



Depuració d'aigües amb plantes aquàtiques

Un treball de recerca de batxillerat sobre la depuració d'aigües utilitzant plantes aquàtiques.

TEXT: **David Álvarez i José Fenollar**

Els tractaments d'aigües residuals que involucren macròfits (plantes aquàtiques visibles a ull nu) han demostrat ser eficients en la depuració d'aigües amb continguts de nutrients, matèria orgànica i substàncies tòxiques com arsènic, zinc, cadmi, coure, plom, crom i mercuri. La seva importància radica en les seves qualitats per a ser emprats en nuclis rurals a causa del baix consum d'energia convencional i la practicitat en el muntatge i operació dels sistemes de tractament. A continuació es presenta el treball de recerca en el que es va fer un experiment amb plantes aquàtiques: es van mesurar durant tres mesos la temperatura, el pH i els nivells de nitrats i fosfats per a entendre la depuració d'aigües duta a terme per aquestes.

Els sistemes de tractament d'aigües amb plantes aquàtiques són una alternativa eficient i econòmica per al tractament d'aigües residuals. Només hem de tenir en compte els seus baixos costos de construcció, operació i manteniment davant dels sistemes convencionals actuals. La depuració amb macròfits (plantes aquàtiques) s'atribueix a processos de sedimentació, absorció i remoció de sòlids suspesos i de matèria orgànica.

Els macròfits són aquelles plantes aquàtiques que tenen totes les seves estructures vegetatives submergides o flotants. Existeixen diferents tipus de macròfits: els macròfits emergents són generalment plantes perennes amb òrgans reproductors aeris, que viuen en sòls inundats de forma permanent o temporal (per exemple els joncs); els macròfits de fulles flotants que tenen òrgans reproductors flotants o aeris i viuen sobre sòls inundats (per exemple un nenúfar); i, per últim, els macròfits submergits que si bé són majoritàriament falgueres, molses, etc. també hi trobem angiospermes. Aquest darrer tipus de plantes es troben a tota la zona a la qual arriba la llum solar i no solen viure més enllà dels 10 metres de profunditat aproximadament, els seus òrgans reproductors poden ser aeris, flotants o submergits.

Aquest treball de recerca constà d'una part pràctica on es va fer un experiment amb plantes aquàtiques, que va consistir en posar tres peixeres: una amb plantes, una amb plantes i fauna aquàtica i l'última només amb aigua. Es van mesurar els següents paràmetres durant tres mesos: temperatura, pH i els nivells de nitrats i fosfats. Amb aquest experiment es va poder comparar la qualitat que reflectia



Ceratophyllum demersum. Fotografia: David Vilasís. Associació Flora Catalana (<https://www.floracatalana.cat>)

l'aigua que té macròfits amb la que no en té i es va poder mostrar perquè una va estar depurada i l'altra no. Finalment, es van comentar els resultats, es van extreure les conclusions i es va detallar la bibliografia.

Objectius

Els objectius del treball són: entendre en què consisteix la depuració d'aigües duta a terme per plantes aquàtiques i conèixer un viver artificial de plantes aquàtiques, concretament el viver de Tres Turons. L'objectiu de l'experiment és veure els diferents resultats obtinguts i comparar les dades de la peixera amb plantes, plantes més fauna aquàtica i la peixera que només conté aigua.

Materials

Per a aquest experiment s'han fet servir els següents materials:

- Tres peixeres (dues de vidre i una de plàstic).
- Les mostres de plantes i fauna aquàtica que vàrem recollir en la visita al viver de plantes aquàtiques Tres Turons.
- Un mesurador de pH i temperatura. Amb aquest aparell mesurava el pH i la temperatura de cadascuna de les peixeres una vegada al dia.
- Un kit de testatge de fosfat. Amb aquest kit vàrem fer les dues mesures de continguts de fosfat, la primera en el moment que vaig establir les plantes i l'última el dia de finalització de l'experiment.
- Tires per a mesurar el contingut en nitrat. Amb aquestes tires vàrem fer les dues mesures de continguts de nitrat, la primera en el moment que vàrem establir les plantes i l'última el dia de finalització de l'experiment.

