

Eje temático: Agua y gestión del recurso

Estrategia de Recuperación de un Sector de la Cuenca Matanza Riachuelo Mediante Fitorremediación Asistida por Microorganismos

Myriam Zawoznik¹; Roxana Bigi², Patricia L Marconi³, María Daniela Groppa^{1,4}

¹ Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires. ² Agencia de Protección Ambiental (APRA-CIFA), Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires. ³ Universidad Maimónides y CEBBAD, CONICET. ⁴ IQUIFIB-CONICET. **e-mail:** myriamz@ffyb.uba.ar

Resumen

Varios grupos de investigación trabajan desde hace tiempo con el fin de diseñar estrategias de saneamiento integral para la cuenca Matanza Riachuelo, que sean de bajo costo y buena aceptabilidad social. La implantación de humedales artificiales basados en especies macrófitas de diferente porte se presenta como una alternativa promisoría. En ese contexto se ha documentado que algunos microorganismos asociativos o endófitos podrían ser especialmente útiles para maximizar el crecimiento de tales especies, así como para optimizar la remoción de tóxicos orgánicos o inorgánicos y la recuperación de los niveles de O₂ disuelto en el agua. Sobre la base de esta idea, investigadores del CONICET, de la UBA y de la Agencia de Protección Ambiental del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires (APRA) han emprendido un trabajo colaborativo que apunta a diseñar una estrategia de fitorremediación asistida por microorganismos tomando como base el caso del arroyo Cildáñez.

Palabras claves: Macrófitas- Metales pesados-Oxígeno disuelto

Descripción de la experiencia

Con la intención de aplicar un enfoque ecológico integral y novedoso en lo referido a la restauración de los cursos de agua en la Ciudad de Buenos Aires surge este trabajo colaborativo entre investigadores del CONICET, la UBA y la Agencia de Protección Ambiental del GCBA (APRA). En lo inmediato, el proyecto pretende maximizar la acción fitorremediadora de un conjunto de humedales artificiales experimentales que están siendo instalados por APRA en un área próxima al lago Lugano, cercana a la desembocadura del arroyo Cildáñez, en el barrio porteño de Villa Soldati (**figura 1**).

El lago Lugano se alimenta del agua del citado arroyo, uno de los tantos que componen la cuenca Matanza Riachuelo (CMR). Esta cuenca presenta un importante grado de contaminación a causa de actividades domésticas e industriales; sus niveles actuales de oxígeno disuelto resultan críticos en ciertos puntos de la cuenca. En este sistema experimental, parte del agua del arroyo Cildáñez será derivada para circular por dichos humedales, luego de su paso por sedimentadores convencionales, en los cuales se aspira a retener cerca del 40% de la carga orgánica y del 70% de los sólidos en suspensión. Compondrán los humedales especies vegetales emergentes y flotantes, a fin de contribuir

intensamente a la oxigenación del sistema. Lograr niveles de O₂ disuelto por encima de los 8 mg/L es uno de los objetivos primarios (actualmente no superan los 2 mg/L).

En esta experiencia se propone integrar al sistema del humedal microorganismos que, en asociación con las raíces de las especies vegetales o en virtud de su colonización de ciertos micrositios dentro del sistema del humedal (por ejemplo, el lecho rocoso), faciliten la oxigenación del agua y la remoción de los contaminantes inorgánicos y orgánicos sobre la base de su perfil metabólico y su eventual interacción con la microbiota ahora dominante, compuesta sobre todo por bacterias coliformes y metanogénicas.

El trabajo de laboratorio que complementa lo que realiza APRA *in situ* comenzó de dos maneras. Por un lado, se evaluó en el CEBBAD (Universidad Maimónides) la acción de una cepa nativa de la microalga *Chlorella vulgaris* (inmovilizada en un soporte o físicamente confinada) como agente depurador en muestras de agua del lago Lugano. La microalga *Chlorella* ha sido utilizada en otros países para el tratamiento terciario de aguas residuales. Dada su plasticidad y elevada tasa de multiplicación, esta y otras microalgas han demostrado contribuir a la oxigenación de los cuerpos de agua y sobre todo a la disminución de los niveles de fósforo y nitrógeno tras las etapas iniciales del tratamiento de efluentes, pero su efecto sobre la remoción de otros elementos y de contaminantes orgánicos ha sido menos investigado. Por otro lado, se comenzó a investigar en la Cátedra de Química Biológica Vegetal de la FFYB de la UBA cuál es la microbiota asociada a dos macrófitas flotantes que a menudo se incluyen en los humedales con miras al saneamiento, *Pistia stratiotes* (repollito de agua) y *Salvinia biloba* (acordeón de agua). Se pretende identificar a esta población y luego caracterizarla en términos ecológicos (distribución en la planta y nichos de colonización, interacción con otros microorganismos) y metabólicos (utilización de compuestos orgánicos, tolerancia a metales pesados, capacidad de formar biofilms), para predecir su probable contribución en el sistema del humedal que se analiza.

