

BIODIGESTORES: UNA ALTERNATIVA DE APROVECHAMIENTO INTEGRAL DE AGUAS RESIDUALES

BIODIGESTERS: AN ALTERNATIVE OF INTEGRAL USED OF WASTER WATER

J. A Chávez Rivero¹, A. Pedroza Sandoval², A. Maldonado Cabrera³

¹⁻² Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo. ³ Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Coahuila.

RESUMEN. Se montó una planta piloto dentro de las instalaciones de la Universidad Juárez del Estado de Durango, para el estudio de la remoción de materia orgánica de aguas residuales de la planta procesadora de pollo Tyson S.A. de C.V., con un biofiltro de soporte a base de cardenche (*Opuntia imbricata*,) y asociaciones de diversos microorganismos. Se varió el caudal de agua residual para probar cuatro cargas orgánicas (25, 12, 8 y 5 g de Demanda Química de Oxígeno DQO m⁻²•d), estableciendo sistemas de muestreo continuo en influente y efluente para formar muestras compuestas diarias durante dos semanas por cada carga orgánica. Hasta el momento la investigación está en su fase preliminar y se ha comenzado con el diseño, recolección del soporte, construcción y armado del biodigestor, así como la colonización de los microorganismos en el soporte.

Palabras Clave: Biofiltro, biopelícula, agua residual, influente, efluente, soporte, D.Q.O.

SUMMARY. It has been mounted so far a pilot plant within the premises of the University Juarez the Estate of Durango, for the study of the removal of organic material from domestic wastewater and the Tyson chicken processing plant S.A. De C.V., a biofilter with a support base cardenche (*Opuntia imbricata*), and associations of various microorganisms. It changed the flow of wastewater to test four organic loads (25.12, 8 and 5 g Oxygen Chemical Demand OChD m⁻²•d), establishing systems of continuous sampling in influent and effluent to form composite samples daily for two weeks for each organic load. So far in this investigation has begun with the design, collection of support, construction and assembly of biodigester, as well as the colonization of microorganisms on the stand.

Key Words: Biofilter, biofilms, wastewater, influent, effluent, support, OChD.

INTRODUCCIÓN

El problema de la degradación del medio ambiente comenzó con el inicio de la revolución científica y la industrial, mismas que han provocado desde su origen grandes beneficios a la humanidad en general pero que también han afectado grandemente entorno ecológico debido al empleo de grandes cantidades de recursos naturales para el desarrollo de los procesos industriales y a la producción enorme y constante de los desechos arrojados al aire, agua y suelo

Tradicionalmente en México el tratamiento biológico de aguas residuales se ha efectuado empleando procesos y sistemas aerobios, tales como lodos activados, lagunas aireadas y filtros percoladores. Sistemas que se caracterizan por la acción de bacterias y otros organismos que requieren de aire para su

existencia, razón por la cual uno de los factores más importantes en este caso es la energía requerida para suministrar las cantidades necesarias de aire, y de áreas grandes para instalar las lagunas de tratamiento. De acuerdo con cifras oficiales, en México se generan alrededor de 160 m³seg⁻¹ de aguas residuales municipales o domésticas y hasta 1994 existía una capacidad de tratamiento de 35 m³s⁻¹, es decir un poco más de 20 % de la capacidad requerida. Prácticamente la totalidad de esta tecnología es del tipo de sistemas aerobios, siendo por consecuencia sistemas de tratamientos costosos. Por otro lado, la producción de lodos residuales de tales plantas se estima en un millón de toneladas anuales, de los cuales solo un bajo porcentaje se trata y maneja adecuadamente para su disposición final, siendo en algunos casos exprimidos con filtros-prensa y transportados hasta "rellenos sanitarios"; siendo esta una operación también costosa.

Los primeros avances sobre la investigación en sistemas de tratamiento de aguas residuales por medio de biopelículas en flujo constante, se inició en Francia, en donde se desarrolló un proceso de filtración que permite el tratamiento combinado físico-biológico de agua residual municipal cruda (Rogalla y Bourbigot, 1990; Rogalla *et al*, 1990; Rogalla *et al*, 1992), en donde la mayor parte de la biomasa producida por oxidación biológica y de los sólidos suspendidos en el agua residual entrante son atrapados por las partículas de las cuales está compuesto el lecho filtrante, reduciendo la concentración de sólidos suspendidos a la salida. Debido a que el lecho filtrante cumple con las funciones de tratamiento biológico y filtración, se le conoce como filtración combinada o filtración con biopelícula (Iwai y Kitao, 1994). Este proceso tiene la característica de poder concentrar la masa microbiana que degrada el material contaminante en pequeños volúmenes de tanques. El proceso de tratamiento de aguas residuales principalmente de origen municipal a través de filtración combinada se puede realizar de formas más económicas y en menores áreas que con los procesos convencionales. Esto es de especial interés para plantas de tamaños relativamente pequeños, menos de 50 litros por segundo. En México el estudio más reciente es el realizado por Valdivia, *et al* (2005), en donde se montó una planta piloto para la remoción de materia orgánica de aguas residuales domésticas con un filtro combinado con lecho de tezontle, en donde la mayor remoción de materia orgánica se logró con las cargas orgánicas de 5 y 8 g DQO/m²·d alcanzado respectivamente, remociones de 80 y 69 %.