Paràmetres:

Primer de tot, hem de tenir clar quins són els paràmetres que mesurarem, estudiar-los i veure com poden afectar les nostres peixeres. També hem d'analitzar si tenen sentit els resultats obtinguts per a saber si la funció dels macròfits ha estat exitosa o no. Els paràmetres a mesurar són els següents: pH, temperatura, nivell de nitrat i de fosfat.

- **pH.** El pH indica si l'aigua és àcida o alcalina. Per exemple, el suc de llimona és àcid i l'aigua de pou profund és alcalina. Un pH de 7 és neutre, un pH per sota de 7 és àcid i per sobre de 7 és alcalí. Les plantes es beneficien de les condicions lleugerament àcides de l'aigua. El millor valor de pH per a les plantes aquàtiques és al voltant de 6,4-6,8. Els elements inorgànics comuns a les aigües residuals inclouen clorur, ions d'hidrogen (que influeixen en el pH), i entre els compostos que causen alcalinitat trobem nitrogen, fòsfor i sofre. Cal esmentar que la descomposició de matèria orgànica o d'àcids orgànics també pot incrementar el nivell de pH en aigües residuals domèstiques.



Ceratophyllum demersum. Fotografia: David Vilasis. Associació Flora Catalana (<https://www.floracatalana.cat>)

- **Temperatura.** La temperatura està considerada com un dels paràmetres de gran importància, ja que intervé en tots els processos biològics que s'exerceixen en els sistemes de tractament d'aigües residuals domèstiques. Hem de vigilar que la temperatura no sigui molt alta, perquè això podria provocar un creixement excessiu d'algues.
- **Nitrat.** Els nitrats (NO_3^-) són uns nutrients vegetals i uns subproductes del cicle de nitrificació — procés en què els bacteris beneficiosos converteixen les deixalles orgàniques en nitrats—. Massa nitrats causarà un desequilibri de nutrients al sistema, que pot provocar una proliferació d'algues. Si això passa, es pot resoldre fàcilment mitjançant tècniques de prevenció i eliminació d'algues. El nitrat ha de ser un màxim de 10 ppm = 10 mg/l per a evitar problemes amb les algues.
- **Fosfat.** Els fosfats (PO_4^{3-}) són necessaris per al desenvolupament de les arrels i el creixement de les plantes. Tot i això, un nivell elevat de fosfats també donarà lloc a una proliferació excessiva i indesitjable de les algues. El fosfat ha de tenir una concentració màxima de 0,1 ppm (= 0,1 mg/l).

Plantejament experimental

La part pràctica consisteix en l'anàlisi i la comparació de diferents paràmetres fisicoquímics mesurats en tres peixeres, totes plenes d'aigua. Una primera peixera porta macròfits submergits de les espècies *Zannichellia palustris*, llapó punxenc (*Ceratophyllum demersum*), *Chara vulgaris* i posidònia (*Posidonia oceanica*). Una segona té macròfits més fauna aquàtica: *Notonecta*, dàfnia (*Daphnia*) i cargols. Finalment una tercera només conté l'aigua. L'experiment consisteix en una recollida de dades diària de pH i temperatura durant l'estiu (01/06/2022-31/08/2022) de cada peixera i una comparació dels nivells de nitrats i de fosfats. Les mesures de pH i temperatura seran representades gràficament. Per a cadas-



Zannichellia palustris Subsp. *peltata*. Fotografia: David Vilasis. Associació Flora Catalana (<https://www.floracatalana.cat>)

cuna de les peixeres, mostrarem tres gràfics mensuals (juny, juliol i agost) de temperatura i pH, i hi haurà dos gràfics més amb les dades de les tres peixeres juntes, un del pH total i l'altre de la temperatura total, que permetran comparar aquestes dades entre les peixeres. Mentre que en el cas dels nitrats i dels fosfats consistiran en una comparació entre dues fotografies, la primera corresponent al dia en què es van establir les peixeres (20/5/2022) i l'última del dia 31/08/2022, quan finalitzava l'experiment i les corresponents mesures amb un *kit* de testatge.

