



PROYECTO SINGULAR

PROYECTO DE DESARROLLO Y DIVERSIFICACIÓN LOS CULTIVOS DE PLANTAS ACUÁTICAS AUTÓCTONAS ÚTILES

Introducción

En el marco de este proyecto se hizo un listado de requerimientos del potencial de nuevas especies en relación a capacidad de biofiltración, mecánica y paisaje. A partir de aquí con el **Vivero Tres Turons**, el equipo del **Jardín Botánico de Barcelona** y los otros participantes del proyecto, se seleccionaron unas especies autóctonas con potencial para funcionar en sistemas de depuración natural, y el equipo científico del URL decidió dedicar 12 canales al citado proyecto.

L' URL (Urban River Lab) es la plataforma experimental situada en la EDAR de Montornès del Vallès (Barcelona) donde un equipo multidisciplinar formado por miembros del Centro de Estudios Avanzados de Blanes (CEAB-CSIC), la Universidad de Barcelona (UB), del Consorcio Besòs-Tordera (CBT) y Naturalea, están llevando a cabo diferentes proyectos de investigación que permiten evaluar los efectos de los efluentes de las EDAR sobre los sistemas fluviales. www.urbanriverlab.com

Se decidió dedicar tres canales a cada especie.

El *Sparganium erectum* y el *Apium nodiflorum* funcionan como las especies que hasta ahora se han estudiado en el URL y por lo tanto se han plantado en un sustrato de gravas que nos permite disponer ya de un control (sólo gravas) y de poder comparar con otras especies.

El *Potamogeton pectinatus* tiene otro funcionamiento por tanto, además de los canales utilizados para estudiar esta especie, se ha recreado en tres canales un medio blanco que servirá como tratamiento control. Estos canales constan de una cama con 5 cm de grava y lodo (barro) y el resto con lámina de agua libre de unos 25 cm de profundidad.



Antecedentes

Los estudios realizados en este laboratorio durante el año 2016 muestran que la presencia de helófitos (carrizo, lirio...) crea unas condiciones favorables para los microorganismos que se encuentran asociados a la rizosfera que incrementan sustancialmente la capacidad de retención de solutos y por tanto mejoran la calidad del agua residual o de los efluentes de las depuradoras. En concreto antes de Singulares se estudiaron las siguientes especies:

- *Thypha angustifolia*
- *Lysimachia vulgaris*
- *Iris pseudacorus*
- *Scirpus lacustris*
- *Phragmites australis*



Se plantaron en un sustrato de gravas de 20-40 cm como los que se usan en sistemas de depuración natural y con flujo sub-superficial

El diseño experimental consistió en tres canales de cada especie y 3 canales con el mismo sustrato pero sin plantas (control), y así poder evaluar el efecto de la presencia de planta y las posibles diferencias entre las especies vegetales.

Material y método en el Proyecto Singular

Para este proyecto se han realizado un total de 7 muestreos a lo largo de 6 meses de experimento (Agosto 19-Enero 20). Al inicio del experimento se muestrea más a menudo (quincenalmente) y al resto, mensualmente.

En las entradas y salidas de cada canal se ha medido pH, conductividad y oxígeno disuelto y se han tomado muestras de agua para determinar las concentraciones de amonio, nitratos, nitritos, fósforo, DOC.

Variables que se han estudiado:

1. Retención de nutrientes: se han tomado muestras de agua en la entrada y salida de cada canal para medir la capacidad de retención de nutrientes (amonio, nitrato, nitrato y fosfato) y materia orgánica (DOC).
2. Medida de las tasas de evapotranspiración en los canales: se ha medido el flujo de agua en la entrada y en la salida de cada canal con un cubo, un cronómetro y una balanza para determinar el % de pérdida de agua .
3. Medida de los tiempos de residencia del agua: se ha calculado el tiempo de residencia del agua mediante adiciones de bromuro (Na Br).
4. Medidas de biomasa y contenido elemental (CNP) en el tiempo: se ha medido la biomasa de cada especie vegetal al inicio, medio y final del periodo del estudio y se ha guardado tejido vegetal para medir el contenido de C, N y P.
5. Medidas de metabolismo: En los canales con flujo superficial se ha medido la concentración de oxígeno a lo largo del tiempo con sondas de O₂.

