

INFLUENCIA DE LOS FACTORES BIÓTICOS EN HUMEDALES ARTIFICIALES

Regiluz Mancera De La Cruz^{1*}, Abigail Camargo Avila², Harold Cohen Padilla³ y Maicol Ahumado Monterrosa⁴

^{1,2,3,4} Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco – Cartagena de Indias, Colombia

*Autor de correspondencia: rmancera@tecnocomfenalco.edu.co

Recibido Mayo 2016; Aceptado Agosto 2016

Resumen - Se analizó el comportamiento e influencia de las plantas y microorganismos en el diseño de humedales artificiales de flujo subsuperficial. Para ello, se llevó a cabo una metodología mixta, donde se combinaron enfoques de investigación cualitativa y cuantitativa, en esta se realizó una revisión bibliográfica acerca de los humedales artificiales de flujo subsuperficial; además se llevó a cabo toma de muestras de agua y suelo en dos puntos del humedal, para realizar análisis microbiológicos y físicoquímicos se tuvieron en cuenta sus componentes y funcionamiento. A partir de aquí se observó que las plantas *Phragmites australis* (Carrizo) y *Cyperus* (Juncos) presentan buen rendimiento en cuanto a la remoción de SST, DBO, DQO, CF. En general se registró que el tiempo de retención óptimo es de 5 días para los diferentes análisis: DBO, DQO, Fósforo, Nitrógeno, SS. En cuanto a los microbiológicos se obtuvo para Coliformes totales en la muestra de entrada de agua 23 x10 NMP/100 ml y en la salida del agua de 31,00 NMP/100 ml, lo que indica una reducción muy favorable. Se concluyó que tanto la vegetación, como los microorganismos presentes (bacterias) son imprescindibles en el proceso de depuración de los humedales artificiales, ya que proporcionan mayor cantidad de oxígeno al humedal y así se favorecen los procesos de amonificación, nitrificación por parte de bacterias y la disminución en el número de Coliformes.

Palabras Clave: Aguas residuales, Capacidad depuradora, Factores bióticos, Humedales artificiales.

INFLUENCE OF BIOTIC FACTORS ON ARTIFICIAL WETLANDS

Abstract - The behavior and influence of plants and microorganisms in the design of artificial subsurface flow wetlands was analyzed. For this, a mixed methodology was carried out, where qualitative and quantitative research approaches were combined. In this, a bibliographic review was carried out about artificial subsurface flow wetlands; in addition, water and soil samples were taken at two points in the wetland, to carry out microbiological and physicochemical analyzes, taking into account its components and operation. From here it was observed that the plants *Phragmites australis* (Carrizo) and *Cyperus* (Juncos) present good performance regarding the removal of SST, BOD, COD, CF. In general, the optimal retention time was recorded to be 5 days for the different analyzes: BOD, COD, Phosphorus, Nitrogen, SS. Regarding the microbiologicals, it was obtained for total Coliforms in the water inlet sample 23 x10 NMP / 100 ml and in the water outlet of 31.00 NMP / 100 ml, indicating a very favorable reduction. It was concluded that both the vegetation and the microorganisms present (bacteria) are essential in the purification process of artificial wetlands, since they provide greater amount of oxygen to the wetland and thus favor ammonification, nitrification processes by bacteria and the decrease in the number of Coliforms.

Keywords: Wastewater, Treatment capacity, Biotic factors, Artificial wetlands.

Introducción

La tendencia del mundo en general, donde se persigue nuevas alternativas y propuestas que permitan la armonía y el equilibrio para conseguir una sana convivencia entre todos los elementos que conforman la naturaleza, se ha tenido en cuenta el diseño de humedales artificiales, debido a que se convierten en una buena opción para el tratamiento de aguas residuales porque presentan bajos costos, requieren poca energía, pueden funcionar en diferentes climas y tienen un rango amplio en cuanto a la eliminación de contaminantes (Acosta et al., 2016; Gallegos et al., 2016; Jaramillo et al., 2016; Vizcaino & Fuentes, 2016).