Resultats

A continuació es mostren els resultats obtinguts a les diferents peixeres.

Peixera 1. Contingut: aigua i macròfits.

Es pot observar que la temperatura s'ha anat incrementant al llarg de l'experiment, de forma coherent amb el que s'esperava si tenim en compte que les mesures van del juny fins a l'agost. Es registren valors des d'un màxim de 31,5 °C fins a un mínim de 25,5 °C. Els valors de pH es mantenen estables al voltant de 6 durant els tres mesos.

Peixera 2. Contingut: aigua amb macròfits i fauna aquàtica.

A la segona peixera (macròfits i fauna) s'han obtingut resultats molt semblants als de la peixera 1. La temperatura varia des dels 31,4 °C als 25,5 °C. El pH registrat oscil·la entre un valor màxim de 6,3 i un mínim de 5,9.

Peixera 3. Contingut: aigua.

A la tercera peixera la temperatura va assolir un màxim de 31,5°C i un mínim de 25,5° C. Però a l'hora de valorar el pH veiem uns resultats molt elevats comparats als de les peixeres 1 i 2, amb un màxim de 10,1 i un mínim de 9,2.

Comparació trimestral del pH i la temperatura de les tres peixeres.

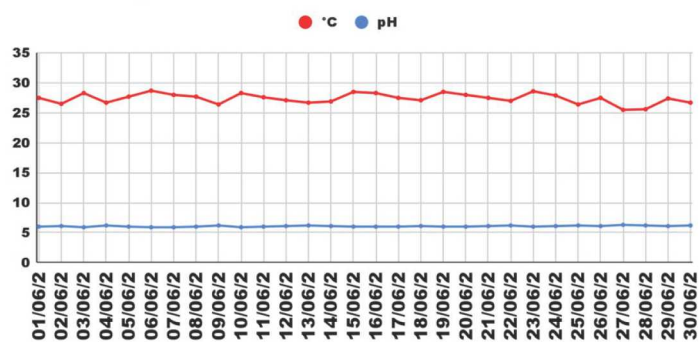
Al gràfic de temperatures podem veure unes temperatures molt semblants entre les tres peixeres, amb una tendència al·lista amb alguns alts i baixos. Aquests resultats tenen sentit ja que les mesures es van fer durant l'estiu, des de juny fins a agost i per això són normals unes temperatures entre 25-30 °C.

Si ens fixem en el gràfic del pH, trobem dades molt interessants que s'han de tenir en compte. Les peixeres 1 i 2, que són les que contenen les macròfits i la fauna aquàtica, han tingut un pH d'entre 6 a 6,3, i hem de recordar les plantes es beneficien de condicions lleugerament àcids d'aigua. El millor valor de pH per a les plantes aquàtiques és al voltant de 6,4-6,8, això significa que es troben en nivell de pH ideal. Per altra banda, tenim la peixera número 3, la

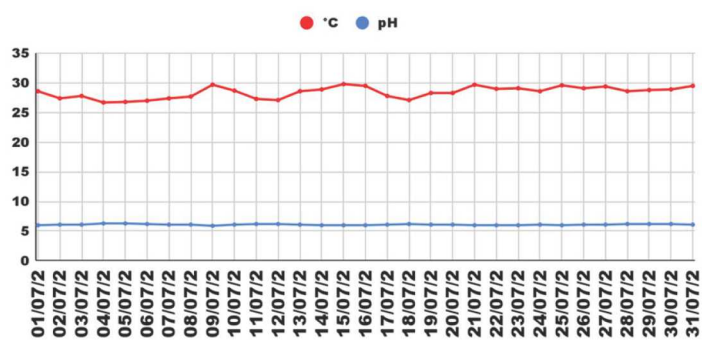
Posidonia oceanica. Fotografia: Xavier Font. Associació Flora Catalana (<https://www.floracatalana.cat>)



