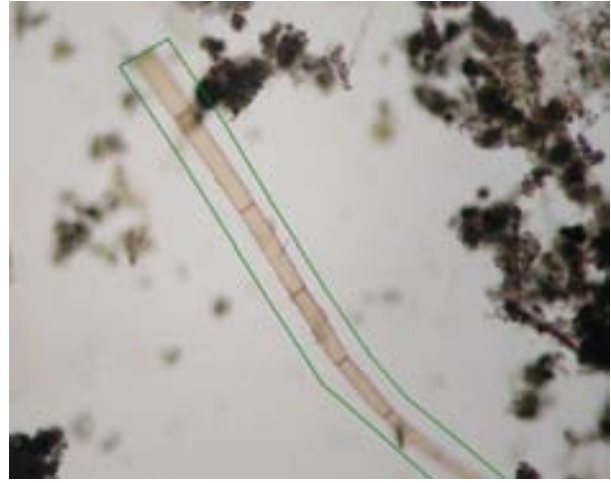


Fig. 60. Fotografia del camp de visió del microscopi a 400 augments.



Fig. 61. Fotografia del camp de visió del microscopi a 400 augments.

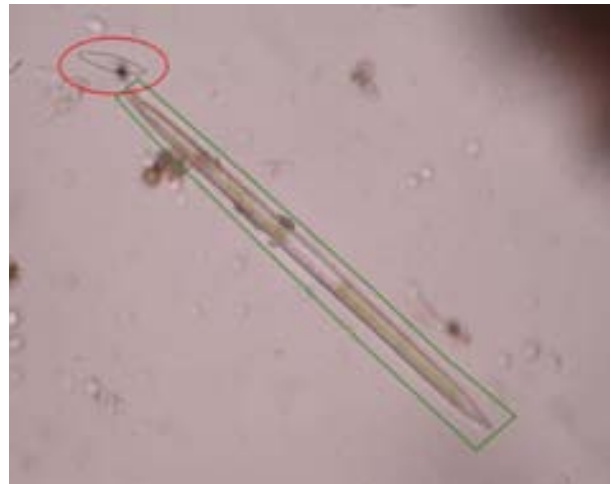


Fig. 62. Fotografia del camp de visió del microscopi a 400 augments.

En les fotografies de les figures 55, 57, 58 i 61 es poden observar enquadrat en verd unes cianofícies, apurant-nos podríem dir que són del gènere *Phormidium*. Segons la guia feta servir per identificar microorganismes aquàtics²⁶ la fotografia de la Fig. 59, podria ser una cianofícia que pertany al gènere *Oscillatoria*. També és una cianofícia la de la Fig. 56 (la que està encerclada amb vermell). Hi ha diatomees en les figures 57, 61, i 62 on totes apareixen encerclades amb color vermell menys en la 62 que una apareix envoltada per un rectangle verd i en la Fig. 57 a baix a l'esquerra que apareix un organisme que no és diatomea encerclat amb vermell. En la Fig. 60 veiem més cèl·lules vegetals mortes. I en la

²⁶ Extret de *Los seres vivos de las aguas dulces*, 1986.

Fig. 56 de color groc es pot observar un organisme, que diria que és un protozou, en concret un rotífer. I Pel que fa a l'organisme de la Fig. 55 (el que està encerclat en vermell) no sé el que pot ser i em succeeix el mateix amb l'organisme de la Fig. 57 que està encerclat amb vermell i es situa a la part inferior a l'esquerra. I per acabar en la Fig. 55 trobem encerclat en groc segurament un ou de resistència. Això és un recurs que fan servir els organismes que viuen en zones amb tendència a assecar-se, i quan això passa l'ou sobreviu i quan torna haver-hi aigua aquest germina; és una manera de subsistir. Pel que mostren les fotografies s'han vist pocs protozous, això no és veritat perquè durant l'observació que és va fer amb el microscopi de l'escola i el de la UPC se'n van veure, no obstant, són molt ràpids i no se'ls va poder retratar ni identificar fàcilment; a més, a partir d'observacions de mostres no pots determinar totes les espècies que hi puguin haver, és simplement saber quins segur que hi habiten.