Esta tecnología, ha sido implementada por varios investigadores en Colombia, entre las cuales son citadas por Cuellar et al. (2016), humedal construido en Cenicafe en Chinchiná, en San Andrés un humedal de flujo vertical. También se ha aplicado en modificaciones al conjunto de tanque séptico, filtro anaerobio de flujo ascendente y humedales artificiales de flujo subsuperficial para el tratamiento de aguas residuales domésticas en pequeños municipios, como Florida (Villegas et al., 2006).

En relación con este tópico, se observa que las investigaciones realizadas sobre la depuración en humedales artificiales presentan poca información acerca de la influencia de los factores bióticos en el proceso, los que lo abordan, muestran métodos mecanísticos y no mecanísticos para medir el rendimiento y eficiencia del proceso en el diseño de estos humedales, resumiendo la función de los factores bióticos a un solo parámetro, el cual es K, pero sucede que K no solo representa estos factores, sino también a los químicos, lo cual enmascara la importancia de los factores bióticos (Amabilis et al., 2016; Bacaicoa, 2016; Marín, 2016;).

Es importante abordar este problema, debido a que la medición de la influencia de los factores bióticos en la depuración de humedales artificiales, permitiría desarrollar procesos para mejorar el rendimiento de remoción del mismo, relacionar la cantidad de contaminantes presentes antes y después del tratamiento para saber en cuánto lo disminuye y sea beneficiado el ecosistema que está alrededor del humedal.

Metodología

Tipo de investigación

Se desarrolló bajo una metodología mixta, donde se combinaron enfoques de investigación cualitativa y cuantitativa. Por una parte, se realizó una revisión bibliográfica acerca de las teorías relacionadas con los humedales artificiales de flujo subsuperficial, en la que se analizaron los muestreos realizados en los diferentes artículos, como también las características y condiciones de éstos con el grado de remoción de los factores bióticos (microorganismos y plantas). Por otra parte, se llevó a cabo toma de muestras de agua y suelo en dos puntos del humedal del proyecto de investigación de la Universidad de Cartagena para realizar análisis microbiológicos y fisicoquímicos.

Etapas de la investigación

Para el desarrollo del proyecto se hizo necesario realizar varias etapas, las cuales fueron:

1. Revisión bibliográfica: Esta etapa inició en julio de 2015 a través de artículos científicos, libros y otras fuentes, siendo necesario buscar nueva información una vez fue requerida, con el fin de complementar y culminar el trabajo.
2. Análisis de la información: comenzó en agosto de 2015, teniendo en cuenta la información teórica y experimental, el análisis se retomó en varias oportunidades, de acuerdo a los requerimientos del proyecto.
3. Asesoría: inició en la primera etapa del proyecto, con el apoyo del director de la monografía y sugerencias de tutores, presentando continuidad durante todo el proceso de elaboración del proyecto.
4. Organización del proyecto: Después de realizar las etapas anteriores se organizó la propuesta y luego el documento final, para ser presentados.
5. Presentación del proyecto: una vez culminado el proceso de elaboración del proyecto, fue presentada la propuesta en primera instancia y luego el documento final, llevando a cabo las correcciones pertinentes.

Fuentes de recolección de la información

Para llevar a cabo el proyecto fue necesario recolectar información, dentro de la cual se encuentran dos tipos; primaria y secundaria.

Fuentes primarias: Se tuvo en cuenta el Humedal artificial de la investigación que adelanta la Universidad de Cartagena, en el cual se desarrolló una observación estructurada o formalizada, que permitió de antemano determinar lo que se pretendía averiguar.

Fuentes secundarias: Se tuvo en cuenta la biblioteca, como una opción que se presenta al investigador, sobre todo referida a libros, revistas científicas y artículos científicos. También las redes informáticas hicieron posible una búsqueda sistemática de materiales bibliográficos pertinentes. se recolectó la información teniendo en cuenta bibliografía recomendada o trabajos consultados sobre el tema. Concluido el trabajo de la organización bibliográfica, se hizo cotejo y evaluación de las fuentes, análisis, síntesis y redacción del informe de investigación.

