

Num. 6-2016-Art.3 | Fitorremediación; una alternativa para el saneamiento y conservación de recursos hídricos

Fitorremediación; una alternativa para el saneamiento y conservación de recursos hídricos

Renato Oquendo A.^{1*}, Eliana Boada C.²

¹ Docente FICAYA – UTN

² Técnico del laboratorio de Calidad de Agua Empresa Municipal de Agua Potable y Saneamiento Básico Pedro Moncayo

^{1*} Correspondiente: jroquendo@utn.edu.ec



Humedales naturales de *Typha latifolia* L en Yahuarcocha. Foto: Autores

Aspectos importantes

Los cuerpos de agua, como lagos, lagunas y embalses, son especialmente vulnerables a la contaminación. En la actualidad, el crecimiento demográfico y la industrialización

del territorio han provocado que las fuentes de agua de varias regiones del país se deterioren. El agua contaminada es el resultado de la combinación de los líquidos y/o desechos arrastrados en cada descarga procedente de casas, edificios comerciales, establecimientos industriales y aguas superficiales o de precipitación.

En el Ecuador, esta degradación ha causado que la mayoría de fuentes de agua dulce como ríos y esteros contengan sustancias nocivas, siendo necesaria la aplicación de varios tratamientos para su restauración.

Eichhornia crassipes, Lemna gibba y Azolla filiculoides, aplicadas en asociación o monocultivos en sistemas comunitarios y unifamiliares, en el proceso de remoción de contaminantes en aguas residuales domésticas

Sin embargo, existen pocas alternativas de tratamiento amigables con el medio ambiente que aseguren agua potable de calidad y generen residuos de bajo impacto (Ñique, 2004; Hofman, & Anné, 2006).

Los contaminantes más comunes de las aguas residuales incluyen tanto materia orgánica como inorgánica, sólidos disueltos y sólidos suspendidos provenientes de las aguas negras y grises, producto de las descargas urbanas y rurales. Otros contaminantes que constituyen estas aguas provenientes de actividades antrópicas pueden ser metales pesados como plomo, cadmio, mercurio, cromo y zinc. Finalmente el componente biológico que contamina estos cuerpos de agua comprende carga bacteriana, mohos, virus y protozoarios (Seoáñez, 1995).

Para poder realizar un tratamiento exitoso de las aguas residuales urbanas, se debe analizar la calidad del efluente, para esto se realiza una valoración de las propiedades físicas para medir parámetros como color, olor, turbidez, temperatura y valoraciones químicas como pH, conductividad, cantidad de materia orgánica, oxígeno disuelto y demanda química y bioquímica de oxígeno. Para realizar un análisis completo se

incluye la cantidad de coliformes totales de la muestra y el cultivo e identificación de microorganismos nocivos para la salud humana.

Al tener identificado el tipo de agua a tratarse, existen varios procesos de tratamiento de aguas residuales puestos en práctica en las plantas de depuración de agua, estos constan de tratamientos mecánicos, físicos, químicos y biológicos, que deben procurar después de su acción un producto libre de residuos y un agua apta para el uso humano o para riego. Sin embargo, su eficiencia se ve disminuida por el impacto ambiental que la infraestructura ocasiona al ecosistema.

Es así, que actualmente el avance tecnológico ha permitido desarrollar nuevos procesos de tratamiento que tomen en cuenta la sostenibilidad del ecosistema, la menor afectación al paisaje y un bajo impacto ambiental.



Sistema de tratamiento de aguas residuales mediante plantas con potencial fitorremediador.

Foto: Autores

Es decir, ya no se habla de grandes estructuras de hormigón, ni de amplias secuencias de operaciones unitarias. Esta vez se aprovecha el comportamiento y los beneficios de la naturaleza. Dentro de este nuevo conjunto de técnicas de tratamiento de aguas residuales se destacan la fitorremediación. Este proceso toma en cuenta la capacidad intrínseca de las plantas y bacterias nativas de degradar materia orgánica o acumular

metales pesados. El conocimiento y la manipulación de este tipo de proceso busca no alterar el nicho ecológico de cada individuo en el ecosistema sino potencializarlo en el tratamiento de agua contaminada y compuestos residuales (Arias, et al., 2010; Gutiérrez, et al., 2014).

Aplicación de la fitorremediación

La fitorremediación fue concebida como técnica ambiental en los años 80, interesante época en la que el ambiente era tomado en cuenta por primera vez como un medio y no solo como un recurso aprovechable. El potencial de la naturaleza para autorregularse finalmente se había descifrado. Es así como la fitorremediación surge como el proceso que aprovecha la capacidad de ciertas plantas y su biota para absorber, acumular, metabolizar, volatilizar o estabilizar contaminantes presentes en el suelo, aire, agua o sedimentos como: metales pesados, metales radioactivos, compuestos orgánicos y compuestos derivados del petróleo. Siendo a largo plazo superior en costo y aplicabilidad a las técnicas tradicionales de depuración (Ñique, 2004; Hofman, & Anné, 2006; Arias, et al., 2010).

