

DEPURACIÓN DE EFLUENTES CLOACALES CON VETIVER EN LA PROVINCIA DE LA RIOJA

Quintero, Claudia N.¹⁻²⁻³; **Díaz, Esteban**²⁻³; **Barbeito, Javier**²; **Agost Carreño, Mauricio**²; **Gordillo, Juan**²; **Rivera, Brenda**².

¹ Tesista Maestría Ingeniería Ambiental UTN.FRLR

² Dpto. Ingeniería Civil UTN-FRLR

³ Grupo GAIA – UTN-FRLR

e-mail: ingclaudiaquintero@yahoo.com.ar

Resumen. Considerando la permanente preocupación de proteger y mejorar el medio ambiente, es que se busca estudiar otras alternativas de tratamientos que, si bien no han sido desarrollada lo suficiente en el país, representa una solución técnica al tratamiento de los desagües cloacales domiciliarios.

La Fitodepuración es un conjunto de tecnologías sustentables que utilizan las plantas para reducir, degradar o inmovilizar compuestos orgánicos e inorgánicos contaminantes. El término de Humedales construidos es relativamente nuevo; sin embargo, el concepto es antiguo, pues se tiene conocimiento de que las antiguas culturas como son la China y la Egiptia utilizaban a los humedales naturales para la disposición de sus aguas residuales. (Brix H, 1994 a).

El trabajo por desarrollar se presenta como una alternativa de tratamiento de aguas residuales domésticas, con el empleo de Humedales Construidos (HC´s) o Wetlands, proponiendo en este caso el uso de pasto Vetiver (*Chrysopogon zizanioides*), con el fin de prever la posibilidad de replicar el sistema de depuración propuesto en distintas localidades de la provincia de La Rioja. La alternativa propuesta con HC´s es una tecnología de bajo costo, siendo el objetivo general del trabajo el evaluar la eficiencia del pasto vetiver (*Chrysopogon zizanioides*) en la remoción de los contaminantes orgánicos e inorgánicos en los efluentes cloacales.

En esta primera etapa como un primer avance de la investigación, y con la finalidad de probar la eficiencia de remoción en el tratamiento de los efluentes cloacales con pasto Vetiver, se instaló el sistema piloto de HC´s; de flujo libre con plantas flotantes. Para ello se procedió a ensamblar la planta piloto conformada por tanques de PVC interconectados. El líquido residual utilizado fue extraído de una estación de bombeo del sistema de desagües cloacales de un barrio la ciudad Capital. Las plantas fueron previamente aclimatadas a las condiciones ambientales del sistema piloto con tareas de preparación y adecuación de los plantines, e incorporadas a los recipientes que simulan los HC´s en diferentes cantidades.

Debido a inconvenientes con el desarrollo de los plantines en los tanques de la planta piloto, se decidió no realizar las mediciones de las concentraciones de parámetros en los afluentes y efluentes del sistema de tratamiento, por la incertidumbre que representarían sus valores. Por ello se tomó la determinación de empezar una nueva etapa de aclimatación y puesta en funcionamiento del sistema.

Palabras Claves: Depuración, Agua Residual, Vetiver.

1. Introducción

Considerando la necesidad constante de preservar y mejorar el medio ambiente, se están investigando alternativas de tratamiento que, si bien no han sido desarrollada lo suficiente en el país, representa una solución técnica al tratamiento de los desagües cloacales domiciliarios.

Estos sistemas de tratamiento de aguas residuales son opciones sustentables y amigables con el medio ambiente porque están diseñados para maximizar los procesos que ocurren en ambientes naturales. En este sentido, los HC's están incluidos en lo que se conoce como Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), herramientas apropiadas para lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) propuestos en la Agenda 2030 de las Naciones Unidas. La simplicidad de su operación, su capacidad para soportar cargas variables de efluentes y su capacidad para proporcionar beneficios adicionales en forma de servicios ecosistémicos hacen que los humedales sean particularmente adecuados para los desafíos actuales y emergentes.