Equipo de investigación del URL que ha participado en el proyecto:

Dr. Miquel Ribot, Dra. Eugenia Martí, Dra. Esperança Garcia i Dra. Susana Bernal / CSIC-CEAB

Adrian Lochner, Albert Sorolla / Naturalea

Dr. Francesc Sabater / Universitat de Barcelona

Manel Isnard / Consorci Besòs Tordera

Plantación de *Sparganium erectum* *Apium nodiflorum*:



Preparación de los canales de control para macrófitos sumergidos:



Plantación de *Potamogeton pectinatus*:



Canales con Apium y Esparganium ya crecidos:



Plantas al final del experimento (Diciembre 19).



Resultados

Tasas de evaporación

Tratamiento	Tasas de evapotranspiración (%)
Control	2,7
<i>Potamogeton pectinatum</i>	2,6
<i>Apium nodiflorum</i>	1,5
<i>Sparganium erectum</i>	3,3

Tabla resumen de las tasas de evapotranspiración en los diferentes tratamientos a los dos meses de la plantación. Para cada tratamiento, se presenta la media de los 3 canales. Para calcular las tasas de evapotranspiración, se mide el flujo de agua a la entrada y en la salida de cada canal y calcula el porcentaje de variación del flujo en la salida respecto la entrada.

Tiempo de residencia del agua

Ejemplo de curva de concentración de bromuro vs. tiempo para medir el "tiempo de residencia" del agua dentro de cada canal. El pico de la curva indica el tiempo necesario para que el agua que entra en el canal se desplace hasta el final del mismo. Le llamamos "nominal travel time". Esta curva corresponde al canal 1 (Canal control lleno de algas filamentosas) 1 mes después de la plantación.

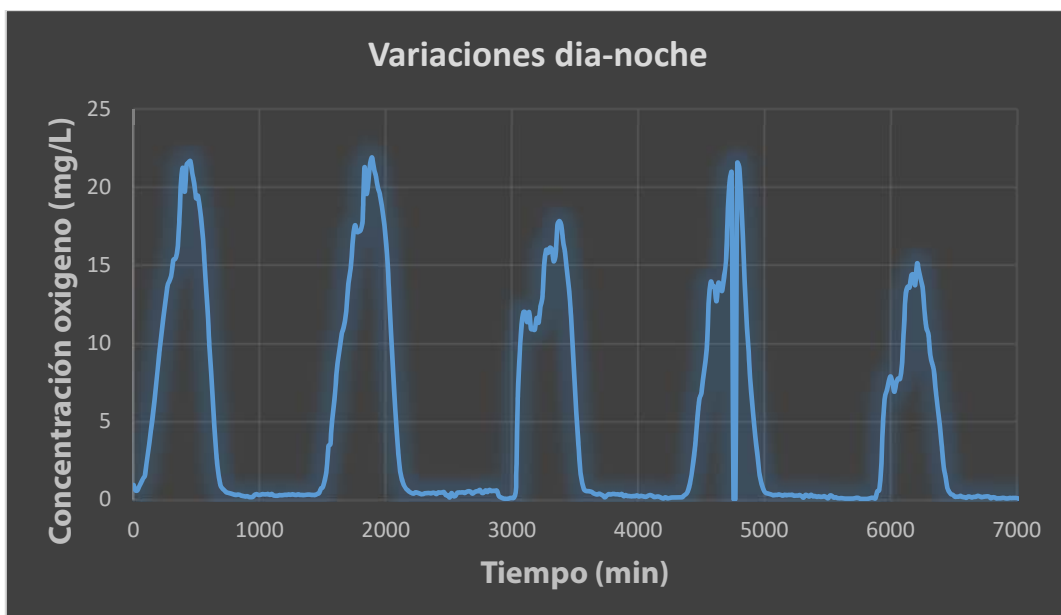


Tratamiento	Tiempo de residencia del agua (min)
Control	137
<i>Potamogeton pectinatum</i>	207
<i>Apium nodiflorum</i>	274
<i>Sparganium erectum</i>	180

Tabla resumen de los tiempos de residencia del agua en los diferentes tratamientos al cabo de un mes de la plantación. Para cada tratamiento, se presenta la media de los 3 canales.