Resultados

Metabolismo bacteriano y su función en el humedal

En los análisis realizados a las muestras de agua y suelo del humedal artificial subsuperficial de flujo vertical presente en la Universidad de Cartagena, la toma de muestra estuvo a cargo del investigador y la realización de los análisis por parte del laboratorio de Calidad Ambiental, obteniéndose el siguiente informe:

Tabla 1: Análisis Microbiológicos

Parámetros	Unidades	Métodos	Entrada de agua	Salida de agua	Límite de detección	Fecha realización análisis
Coliformes totales	NMP/100ml	Tubos múltiples	23x10	31.00	NA	9/06/11

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2: Análisis Físicoquímicos

Parámetros	Unidades	Métodos	Tanque n°1	Tanque n°2	Límite de detección	Fecha realización análisis
Nitratos	mg/Kg	S.M 4500-NO ₃ - E	12.80	< LD	0.0118	13/06/11
Nitritos	mg/Kg	S.M 4500-NO ₂	2.96	4.17	0.0022	06/13/11

Fuente: Elaboración propia

Vegetación

Es interesante seleccionar la especie de vegetal a utilizar, dependiendo esto del clima del lugar y de las características físicoquímicas del agua a tratar, para el Humedal de las instalaciones de las Universidad de Cartagena que pertenece a la categoría subsuperficial vertical, es una buena opción la especie *Thypha sp*, debido a su rango de temperatura de crecimiento 12 a 24, rango de pH de 4 a 10 y salinidad tolerable de 30ppt, aunque no crece muy profunda, presenta buen resultado en remoción de Coliformes Fecales, pero se puede tener en cuenta la combinación de especies por ejemplo con *Scirpus sp*, para un mayor rendimiento en cuanto el nivel de amoníaco, ya que entre más profunda crecen sus raíces, mayor es la remoción (González et al., 2016; Guevara et al., 2016; Silván et al., 2016; Martínez et al., 2010). En cuanto a los resultados físicoquímicos, se tiene en cuenta lo siguiente: bacterias nitrificantes permiten la conversión del amoníaco a nitritos o nitratos, por medio de sus enzimas. Caso contrario ocurre con los nitritos, en el tanque n° 2 se puede observar un aumento en la concentración de nitritos donde se obtuvo una valor de 2.96 mg/Kg a 4.17 mg/Kg en la muestra n°1 y n°2 respectivamente, puede deberse esto a que el sistema no removió este tipo de nitrógeno y el proceso de nitrificación produjo nitritos. Coincidiendo con otras investigaciones, como lo fue por Chafloque & Gómez (2006) para tratamiento de aguas residuales por un sistema piloto de humedales artificiales en la cual se explica el aumento de los nitritos, debido a la posibilidad de zonas anaerobias en el humedal, lo cual no es óptimo para la reducción de esta forma de nitrógeno.

Conclusiones

De acuerdo al informe microbiológico, se puede observar la alta reducción en cuanto a Coliformes totales, lo que evidencia un óptimo rendimiento en el proceso efectuado en el humedal, siendo de esta forma relevante porque este tipo de bacterias están asociadas con origen en el tracto intestinal de animales y hombre, y otros ambientes como suelo y agua, debido a que el agua tratada procede de los sanitarios ubicados en las instalaciones de la Universidad de Cartagena, fue necesario realizar este tipo de análisis, ya que estas bacterias son indicadoras de contaminación, los géneros que clasifican en este grupo son: *Escherichiasp*, *Klebsiellasp*, *Enterobactersp* entre otros. Al observar el valor en la primera muestra de agua (entrada del agua, procedente del primer tanque de proceso en el humedal), donde se registró un valor de 23x10 NMP/100ml y en la segunda muestra de agua (procedente del grifo final del agua) dando un valor de 31.00 NMP /100mL, se puede determinar un nivel alto de reducción en este tipo de bacterias. Aunque el nivel final de Coliformes no es el óptimo, el sistema presenta un buen rendimiento.