Antes de ser vertidos, estos efluentes son tratados a través de varias técnicas fisicoquímicas y biológicas en los grandes centros urbanos. No obstante, en áreas rurales sin sistemas de desagüe cloacal y/o plantas de tratamiento, el destino de estos líquidos residuales se vuelve cada vez más importante. Construir humedales es una alternativa a un manejo adecuado y sostenible de los mismos.

La Fitodepuración es un conjunto de tecnologías sustentables que utilizan las plantas para reducir, degradar o inmovilizar compuestos orgánicos e inorgánicos contaminantes. El término de Humedales construidos es relativamente nuevo; sin embargo, el concepto es antiguo, pues se tiene conocimiento de que las antiguas culturas como son la China y la Egiptia utilizaban a los humedales naturales para la disposición de sus aguas residuales. (Brix H, 1994 a).

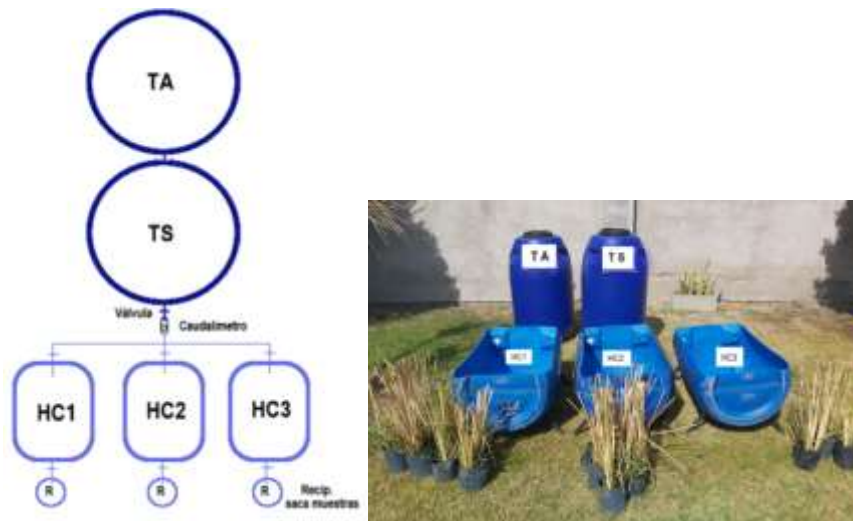
El proyecto en desarrollo se ofrece como una opción para el tratamiento de aguas residuales domésticas, mediante la implementación de Ecosistemas Acuáticos Artificiales (HC's) o Húmedales, proponiendo en este caso la utilización de pasto Vetiver (*Chrysopogon zizanioides*), con el propósito de anticipar la viabilidad de reproducir el sistema de purificación dispuesto en diversas localidades de la provincia de La Rioja. El objetivo general del estudio es evaluar la eficiencia del pasto vetiver (*Chrysopogon zizanioides*) en la eliminación de contaminantes orgánicos e inorgánicos en los efluentes cloacales, siendo esta alternativa propuesta con HC's una tecnología de bajo costo.

2. Materiales y métodos

Para el ensamblado de la Planta a Escala se procedió a materializar un modelo físico a escala con tanques construidos de PVC. El sistema está formado por cinco contenedores, un tanque de alimentación (TA), un tanque séptico (TS) y tres contenedores que representan los HC's a flujo libre los cuales poseen las siguientes dimensiones: 0,85 m de largo; 0,50 m de ancho y 0,40 m de profundidad (ver Esquema y Figura N°1).

Según se observa en la secuencia de fotografías, los sistemas individuales están constituidos, en principio por un recipiente de material plástico e interconectado, a

través de cañerías y accesorios correspondientes. A la salida de cada contenedor se instaló una llave de paso que permitirá la toma de muestras de agua y así evaluar el funcionamiento y la eficiencia de remoción por separado, además de controlar el caudal de agua que ingresa al sistema. (Figura N°2).