Resultados y análisis

De un primer estudio focalizado en la determinación de los parámetros de crecimiento, se concluyó que el agua del lago Lugano permite la multiplicación de la microalga *Chlorella vulgaris*, con una tasa de crecimiento absoluto (μ) y un tiempo de duplicación (dt) similar al observado en el medio de cultivo sintético estándar (MS) cuando se empleó agua autoclavada, pero menor cuando se empleó agua no autoclavada (**tabla 1**). Esto estaría relacionado con la competencia ejercida por la carga microbiana presente en dichas muestras. Los ensayos realizados luego en fermentadores de 2 L bajo dos sistemas diferentes de disposición de la microalga, (a) inmovilizada en perlas de alginato o (b) confinada dentro de bolsas de diálisis (**figura 2**), con períodos de incubación de 14 días, apuntaron a determinar la eficiencia de remoción de nitratos, fósforo y metales pesados. De entre estos últimos, el Pb fue el que presentaba habitualmente concentraciones muy por encima de las permitidas (de alrededor del triple). Se lograron reducir significativamente los niveles de Pb (90%), Cd (65%), As y Cr (50%) en el sistema (a), con una producción de biomasa 61% mayor que en el sistema (b).

Respecto de la caracterización de la microbiota asociada al repollito de agua y al acordeón de agua, se efectuó un análisis diferenciado de la microbiota rizosférica endofítica o superficial recurriendo a un protocolo de desinfección de raíces. Se encontró que las raíces de *Salvinia biloba* poseían una variada comunidad endofítica, aunque poco

abundante (**figura 3**); contrariamente, *Pisitia stratiotes* presentó un único morfotipo de colonia en muy elevado número (**figura 4**). La comunidad superficial resultó más homogénea (**figura 5**) y estuvo representada fundamentalmente por bacilos Gram positivos. La identificación de estos organismos mediante secuenciación del gen 16S del ADNr, así como la capacidad de formar biopelícula y de producir ácido indol acético (hormona de crecimiento vegetal), se encuentran en marcha.

Figura 1



Tabla 1

sustrato	n°células/ml		
	medio MS	ALL-A	ALL-noA
0	145000,0	107421,9	145000,0
14	1789062,5	2239583,3	267578,1
RGR	117433,0	152297,2	8755,6
μ	13,5	13,8	11,6
dt	0,051	0,050	0,060

ALL-A: agua lago Lugano autoclavada

ALL-no A: agua lago Lugano no autoclavada



Figura 2

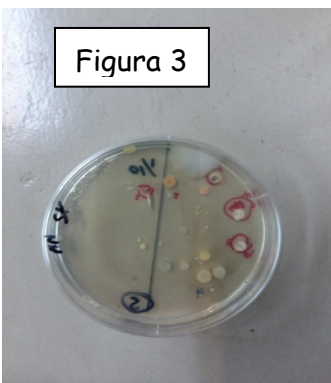


Figura 3

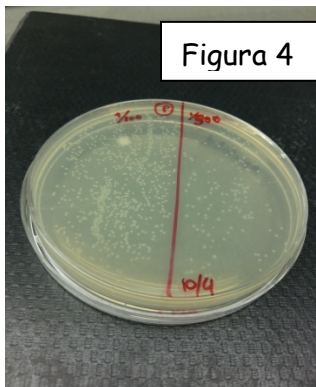


Figura 4

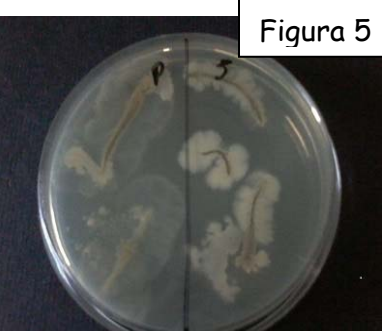


Figura 5