Variaciones diarias de oxígeno en los canales

Canal con *Potamogeton pectinatus* colonizado por algas filamentosas

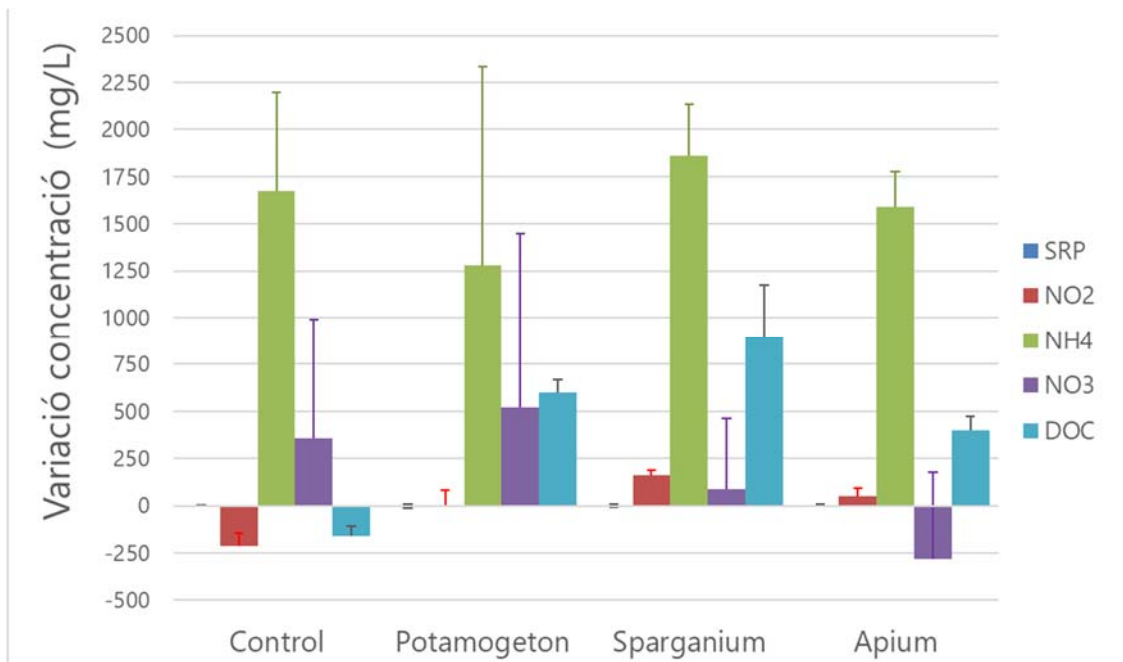


Primeros resultados de retención de nutrientes

Resum						
Canal	Tractament	SRP	NO ₂	NH ₄	NO ₃	DOC
Ch 1	Control	-3,10	-250,25	2281,00	1620,58	-60,00
Ch 2	Potamogeton	-1,03	-0,70	57,43	170,18	643,33
Ch 3	Sparganium	-9,29	216,17	1334,38	8,40	1260,00
Ch 4	Apium	1,03	126,06	1794,73	-225,51	292,00
Ch 5	Control	7,23	-310,48	2109,88	-317,02	-233,33
Ch 6	Potamogeton	-24,78	140,07	3382,63	2271,89	686,67
Ch 7	Sparganium	-7,74	117,66	2252,28	773,64	335,33
Ch 8	Apium	-8,26	-28,01	1216,49	483,93	539,67
Ch 9	Control	-3,10	-77,04	640,11	-229,71	-183,33
Ch 10	Potamogeton	19,62	-136,80	398,73	-877,29	473,33
Ch 11	Sparganium	19,62	146,60	1992,69	-514,51	1083,67
Ch 12	Apium	15,49	52,29	1755,98	-1104,66	360,67
Mitja						
Tractament	SRP	NO ₂	NH ₄	NO ₃	DOC	
Control	0,34	-212,59	1677,00	357,95	-158,89	
Potamogeton	-2,06	0,86	1279,59	521,60	601,11	
Sparganium	0,86	160,14	1859,78	89,18	893,00	
Apium	2,75	50,11	1589,06	-282,08	397,44	
Error estàndard						
Tractament	SRP	NO ₂	NH ₄	NO ₃	DOC	
Control	3,44	69,97	520,79	631,82	51,51	
Potamogeton	12,83	79,93	1056,12	925,91	65,10	
Sparganium	9,39	29,23	273,18	374,04	283,44	
Apium	6,91	44,49	186,63	459,46	73,82	

Retención media de los diferentes solutos: fósforo (spr), nitrito (NO₂), amonio (NH₄), nitrato (NO₃) y carbono orgánico disuelto (DOC) para cada una de las especies vegetales consideradas: *Potamogeton pectinatus*, *Sparganium erectum* y *Apium nodiflorum*. En los canales control no se pusieron plantas, ahora bien en el momento del muestreo estaban colonizados por algas filamentosas y lenteja de agua. La variación de la concentración en cada canal se ha calculado como la concentración en la entrada menos la concentración en la salida. Valores positivos indican una disminución de la concentración a la salida del canal respecto la entrada (retención neta de soluto en el canal) mientras que valores negativos indican un aumento de la concentración a lo largo del canal (liberación neta del soluto en el canal). Cada especie vegetal se ha plantado en 3 canales diferentes (3 réplicas por especie) y en cada canal se han cogido 3 muestras de entrada y de salida (3 réplicas por canal). Para cada especie vegetal y soluto se muestran los valores medios y la variación (error estándar) por muestreo. Datos correspondientes al muestreo realizado el día 27 de Septiembre del 2019.