Esquema y Figura N°1. Planta Piloto – Componentes



Figura N°2. Planta Piloto – Tareas de armado previas.

Para adaptar las plantas a las condiciones ambientales del sistema piloto, se realizaron tareas de preparación y adecuación de plantines. Luego, las plantas se incorporaron a los recipientes que simulan HC's. En cada uno de ellos se colocaron diferentes cantidades de plantas de vetiver con un sistema simple de flotación en proporción de 3-5-7 respectivamente, y todas las plantas tenían una talla de aproximadamente 30 cm; mediante la dosificación manual se alimenta desde el tanque (TS) conteniendo el agua residual pretratada. (Figura N°3). En esta etapa, se utiliza un líquido limpio durante 15 a 20 días. Luego, como se indica en la bibliografía, se comienza a agregar gradualmente el líquido cloacal.

El líquido residual para utilizar en este estudio e incorporado a la planta piloto fue extraído de una estación de bombeo de un barrio la ciudad Capital operada por la empresa Aguas Riojanas SAU, y que forma parte del sistema general de desagües cloacales. (Figura N°4)



Figura N°3. Planta Piloto – Tareas de armado para aclimatación.



Figura N°4. Estación de Bombeo

Con la finalidad de probar la eficiencia de remoción en el tratamiento de los efluentes cloacales, las determinaciones de parámetros a evaluar directamente en planta piloto serán: pH, Temperatura, Conductividad Eléctrica (C.E.) y Oxígeno Disuelto (O.D.)

Las determinaciones de parámetros en Laboratorio serán: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Sólidos Suspendedos Totales (SST), - Nutrientes (Nitrógeno y/o Fosforo), y microbiológicos: Coliformes termotolerantes o fecales.

3. Resultados y Discusión

En el desarrollo del ensayo durante el periodo de aclimatación se produjeron problemas con el desarrollo de los plantines en los tanques de la planta piloto perdiendo un gran porcentaje de estas, lo que llevó una fase de consultas y discusiones sobre las causas y posibles soluciones.

Complementariamente a lo anterior se enfrentó la circunstancia de que no es abundante la bibliografía y antecedentes publicados sobre este tipo de tratamientos de HC's con un sistema de plantines de (*Chrysopogon zizanioides*) vetiver en flotación.

Al tener más incertidumbres que certezas se hará una serie de modificaciones a prueba y error en cuanto a las condiciones de ensayo, particularmente a la aclimatación de la especie.

Por lo tanto, se optó por no llevar a cabo las mediciones de las concentraciones de parámetros en los afluentes y efluentes del sistema de tratamiento, tal cual estaban pautadas, debido principalmente a la falta de certeza en los valores que representarían. En consecuencia, se tomó la determinación de empezar una nueva etapa de aclimatación y puesta en funcionamiento del sistema con nuevos plantines.

4. Conclusiones

Los inconvenientes que se observaron en esta fase dieron como resultado el no poder seguir adelante con lo establecido en el plan de avance de la investigación propiamente dicha con la finalidad de probar la eficiencia de remoción en el tratamiento de los efluentes cloacales.

Sin embargo, deja como aprendizaje la importancia de cada una de las etapas de la puesta en marcha de una planta piloto en el desarrollo de este tipo de estudio de investigación.

Sobre todo, primordialmente lo referente a la preparación previa y aclimatación cuando se trabaja con este tipo de especies como el pasto Vetiver (*Chrysopogon zizanioides*).

Finalmente, con una nueva fase de aclimatación y puesta en funcionamiento, avalar la necesidad de proseguir la investigación en lo referente a la probar la eficiencia de remoción para obtener resultados confiables y comparables.

