



ELIMINACIÓN DE ORGANISMOS PATÓGENOS EN HUMEDALES ARTIFICIALES QUE TRATAN AGUAS RESIDUALES A ESCALA PROTOTIPO

Sandra Guzmán-Aguirre, Raúl Horacio Camarillo-López, Adriana G. Mejía-Chávez, Rolando Salvador García-Gómez, Carmen Durán-de-Bazúa, Programa de Ingeniería Química Ambiental y de Química Ambiental, Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México, Edif. "E", Lab. 301, 04510 México, D.F. Tel. (+52) 55-5622-5300 to 04. Fax (+52) 55-5622-5303, correo electrónico (e-mail): mcduran@servidor.unam.mx

Palabras clave: Organismos patógenos, humedales artificiales, aguas residuales

Introducción

Los principales contaminantes del agua entran en las siguientes categorías: Nitrógeno, Fósforo, metales pesados, trazas orgánicas y microorganismos patógenos. Entre los patógenos están las bacterias, virus, protozoos y helmintos. Entre las alternativas para el tratamiento de aguas residuales están: Lagunas de oxidación, filtros biológicos, lodos activados, reactores de biodiscos y humedales artificiales. Estos últimos son áreas que se encuentran saturadas por aguas superficiales o subterráneas con una frecuencia y duración tales que sean suficientes para la depuración del agua. Se han realizado investigaciones donde se plantea que los sistemas de humedales artificiales usados en la depuración de aguas residuales sanitarias y mixtas permiten la eliminación de microorganismos patógenos, medidos en forma global como UFC o NMP, e incluso que pueden usarse técnicas moleculares basadas en 16S rDNA para ver los efectos de las diferentes características de los humedales artificiales como medio de soporte, tipo de plantas, etc. (1). El objetivo de esta primera parte de la investigación es evaluar la bondad de estos sistemas en las condiciones de la Ciudad de México para eliminar organismos patógenos medidos como NMP/100 mL.

Metodología

Se realizó un análisis microbiológico de dos humedales artificiales, uno de flujo vertical, HAFV y otro de flujo horizontal, HAFH (Tabla 1). Se determinaron, como indicadores, coliformes totales y fecales, así como *Salmonella sp* como microorganismo patógeno y huevos de helminto como iniciador de problemas de salud, siguiendo las metodologías estándar, de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-112-SSA1-1994 (2), en la entrada y salida de los sistemas. Se determinó su eficiencia de eliminación en ambos humedales.

Resultados y discusión

Se obtuvieron valores iniciales y finales promedio de 2.15 y 2.46×10^6 y de 606 y 718 NMP/100mL para el HAFV y el HAFH, respectivamente, para coliformes fecales. La reducción fue de casi 4 "logaritmos", pero excede de 240 NMP/100mL para uso directo, aunque cumple con la normatividad para agua de riego (contacto indirecto), que es de 1000 NMP/100mL. Los valores para *Salmonella* fueron de 1.87 y 0.83×10^5 UFC/mL a la entrada de los HAFV y HAFH y de 116 a 200 y de 100 a 383 UFC/mL a la salida. Estos valores no son deseables, aunque no haya normatividad

al respecto. Los valores iniciales promedio obtenidos para huevos de helminto fueron de 6 y 11, para el HAFV y HAFH, respectivamente y de 1 huevo de helminto como valor final para ambos humedales.

Tabla 1. Características de los humedales artificiales en estudio (2-4)

Características	Humedal artificial de flujo horizontal, HAFH (Viveros de Coyoacán)	Humedal artificial de flujo vertical, HAFV (Zona Cultural de Ciudad Universitaria)
Área, m ²	75	15
Tipo de agua residual	Mixta (Sanitaria, de servicios e industrial)	Sanitaria
Flujo, m ³ /d	5.37	0.45
Tiempo de residencia hidráulico, TRH, d	5.3	4.8
Plantas sembradas	Carrizos y papiros	Carrizos, tules y zacatules
Contaminantes medidos como demanda química de oxígeno total, mgDQO/L	450	800
Eficiencia de remoción de DQOt	60	80

Conclusiones

Aunque las remociones de organismos indicadores y patógenos fueron muy altas y, en el caso de huevos de helminto sí cumplen con la norma para destinar esta agua para contacto directo, es recomendable un tratamiento posterior para garantizar su inocuidad.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo financiero al Proyecto Clave 00-06-016-V del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, de la Delegación Regional Oriente Golfo (Tabasco y Veracruz), Depuración de aguas residuales domésticas usando humedales artificiales.

Bibliografía

- (1) Vacca, G., Wand' h., Nikolausz, M., Kuschk P., Kästner, M. (2005). Effect of plants and filter materials on bacteria removal in pilot-scale constructed wetlands. *Water Res.*, 39(7):1361-1373.
- (2) García-Vázquez, L. (2005). Uso de reactores biológicos (humedales artificiales de flujo vertical) para depurar aguas residuales de tipo sanitario. *Tesis profesional*. Facultad de Ingeniería Química, BUAP. Puebla, Pue. México.
- (3) Guzmán-Aguirre, S. (2004). Evaluación de sistemas de humedales artificiales como depuradores de aguas residuales mediante la eliminación de microorganismos patógenos. *Tesis profesional*. Facultad de Química, UNAM. México D.F. México.
- (4) Rodríguez-Cruz, A., Varela-Montellano, E. (2003). Comportamiento dinámico de dos sistemas de tratamiento de aguas residuales de tipo humedal artificial de flujo horizontal y vertical. *Tesis profesional*. UNAM, FES-Z. México D.F. México.