2.5.1.3 Larves

Fem un apartat a part per les larves per dos motius: el primer és que n'hi ha de molts tipus, i algunes són microscòpiques i d'altres no, i en segon lloc no ho posem a continuació de les seves respectives espècies perquè tenen formes molt diferents, tan diferents que en molts casos en fase larvària són microscòpiques (si més no molt petites) i en fase adulta es poden veure perfectament a ull nu.

En primer lloc explicarem què són les larves. Les larves constitueixen una fase de la vida independent, post embrionària, d'un animal, de forma clarament diferent de l'adult i que per metamorfosis posteriorment donarà lloc a la forma adulta. La fase larval és temporal amb la missió de permetre la dispersió de l'espècie o bé permetre acumular matèria nutritiva (en animals amb ous amb poques substàncies de reserva). Els més representatius són els artròpodes i els amfibis. En els anurs (amfibis) la seva fase larvària són els capgrossos. En canvi en els urodels al néixer tenen una forma semblant als adults, no pateixen metamorfosis²⁷.

²⁷ Fins i tot alguns són larves tota la vida, és a dir tenen caràcter neotènic.

Pel que fa als insectes parlarem de les larves dels mosquits; les més típiques i a la vegada les més problemàtiques. Les larves del mosquit tigre (*Aedes albopictus*) són aquàtiques, com les de tots els mosquits. Estan especialitzades en aigües presents en petits recipients, ja que originalment (abans de venir a viure amb nosaltres a casa) el mosquit tigre vivia en forats inundats en el tronc dels arbres. Per tant, les trobarem en gerros, platets, cendrers i galledes a l'aire lliure, que és on les femelles ponen els ous.

Per a pondre els ous, les femelles han de picar perquè necessiten la sang com a aliment per fer-los; de fet, els mosquits mascles no piquen, es contén-te'n amb nèctar de flors. Els ous no són visibles a ull nu. N'eclosionen ràpidament les larves, que es muden de pell quatre cops en menys d'una setmana a l'estiu.



Fig. 63. Detalls de les larves, vistes des del costat, dins de l'aigua



Fig. 64. Un adult mascle de mosquit tigre, comparat amb una moneda



Fig. 65. Vista lateral d'un adult femella de mosquit tigre, *Aedes albopictus*

Aleshores es converteixen en pupes i completen la metamorfosi en un parell de dies més. En set dies, una miqueta de la nostra sang s'haurà convertit en uns 80 nous mosquits!

N'hi haurà la meitat de femelles, i si totes elles tornen a picar, en una setmana més, tindrem 3.200 nous mosquits tigre a casa nostra... Els mosquits no són fàcils de

veure, són de vol molt àgil, mida petita i es mouen a prop del terra. Com que els agrada la vegetació baixa, als jardins no s'estan als espais oberts sinó a zones embardissades, fosques i humides. És per això que sovint, els ciutadans es troben plens de picades sense haver vist res d'especial. Entre Desembre i Abril aproximadament els mosquits desapareixen, perquè el fred només permet la supervivència dels ous.

Ens preguntarem fàcilment (o almenys, jo m'ho vaig preguntar ja fa temps), si hi ha larves de mosquits al bassal del pati de les tortugues. He de dir que s'ha anat mirant si n'hi havia durant la realització del treball i no n'he trobat cap. L'explicació de que no hi hagi mosquits en un indret tant apreciat per ells respon al fet del per què es va introduir les gambúsies a Catalunya: per a combatre plagues de mosquits. Ja des dels primers treballs es va proposar i s'hi va introduir les gambúsies per tal de prevenir un problema amb els mosquits. S'ha de concloure, doncs, que 4 anys més tard, aquest mètode continua sent eficaç i que, a més, ara també ens lliure del temut mosquit tigre a l'escola. No obstant, s'ha de tenir cura en no deixar recipients cap amunt, sobretot a l'estiu. Fa 2 anys a l'estiu un carretó va quedar cap amunt, va ploure, es va omplir i evidentment al tornar al setembre l'aigua estava infestada de larves de mosquit.