Retención de solutos



Conclusiones

1. En condiciones de agua bien oxigenada el amonio se transforma en nitratos y nitritos para la nitrificación.
2. Condiciones de anoxia deberían favorecer la eliminación de N a través de la desnitrificación.
3. Durante el día hay producción primaria, aumenta la concentración de oxígeno, se generan condiciones oxidantes y esto provoca un aumento del pH. A pH básicos, el P tiende a precipitar y el amonio pasa a amoníaco que se pierde en la atmósfera (amonificación).
4. Durante la noche hay respiración, baja la concentración de oxígeno, se generan condiciones reducidas y baja el pH provocando una resuspensión del P.
5. El *Apium nodiflorum* reduce las tasas de evapotranspiración, hecho de gran interés en la región mediterránea y en el contexto de la crisis climática ya que puede permitir una mayor tasa de reutilización del agua. Esto se une también a un elevado tiempo de residencia del agua que en principio puede favorecer procesos de depuración. Otro aspecto importante de esta especie es que se mantiene verde y activa todo el año.
6. El *Sparganium erectum* es la más eficiente de las especies trabajadas de retener nutrientes (sobre todo por el amonio) y materia orgánica disuelta.

Los resultados preliminares de este experimento sugieren que el *Sparganium* es una especie con potencial para ser utilizado en sistemas de depuración natural en la línea de los helófitos habituales como son el carrizo y el lirio amarillo. En zonas muy cálidas del *Apium nodiflorum* también puede ser una especie muy interesante. En el caso del *Potamogeton pectinatus* debido a que la carga de las aguas a tratar presenta muchos nutrientes, generan biofilm que afecta su capacidad por lo tanto no es una especie indicada en depuración de aguas grises aunque puede ser muy útil en aguas de baño ya que tiene buenos rendimientos sin tanto sustrato.