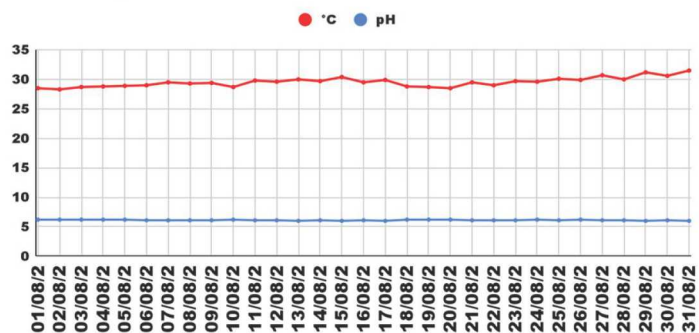
A



B



C



Peixera 1, dades de pH i temperatura del mes de juny (A), juliol (B) i agost (C), respectivament.

Imatges de la peixera 1, que contenia aigua i macròfits.

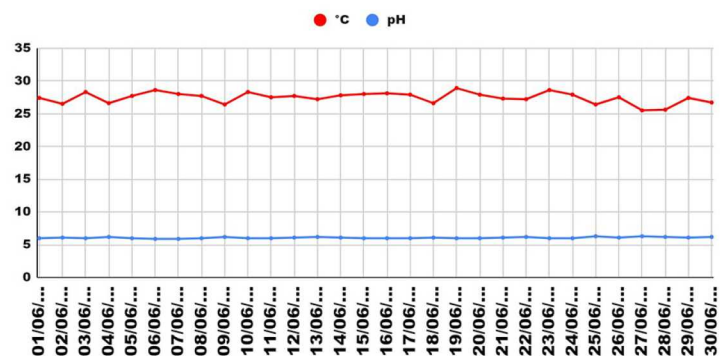
20/05/2022



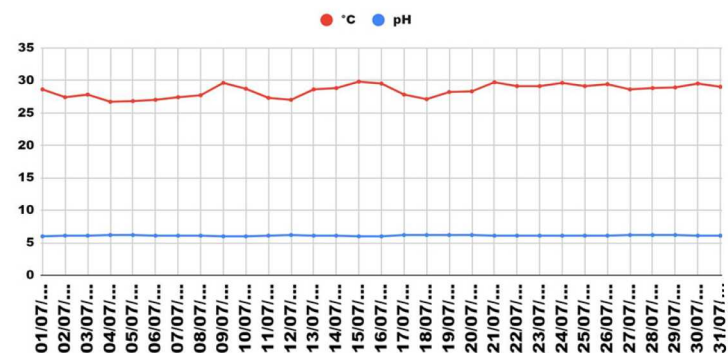
31/08/2022



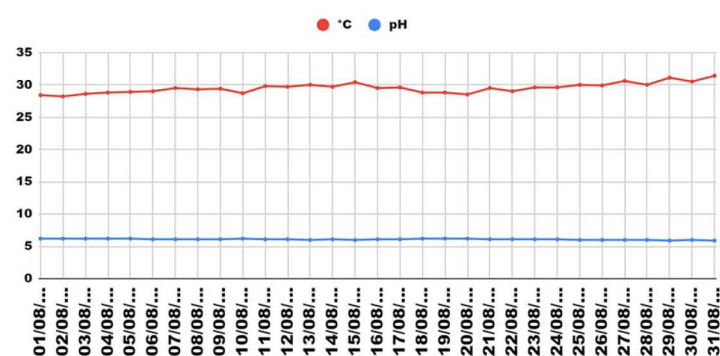
A



B



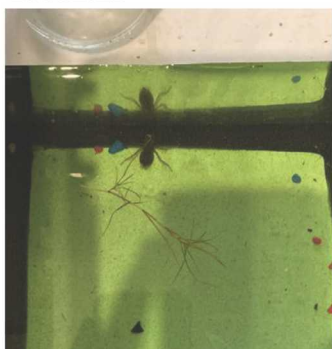
C



Peixera 2, dades de pH i temperatura del mes de juny (A), juliol (B) i agost (C), respectivament.