2.5.2 Visitants del bassal

En aquest apartat parlarem dels animals que no habiten dins l'aigua però que fan visites sovint. No ens fixarem amb ésser vius petits com podrien ser artròpodes, anèl·lids... Ens centrarem amb els vertebrats, ja que no pot haver-hi gaires confusions a l'hora d'identificar-los, i a més degut a la seva magnitud són curiosos de comentar.

En representació dels rèptils tenim un exemplar de serp d'aigua (*Natrix maura*) que es deixa veure molt poc, i no diguem atrapar (els que tingueu antipatia a les serps no patiu perquè



Fig. 66. Exemplar de *Natrix maura*

és inofensiva). Pel que es veu es va introduir anys enrere i encara perdura; va ser vista varis cops durant el mes de Juny i es va avisar al Marí perquè identifiqués l'espècie.

La serp d'aigua és de colors marronosos amb dibuixos de color negrós a les parts superiors del cos. Aquests dibuixos són més o menys foscos i varien segons els individus. El cap és marró, amb grans escates a la part de sobre, fet que la diferencia de l'escurçó (*Vipera aspis*)²⁸. També se'ls pot diferenciar perquè tenen la nineta rodona, el musell arrodonit i la cua llarga, característiques totes de la serp d'aigua i que no són presents en l'escurçó. La serp d'aigua no assoleix grans dimensions.

Molta gent de l'escola recordarà haver sentit cantar a les granotes del pati durant l'estiu²⁹. Gràcies a aquest depredador la població de granotes es manté dintre d'uns límits podríem dir acceptables, ja que és una de les seves principals fonts d'alimentació (ous d'amfibis, capgrossos i granotes joves).

Com s'ha pogut deduir aquesta serp fa vida dins i fora de l'aigua però com no habita de forma estable dins del bassal l'hem inclòs dins d'aquest apartat.

En representació del ocells, degut a la gran capacitat de desplaçament que els hi proporcionen les ales, augmenta el nombre d'espècies que poden visitar el pati; a continuació es presenten imatges dels que hem observat amb més freqüència:

²⁸ De fet l'exemplar de la fotografia s'assembla bastant a un escurçó; això junt amb el seu especial comportament fa que en alguns indrets es conegui com "colobra escorçonera".

²⁹ Aquest any durant un parell de tardes del mes de novembre s'han sentit cantar 2 granotes al pati. Això no és normal, però ho podem relacionar amb el novembre especialment calorós d'aquest any.



Fig. 67. Cuereta blanca (*Motacilla alba*)



Fig. 68. Pit-roig (*Erithacus rubecula*)



Fig. 69. Merla comú (*Turdus merula*)



Fig. 70. Garsa (*Pica pica*)



Fig. 71. Mallarenga carbonera (*Parus major*)



Fig. 72. Mallarenga blava (*Parus caeruleus*)



Fig. 73. Cademera (*Carduelis carduelis*)



Fig. 74. Pardal (*Passer domesticus*)



Fig. 75. Verdum (*Carduelis chloris*)



Fig. 76. Gafarró (*Srinus serinus*)



Fig. 77. Colom blanc (*Columba livia*)
sostingut per la meua companya Marta
Lozano.