5. Referencias

- Alvarado Granados Alejandro R. (coord.), 2012: Experiencia en el Tratamiento de aguas residuales en el Estado de México. México, Universidad Autónoma del Estado de México.
- BIOVIDA - Centro de Biotecnología Vegetal Riojana - Agrogenética Riojana S.A.P.E.M. 2019.
- Boffil, Sinaí y otros, 2009: "Desarrollo Local Sostenible a partir del Manejo Integrado en el Parque Nacional Caguanes de Yaguajay" en revista Desarrollo Local Sostenible, Grupo Eumed.net y Red Académica Iberoamericana Local Global. Vol 2, N° 4. Cuba: www.eumed.net/rev/delos/04/.

- Brix, Hans 1994 "Uso de humedales artificiales en el control de la contaminación del agua: desarrollo histórico, estado actual y perspectivas futuras". *Water Sci. Technol.* (1994) 30 (8): 209-223.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), 2007: Programa de Sustentabilidad Hídrica del Valle de México, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), México.
- Crites, R.W., G. Tchobanoglous (1998). *Small and decentralized wastewater management systems*. Boston: McGraw-Hill.
- Díaz, C., Romero, J., (2013). Evaluación de la remoción de DBO, DQO, SST, NTK, PT y CF en un humedal de flujo subsuperficial construido con carbón mineral y cultivado con *Zantedeschia aethiopica*. Colombia. *Revista Escuela Colombiana de Ingeniería* ISSN: 0121-5132. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería, v. 1 No. 89 pp.29-37.
- Dunbabin, J., & Bowmer, K. (1992). Uso potencial de humedales artificiales para tratamiento de aguas residuales industriales que contienen metales. *Science of the Total Environment*. 151-168.
- García T, Rodríguez M, 2005: Diseño construcción y evaluación preliminar de un humedal de flujo subsuperficial. *Revista de Ingenierías*. Universidad de los Andes. Santafé de Bogotá. 11 p. Disponible en: <http://hdl.handle.net/1992/760>.
- Ley Provincial N°: 6281/96. (1996) - Marco Regulador del Servicio de Agua Potable y Desagües Cloacales en la Provincia de La Rioja y sus modificatorias Leyes N°6308/97; N°6349/97 y N°7173/01.
- Lishenga, I. (2015). Eficacia de los sistemas de vetiver hidropónicos y de suelo en el Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas. *Revista International Journal of Pure and Applied Sciences and Technology*. Vol. 26. p 53-63
- Llagas W, Gómez E. 2006: Diseño de humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales en la UNMSM. *Revista del Instituto de Investigaciones*.17:12 p.
- Maine, M. A., Sánchez, G. C., Hadad, H. R., Caffaratti, S. E., Pedro, M. C., Di Luca, G. A., & Mufarrege, M. M. (2016). Humedales construidos para tratamiento de efluentes de industrias metalúrgicas en Santa Fe, Argentina. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 7(1), 5-16.
- Meftcalf And Eddy. *Ingeniería de aguas residuales Tratamiento vertido y reutilización*. McGraw Hill/ Interamericana de España 1995.
- Residuales (2010). *Transferencia de conocimiento a Latinoamérica*. Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira - Colombia.
- Schierano, M.C., Maine, M. A. Y Panigatti, M. C. (2017). Tratamiento de aguas residuales de granjas lecheras utilizando humedales de flujo subterráneo horizontal con *Typha domingensis* y diferentes sustratos. *Tecnología ambiental*, 38 (2), 192-198.
- Tchobanoglous G., Rivas Hernández A. *Memorias de la III Conferencia Panamericana de Sistemas de Humedales para el Tratamiento y Mejoramiento de la Calidad del Agua*, 2016; editado por H. R. Hadad; M. A. Maine. 1a ed. Santa Fe: Universidad Nacional del Litoral.
- Truong, P., Tan Van, T, y E. Pinner. *Aplicaciones del Sistema Vetiver. Manual Técnico de Referencia*. Publicado por The Vetiver Network International (2009). A.P.E.M. 2019.