

The Urban River Lab —Reports—

2018 v.1



**Estudi de l'efecte de la intermitència de la
circulació de l'aigua en la conductivitat hidràulica**

Juliol-Setembre 2018



1. Introducció

1.1 Antecedents

Al llarg dels diferents experiments realitzats a l'Urban River Lab s'ha observat la colmatació parcial o total dels canals fet que dificulta o impedeix per complet la circulació d'aigua pels mateixos. Aquesta problemàtica ens planteja la necessitat de buscar estratègies per evitar i/o controlar el procés de colmatació i poder allargar així la vida útil dels canals.

Aquesta problemàtica es comuna als sistemes naturals de depuració d'aigües residuals basats en l'ús de plantes aquàtiques (Knowles et al., 2011). Aquest sistema recrea hàbitats humits mitjançant la construcció de llacunes i llits de graves amb vegetació d'espècies autòctones. Els processos biogeoquímics mediat per les plantes i la microbiota associada a la zona de la rizosfera resulten en la disminució de les càrregues de soluts contaminants com poden ser els nutrients (Vymazal, 2007). Els sistemes de depuració d'aigües residuals mitjançant aiguamolls artificials són cada cop més utilitzats en finques aïllades, indústries i petits municipis.

Aquests sistemes de depuració en forma d'aiguamolls es poden dividir segons la tipologia del flux, que pot ser superficial o subsuperficial, i en aquest últim cas, horitzontal o vertical (Vymazal, 2007). Els sistemes verticals (FSSV), són sistemes constituïts per un llit de graves (d'una profunditat aproximada de 80cm) on el flux discorre de la part superior a la inferior. Es tracta d'un ambient aeròbic que funciona amb un sistema de pulsos en diferents cel·les en paral·lel. L'entrada d'aigua a les cel·les es realitza alternant cicles d'entrada d'aigua i cicles on es para el flux. Així doncs, als FSSV s'alternen períodes on circula aigua amb períodes de sequera. Normalment s'alterna una entrada d'aigua durant 3 dies i un període de sequera de 6. Aquesta intermitència permet que el substrat s'aïregi, i afavorint la mineralització de la matèria orgànica i la reobertura d'espais.

Tenint en compte el funcionament dels FSSV, en aquest projecte ens preguntem si la intermitència en la circulació de l'aigua en els canals pot disminuir, i de quina forma, el fenomen de la colmatació.

1.2 Objectiu

L'objectiu d'aquest projecte és avaluar els efectes de la intermitència en la circulació de l'aigua sobre la colmatació dels canals de l'URL que contenen rock rolls i graves amb presència/absència

d'helòfits de l'espècie *Iris pseudachorus*. Per tal de mesurar la colmatació, s'ha utilitzat un proxy de la conductivitat hidràulica. Considerem que a major conductivitat hidràulica, menor colmatació i viceversa.

Per adreçar aquest objectiu es van seleccionar 6 canals amb graves i gabions tubulars flexibles tipus Rock Roll. 3 d'aquests canals estaven sense vegetar i 3 canals contenien Iris. Els sis canals es van sotmetre a 3 règims hidrològics diferents caracteritzats per dues fases. La fase I consistia en la inundació del substrat amb flux pistó, i la fase II, consistia en el buidatge i assecat del canal. La durada de la fase II (fase sequera) era el tret diferencial entre els diferents tractaments:

- Tractament A (Control): flux constant (sense períodes de sequera).
- Tractament B: Fase I de 7 dies i Fase II de 7 dies.
- Tractament C: Fase I de 7 dies i fase II de 14 dies.

1.3 Metodologia

L'experiment es va duu a terme entre els dies 4 de Juliol i 12 de Setembre. Els tractaments es van aplicar als canals de manera aleatòria. Dos canals (un amb planta i un sense) es van deixar inundats durant tot l'experiment (Tractament A o Control). Als altres 4 s'hi van anar alternant els Tractament B i C de manera consecutiva. Es deixaven una setmana secs seguits d'una setmana inundats (Tractament B) i a continuació es deixaven dues setmanes secs seguits d'una setmana d'inundació (Tractament C).

Per tal d'avaluar l'efecte del cicle hidrològic i la presència/absència de planta sobre la colmatació, es va utilitzar un proxy de la conductivitat hidràulica que consistia en mesurar la disminució de la profunditat de l'aigua a l'inici de cada canal durant el buidatge d'aquest. Es va instal·lar un sensor de pressió a l'inici de cada canal i seguidament es tancava l'aixeta d'entrada d'aigua i s'obria la de sortida per que es buidessin. Aquesta mesura es realitzava al final de la fase I pels tractaments B i C i cada 15 dies al tractament A.