3. Conclusions

Durant la realització del treball s'ha intentat arribar a la comprensió i obtenció de dades per saber com funciona l'ecologia del bassal del pati de les tortugues, tant per aspectes abiòtics com biòtics. En el primer aspecte els resultats s'han obtingut majoritàriament amb eficàcia (tot i els problemes que s'hagin pogut trobar i la incoherència d'alguns resultats en un principi), i susdits resultats resulten ser de catalogació correcte per al bon funcionament ecològic del bassal. Els aspectes biòtics han estat difícils de realitzar, ja que no ha estat fàcil la identificació dels organismes del bassal, culpa segurament de la complexitat d'atorgar un nivell taxonòmic o per la complicació de poder-los veure.

Com a conclusió final podem dir que no hem trobat cap aspecte del bassal que tingui característiques pròpies d'aigües eutròfiques. Aquest bon estat ecològic del bassal després de 4 anys de funcionament ininterromput és, naturalment, conseqüència directa d'un disseny encertat en el moment de la seva construcció per part dels quatre alumnes de batxillerat que hem anomenat a la introducció d'aquest treball.

A nivell personal voldria afegir dues coses: en primer lloc reconèixer que l'estudi del bassal m'ha suposat una dificultat i un repte superior a l'esperat degut a la quantitat de temes que engloba i a la inexperiència en dur a terme treballs de tals magnituds. Per aquests motius cap dels aspectes tractats són exhaustius, el treball és global i no està pas especialitzat, tot i així, s'ha intentat treure el màxim rendiment de les informacions (ja sigui dels llibres, de les xerrades amb professors a les universitats, d'Internet...) i s'han buscat molts recursos per l'obtenció de resultats de caire científic i d'interès ecològic. I en segon lloc, destacar que ha estat molt positiu treballar sobre aquest tema, ja que a part d'assimilar molts aspectes sobre l'ecologia de les aigües dolces, sobretot he après com s'ha de fer un treball de camp, és a dir, a valorar i a dominar la metodologia, que em serà molt útil en futurs treballs de caire universitari.

4. Bibliografia

Ammann K. (1983). *La vida a les aigües dolces*. Editorial Teide, Barcelona. 104p

Cambra J., Rieradevall M. (2005). *Estudi dels ecosistemes aquàtics de la ciutat de Barcelona*. 119p

Isbert M., Garriga A., Serra J.(1999) . *Biologia (2n Batxillerat)*. Edicions Mc Graw Hill. 303p

Lacroix G.(1992). *Lagos y ríos*. Editorial plural. 255p

Lawrence E.(2003). *Términos biológicos*. Ediciones Akal . 687p

Margalef R. (1955). *Los organismos indicadores en la limnología*. Ministerio de Agricultura. 300p

Margalef, R. (1977). *Ecología*. Editorial Omega. Barcelona. 951p

Needham J., Needham P. (1978). *Los seres vivos de las aguas dulces*. Editorial Reverté.131p

Varis professors de la UB (2006). *Protocol d'avaluació de l'estat ecològic de les zones humides*. Agència Catalana de l'Aigua. 40p

Varis professors de la UB (2006). *Protocol d'avaluació de l'estat ecològic dels estanys*. Agència Catalana de l'Aigua. 60p

Treballs de recerca anteriors consultats:

- Gerard Castro, Isaac Lleixà, Cristina Martí, Núria Pedrola (2003). *El Pati de les tortugues*. Treball de recerca. Escola Mestral.
- Ferran Hernández (2004). *El pati de les tortugues com a ecosistema*. Treball de recerca. Escola Mestral
- Gerard Sagués (2005). *Microclimes al pati de les tortugues*. Treball de recerca. Escola Mestral. (Premi Baldiri-Reixac)
- Joan Fernández (2006). *El vol de Gea*. Treball de recerca. Escola Mestral.

webgrafia:

<http://biblioteca.upc.es/e-ambit/estudiant/IniciacioMA/node7.html>

<http://www.darrera.com/red.html>

<http://www.lenntech.com/espanol/pH-y-alcinidad.htm>

<http://www.monografias.com/trabajos16/parametros-agua/parametros-agua.shtml>

http://www.pradesmuntsant.com/frames/fauna/fitxa_fauna.asp?ID_animal=%20%206