Durante la fitorremediación, las plantas participan a través de relaciones simbióticas con microorganismos asociados que colaboran directa o indirectamente en los procesos de captación, transporte y desintoxicación de contaminantes. La relación planta-microorganismo es considerada ampliamente beneficiosa de modo mutuo pues los microorganismos colaboran en el efecto rizosférico, mejorando la supervivencia de las plantas y sus capacidades de la degradación y detoxificación de hidrocarburos de petróleo. La degradación acelerada de los contaminantes orgánicos por microorganismos en los suelos con plantas en comparación con los que no poseen plantas se ha demostrado de forma exitosa (Ñique, 2004; Hofman, & Anné, 2006).

En la fitorremediación se identifican varios tipos de procesos

que varían según los tipos de microorganismos o la parte de la planta que actúa en el proceso.



Recolección de muestras de bacterias de la rizósfera de la especie.

Foto: Autores

Especies potencialmente útiles

El término fitorremediación proviene del griego de Phyto que significa “planta” y remedium que significa “recuperar el equilibrio”. Bajo este contexto se tiene varias especies que trabajan como reguladoras del ecosistema. Dentro de ellas destaca *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms 1883 conocida como Lechuguin o Jacinto de agua, que es una planta de raíces acuáticas largas, con hojas y flores aéreas originaria de la cuenca del Amazonas. Crece en agua dulce tranquila o de ligero movimiento, siendo considerada anteriormente como maleza acuática. Es una de las especies más utilizadas en procesos de fitorremediación por su capacidad de absorción de metales pesados. Sin embargo, al proliferar de forma acelerada su control no es tan efectivo y ha sido necesario buscar otras especies con similares características de remoción de contaminantes. Así se tiene que las especies *Salvinia molesta*, *Pistia stratiotes*, *Lemna minor*, *Schoenoplectus californicus*, *Heliantus annuus*, y *Typha latifolia*, también pueden ser utilizadas bajo el mismo principio de la fitorremediación, con el precedente que son especies importantes fitoreguladoras de

los cuerpos de agua de forma natural y portadores de importantes microorganismos degradadores de sustancias nocivas (Arias, et. al., 2010, Gutiérrez, et. al., 2014).

T. latifolia ha sido reconocida como una especie idónea para humedales artificiales y procesos de fitorremediación por ser tolerante a altas concentraciones de metales, ser acumuladora de metales y ser una especie representativa en los ecosistemas lacustres de la zona de Imbabura. Esta especie se caracteriza por ser una planta acuática perenne, robusta, de una base dura, con raíces fibrosas, hojas reducidas y vainas de color café oscuro, lustrosas y casi siempre abiertas (Mercure, 2004).



Experimentación para comprobar la absorción de plomo en el rizoma de *T. latifolia*
Foto: Autores

Lugares expuestos a contaminación

En la actualidad se están realizando varios proyectos que buscan recuperar los cuerpos de agua de la región y a su vez mejorar la calidad de vida de la población del norte del país. Uno de estos proyectos se encuentra desarrollando en el Lago Yahuarcocha, donde se busca probar la capacidad de absorber

cantidades significativas de metales pesados y la evaluar la actividad de la microbiota simbiote que apoya la depuración del agua residual a través de los procesos metabólicos bacterianos, permitiendo la implementación de tecnologías biotecnológicas de fitorremediación en lugares expuestos a mayor contaminación en la laguna.

Estas investigaciones buscan recuperar el potencial de la laguna de Yahuarcocha, planteando estrategias biotecnológicas de remoción de contaminantes de interés tales como el plomo, mediante la identificación de consorcios bacterianos nativos presentes en la rizósfera de *T. latifolia* existentes en humedales del borde de la laguna. Se espera aislar consorcios que posean resistencia al plomo. Estos consorcios en estudio han sido sembrados inicialmente en medios Bacto Agar y Levadura Manitol Agar hasta su purificación. Posteriormente se realizarán 14 pruebas de caracterización morfológica y bioquímica a través de técnicas de tinción diferencial, cultivo en medios selectivos, pruebas de tolerancia a estrés por pH, salinidad, etc. Finalmente, se evaluará la resistencia frente al metal pesado: plomo; incluyendo el desarrollo de un ensayo de cinética de crecimiento de consorcios tolerantes vs. sustrato enriquecido con el contaminante. Con este ensayo también se busca comprobar la capacidad de bioacumulación y biotransformación de *T. latifolia* y sus organismos asociados. Con el establecimiento y ejecución del proyecto se pretende dar alternativas amigables con el ambiente para el tratamiento de aguas residuales producto de procesos de industrialización de las zonas aledañas, además de la conservación de los recursos hídricos en especial los lacustres que son de gran importancia en nuestra zona.