Imatges de la peixera 2, que contenia aigua, macròfits i fauna aquàtica.

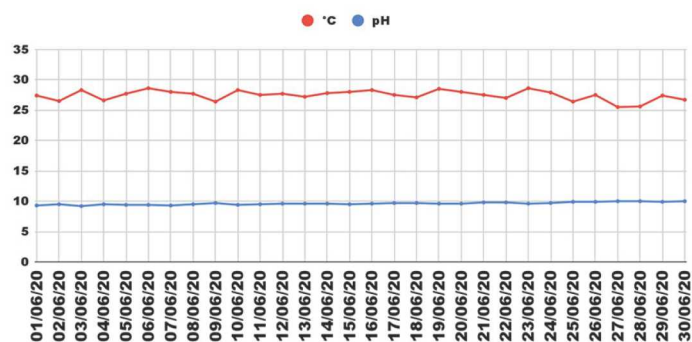
20/05/2022



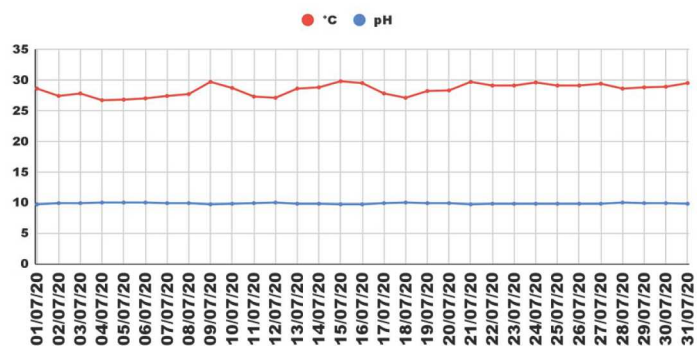
31/08/2022



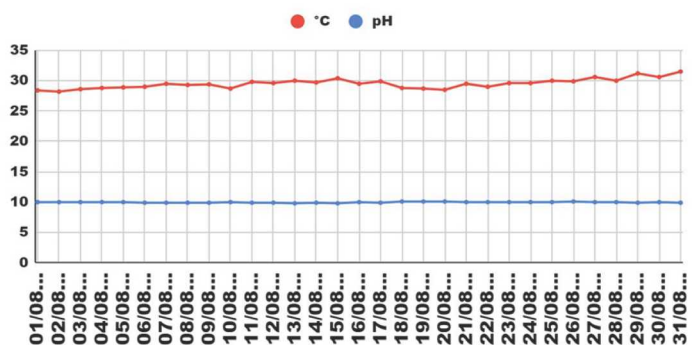
A



B



C



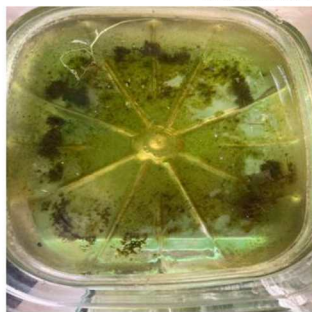
Peixera 3, dades de pH i temperatura del mes de juny (A), juliol (B) i agost (C), respectivament.