Referencias

- Acosta, C. M., Silván, R. S., Ocaña, G. L., Margulis, R. G. B., & Cerino, M. J. R. (2016). Tratamiento de aguas residuales por humedales artificiales tropicales en Tabasco, México. *CIBA Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias*. 5(10), 1-20.
- Amabilis, L. E., Siebe, C., Moeller-Chávez, G., & Durán-Domínguez-de-Bazúa, M. D. C. (2016). Remoción de mercurio por *Phragmites australis* empleada como barrera biológica en humedales artificiales inoculados con cepas tolerantes a metales pesados. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. 32(1), 47-53.
- Bacaicoa, R. C. (2016). Integración de la técnica de depuración de aguas residuales mediante humedales con los sistemas de recirculación para la acuicultura. *Revista AquaTIC*, (37).
- Chafloque, W. A. L., & Gómez, E. G. (2006). Diseño de humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales en la UNMSM. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica*. 9(17), 85-96.
- Cuellar, J. A., Arteaga-Guzmán, E., Bernal-Arriero, L., Campo-Garnica, A., Capera, D., Ocampo, C., ... & Sánchez, F. (2016). Composición y riqueza de odonatos en tres humedales artificiales suburbanos en Cajicá, Cundinamarca, Colombia. *Revista Biodiversidad Neotropical*. 6(2), 164-170.
- Gallegos, A., Aguilar, L., Campos, I., Caro, P., Sahuquillo, S., Pérez, C., ... & Morato, J. (2016). TIC para la determinación de los parámetros operacionales de humedales construidos diseñados para el tratamiento de aguas contaminadas por nitratos. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 15(28), 53-70.
- González, B., Torrealba, G., Cuicas, E. C. L., Sierra, M. G. P., Quintero, L. R. M., & Sierra, M. C. P. (2016). Evaluación de un humedal artificial como tratamiento para efluentes sintéticos de tenería. *Novum Scientiarum*, (4).
- Guevara, L. P. B., Arias, C. E. C., Plata, D. P., & Calderón, D. F. F. (2016). Construcción y evaluación de la eficiencia de dos prototipos de humedal artificial para el tratamiento de aguas residuales domésticas provenientes de la Universidad El Bosque. *Revista de Tecnología*, 15(2), 161-170.
- Jaramillo, M. L., Agudelo-Cadavid, R. M., & Peñuela-Mesa, G. A. (2016). Optimization of wastewater treatment from a flower crops using a horizontal sub-surface flow constructed wetland. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*. 34(1), 20-29.
- Marín, J. L. (2016). Remoción de contaminantes de aguas residuales por medio de humedales artificiales establecidos en el municipio de Actopan, Veracruz, México. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 15(2), 553-563.

Martínez, S. A. A., Toro, F. M. B., Rojas, G. G., Giraldo, J. P. S., & Ángel, M. L. H. (2010). Fitorremediación con humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales porcinas. *Informador Técnico*, (74), 12-22.

Silván, R. S., Ocaña, G. L., Margulis, R. G. B., Barajas, J. R. H., & Cerino, M. J. R. (2016). Evaluación de humedales artificiales de flujo libre y subsuperficial en la remoción de contaminantes de aguas residuales utilizando diferentes especies de vegetación macrófita. *Interciencia*, 41(1), 40-47.

Villegas, J, Guerrero Erazo, J, Castaño Rojas, J, & Paredes Cuervo, D. (2006). Septic Tank (ST)-Up Flow Anaerobic Filter (UFAF)-Subsurface Flow Constructed Wetland (SSF-CW) systems aimed at wastewater treatment in small localities in Colombia. *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Universidad del Zulia*. 29(3), 269-281.

Vizcaino, L., & Fuentes Molina, N. (2016). Efectos de *Eisenia foetida* y *Eichhornia crassipes* en la remoción de materia orgánica, nutrientes y coliformes en efluentes domésticos. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*. 19(1), 189-198.