La conductivitat hidràulica (k_f) es va inferir com la pendent d'una recta amb el temps (minuts) a l'eix de les X i la profunditat de l'aigua (centímetres) a l'eix de les Y. Només es va considerar la part de la corba que s'ajustava a un model lineal ($R^2 \geq 0.99$). Per avaluar l'efecte de cada tractament sobre la k_f , es va calcular el canvi relatiu de k_f (en percentatge; %) entre dos cicles consecutius pels tractaments B i C i cada 15 dies en pel Tractament A (control) de la següent manera:

$$\Delta k_f(\%) = \frac{(k_{f\text{-final}}) - (k_{f\text{-inicial}})}{(k_{f\text{-inicial}})} \times 100 \quad (1.1)$$

Així doncs, valors $\Delta k_f < 0$ indiquen una disminució de la conductivitat hidràulica entre dos mesures consecutives (increment de la colmatació) mentre que valors de $\Delta k_f > 0$ indicaven el contrari (disminució de la colmatació).

Els valors de Δk_f , es van comparar utilitzant un test d'anàlisi de la variància (ANOVA) de dos factors amb el tractament cicle hidrològic i el tractament presència/absència de planta com a factors fixes. A continuació es va realitzar un test de Tukey per avaluar les diferències significatives entre els diferents grups.



2. Resultats

2.1 Resultats

L'increment relatiu de la conductivitat hidràulica als canals va variar als diferents tractaments. Als controls la Δk_f va disminuir al llarg del temps (essent negativa en tots els casos) indicant una disminució de la conductivitat hidràulica al llarg de l'experiment (augment de la colmatació). Pel que fa als Tractaments B i C (alternança de sequera i inundació), la Δk_f va mantenir-se relativament constant amb certa tendència a augmentar al llarg del temps, indicant un augment de la conductivitat hidràulica (la colmatació es mantenia o tendia a disminuir al llarg del temps).

Els valors promig de Δk_f per cada tractament es mostren a la Figura 1. Als canals Control, la mitja de Δk_f pel canal amb i sense planta van ser negatius. Als tractaments B i C, tot i una variabilitat important, van tendir a ser positius. L'ANOVA de dos factors va indicar que el factor cicle hidrològic tenia efecte important sobre la conductivitat hidràulica ($p = 0.007$), mentre que no es van observar diferències significatives entre els canals amb i sense planta ($p = 0.295$; Taula 1).

Table 2.1: Resultats del test ANOVA de dos factors pels tractaments cicle hidrològic i presència/absència d'Iris (Planta). En negreta s'indiquen els valors amb efectes significatius ($p < 0.05$).

Variable	df	F	<i>p</i>
Cicle hidrològic	2	7.28	0.007
Planta	1	1.19	0.295
Cicle hidrològic x planta	2	1.981	0.175

Els resultats del test de Tukey van indicar diferències significatives entre els canals Control amb Iris i els canals amb els Tractaments A sense planta ($p = 0.02$) i amb el B amb planta ($p = 0.02$). La resta de tractaments no presentaven diferències significatives entre ells, segurament degut a la gran variabilitat observada en les Δk_f .

Finalment, destacar també que els cicles hidrològics utilitzats en aquest experiment van afectar de manera diferent els exemplars d'Iris dels diferents canals (Fig. 2.2).

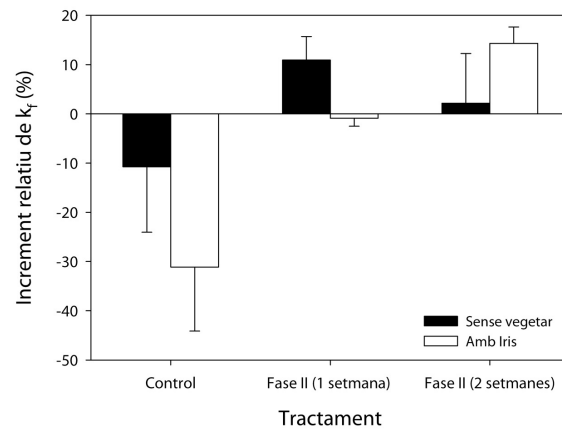


Figure 2.1: Increment relatiu de la conductivitat hidràulica Δk_f pels diferents tractaments experimentals. Valors de $\Delta k_f < 0$ indiquen una disminució de la conductivitat hidràulica (augment de la colmatació), mentre que valors de $\Delta k_f > 0$ indiquen un augment de la conductivitat hidràulica (disminució de la colmatació).