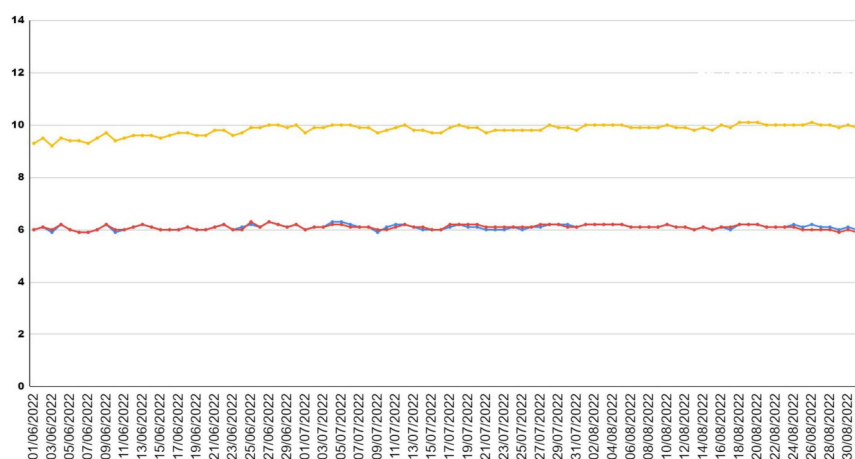
Imatges de la peixera 3, que contenia aigua.

20/05/2022



31/08/2022



pH trimestral de les tres peixeres


Dades trimestrals del pH de les tres peixeres: peixera 1 (blau), peixera 2 (vermell), peixera 3 (groc).

°C trimestral de les tres peixeres


Dades trimestrals de la temperatura de les tres peixeres: peixera 1 (blau), peixera 2 (vermell), peixera 3 (groc).

qual ha tingut un nivell de pH d'entre 9-10; al contrari de les altres dues que tenien un pH àcid, aquesta té un pH alcalí. Això segurament serà a causa del contingut d'elements (nitrat, fosfat, amoníac...), ja que, com que no hi ha macròfits en aquesta peixera, no poden fer els processos per a eliminar els elements mencionats anteriorment.

Conclusions

Finalment, els resultats obtinguts han estat els esperats: les peixeres amb macròfits han tingut un pH ideal, entre 6,4 i 6,8, amb un baix contingut en nitrat i fosfat, mentre que la peixera que només contenia aigua ha reflectit un alt nivell de pH i uns alts nivells de fosfat i nitrat. Així, la hipòtesi ha estat resposta de manera positiva perquè hem pogut demostrar de manera pràctica com la depuració d'aigües ha estat realitzada.



Posidonia oceanica. Fotografia: Anna Llandrich. Associació Flora Catalana (<https://www.floracatalana.cat>)

Agraïments

Primer de tot, vull agrair al professor José Fenollar Moncho, de l'institut Ègara de Terrassa, per la seva guia i suport durant el desenvolupament del meu treball de recerca.

En segon lloc, vull donar les gràcies a la meua família que sempre ha confiat en mi. També m'agradaria mencionar a les persones que treballen al viver Tres Turons del Castellar del Vallès, especialment el Carles i l'Anna. Finalment agraeixo als professors Manel Juncà i Ricard Blanco per les seves aportacions i el suport que m'han brindat per a la realització d'aquest treball de recerca.

BIBLIOGRAFIA

Clostre, G., & Mery S. 2007. Efecto del nitrógeno, fósforo y potasio del medio de cultivo en el rendimiento y valor nutritivo de *Lemna gibba* L. (Lemnaceae). *Revista Peruana de Biología*, 14(2), 123-130.

Cristian, F. 2008. El uso de plantas acuáticas para el tratamiento de aguas residuales. *Observatorio Medioambiental*, 11, 301-305.

Font i Quer, P. 1953. *Diccionario de botánica*. Editorial Alpha.

García, Z. 2012. *Comparación y evaluación de tres plantas acuáticas para determinar la eficiencia de remoción de nutrientes en el tratamiento de aguas residuales domésticas*. Tesis de grau, Universidad Nacional de Ingeniería de Trujillo (Perú).

Pérez, M. A. 2009. *Selección de plantas acuáticas para establecer humedales en el estado de Durango*. Gobierno del Estado de Chihuahua.

David Álvarez. Estudiant de 2n de batxillerat de l'institut Ègara (Terrassa). El seu interès per les plantes aquàtiques va començar a partir del treball de recerca que va realitzar durant el primer any de batxillerat.

José Fenollar. Tutor del treball de recerca.