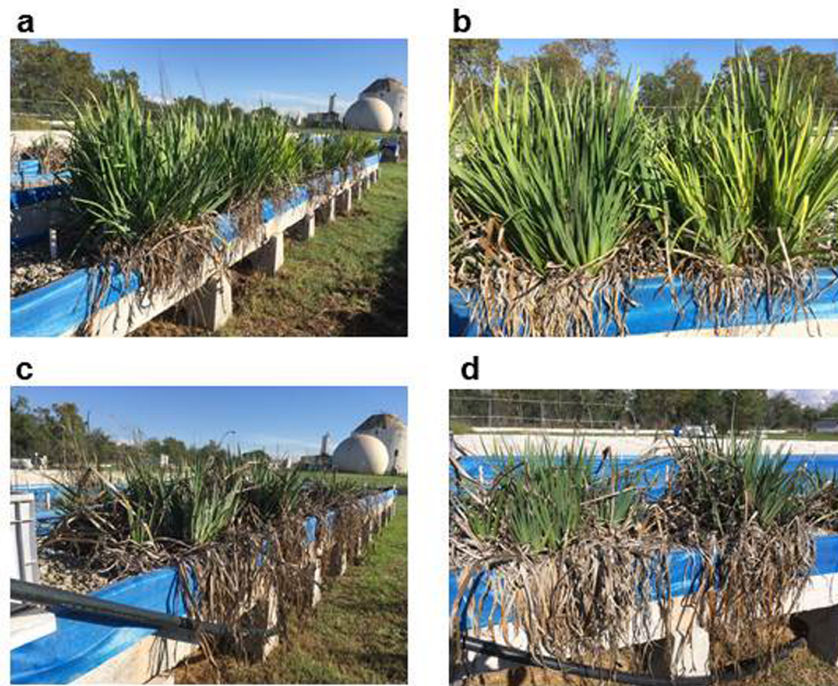


Figure 2.2: Efecte del cicle hidrològic sobre l'estat vegetatiu d'Iris. Vista general d'un canal Control (a) i detall d'Iris en aquest canal (b). Vista general d'un canal on s'han aplicat cicles d'inundació i sequera (c) i detall d'Iris en el canal on es pot observar una major quantitat de necromassa en comparació als individus del canal control (d).



3. Discusió

3.1 Discusió

Els resultats d'aquest experiment posen de manifest que l'alternança entre fases d'inundació i fases de sequera poden tenir un efecte important sobre la conductivitat hidràulica dels canals de l'URL. Tal i com s'esperava, la conductivitat hidràulica dels canals amb inundació permanent (Controls) tendia a disminuir de manera continuada indicant un augment de la colmatació al llarg del temps. Per contra, els canals sotmesos a alternança entre períodes d'inundació i sequera tendien a reduir el fenomen de colmatació. Els resultats obtinguts van indicar que la durada de la fase I (període de sequera) tenia poca incidència sobre la conductivitat hidràulica. Un altre resultat interessant d'aquest experiment és el fet que la presència d'helòfits sembla tenir poc efecte sobre el procés de colmatació del sistema. També cal indicar que les plantes semblen tolerar bé el règim d'assecat (la majoria de plantes van rebrotar), tot i que l'acumulació de necromassa va ser més elevada que als Iris del tractament Control (inundació permanent).

3.2 Conclusions

Els resultats d'aquest projecte indiquen que l'alternança de períodes d'inundació amb fases de sequera permeten controlar el fenomen de colmatació als canals i així allargar la vida útil d'aquests. A més, els resultats indiquen que amb 7 dies de sequera seria suficient i que la presència d'Iris no té un efecte rellevant sobre la colmatació als canals. Cal destacar que Iris sembla suportar bé els períodes de sequera.

3.3 Perspectives futures

Els resultats d'aquest experiment poden resultar molt útils a l'hora de plantejar nous experiments a l'URL ja que ens permetran allargar la vida útil dels dissenys experimentals i plantejar-nos experiments que considerin més d'un any hidrològic reduint a l'hora els costos econòmics.



4. References

4.1 References

- [1] Knowles, P., G. Dotro, J. Nivala, and J. García. 2011. Clogging in subsurface-flow treatment wetlands: Occurrence and contributing factors. *Ecological Engineering*. 37:99–112.
- [2] Vymazal, J. 2007. Removal of nutrients in various types of constructed wetlands. *Science of the Total Environment*. 380:48–65.



5. Equip de treball

5.1 Personal

Aquest treball ha estat realitzat per:

- Miquel Ribot, Centre d'Estudis Avançats de Blanes (CEAB-CSIC).
- Xevi Triadó, Centre d'Estudis Avançats de Blanes (CEAB-CSIC).
- Belén Esquerra (JAE-INTRO), Centre d'Estudis Avançats de Blanes (CEAB-CSIC).
- Dani Benjumea, Centre d'Estudis Avançats de Blanes (CEAB-CSIC).
- Sara Castelar, Centre d'Estudis Avançats de Blanes (CEAB-CSIC).
- Eugènia Martí, Centre d'Estudis Avançats de Blanes (CEAB-CSIC).
- Albert Sorolla, Naturalea Conservació
- Susana Bernal, Centre d'Estudis Avançats de Blanes (CEAB-CSIC).
- Esperança Gacia, Centre d'Estudis Avançats de Blanes (CEAB-CSIC).
- Francesc Sabater, Universitat de Barcelona (UB).

5.2 Agraïments

Volem agrair el suport tècnic i econòmic del Consorci Besòs-Tordera durant la realització de l'experiment.