Las características hidráulicas del filtro juegan un papel importante en la transferencia de masa y oxígeno para obtener una mejor actividad microbiana en la película biológica. Dadas las condiciones hidráulicas de velocidad del agua y turbulencia, se genera una fuerza cortante que mantiene delgado el espesor de la película, con lo cual, se favorece la difusión de oxígeno y nutrientes entre la interfase de la capa superficial de la biopelícula y el líquido, y hacia las capas internas de la biopelícula. El proceso se beneficia al mantenerse un sistema continuo aireado que acelera las reacciones bioquímicas producto de un mejor mezclado y una mayor área superficial expuesta por unidad de volumen para la transferencia de masa (Lazarova y Manem, 1994; Moreau *et al*, 1994).

Los objetivos del estudio, fue determinar la influencia de la DQO, pH, temperatura y biomasa en el tratamiento de aguas residuales provenientes del rastro de Tyson ubicado en Gomez Palacio Dgo. Así como en un biodigestor de flujo ascendente el determinar la forma de operación adecuada para tratar aguas residuales crudas en sistemas de filtración combinada y lograr un

tratamiento integral que permita obtener agua de mejor calidad a la salida del sistema.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación del estudio

El proyecto (fase preliminar) se está llevando a cabo en las instalaciones de la Universidad Juárez del Estado de Durango, dentro del recinto de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Juárez del Estado de Durango que se encuentra ubicada en el municipio de Gómez Palacio, localizado al oriente del estado en las coordenadas 25 33' 00" y 25 32' 27" de latitud norte y 103 18' 27" y 103 40' 30" de longitud oeste, a una altura de 1,150 metros sobre el nivel del mar.

Metodología

La planta piloto (Fig. 1), consiste en construir un reactor de acero inoxidable de 0.6 m de diámetro por 1.23 m de altura el cual tiene una capacidad de 0.347 m³ en posición vertical, el medio de soporte para las asociaciones de bacterias es del tipo orgánico, seleccionando el cardenche (*Opuntia imbricata*) por su gran porosidad y disponibilidad en la Comarca, instalándolos dentro del digestor en secciones de 0.098 m³ separadas por una malla metálica. Los filtros ocupan una superficie de 0.297m³ equivalente a un volumen de 297 litros (un 85% del volumen total). La colonización y formación de la biopelícula de bacterias en el soporte se realizara durante un periodo de dos meses en los cuales se alimentarán de aguas residuales cada vez más contaminadas por residuos orgánicos, con lo cual se prepararán para el agua que se desea tratar.

El agua residual se introdujo por la parte inferior, lo que permite un flujo ascendente que pasara a través de los filtros de cardenche. Se contará con un vertedor circular a la entrada del sistema para regular el caudal deseado. Se alimenta por el fondo a contracorriente aire comprimido para oxigenar el contenido del filtro y, cada periodo de 24 horas, se proporcionara un chorro de aire de alta presión desde el fondo del filtro para permitir la separación de las partículas sólidas y del exceso de microorganismos, introduciendo inmediatamente agua para lavar por arrastre todo este material. La planta piloto cuenta con bombas centrífugas de ¼ HP de potencia para el influente.

Para realizar las determinaciones químicas en laboratorio, la demanda química de oxígeno total y centrifugada (DQOt y DQOc), el nitrógeno como nitrógeno amoniacal (NH₃-N) y el nitrógeno de nitratos (NO₃⁻-N) se realizarán por fotometría. Se utilizarán reactivos de las pruebas analíticas Spectroquant de Merck y un espectrofotómetro Perkin- Elmer Lambda 3B de doble rayo. Las muestras se someterán a

centrifugación antes de su análisis excepto para la DQO_t y Sólidos Suspendidos Totales (SST). Para el retrolavado solo se determinó SST.

Para la DQO se utilizará la técnica de digestión con dicromato de potasio en tubos de ensaye con tapón de rosca, para lo cual se empleará un termoreactor COD Hach mod. 45 600-00. Los parámetros de pH, oxígeno disuelto (O.D.) y temperatura (T) serán medidos con electrodos colocados dentro del reactor y registrados en graficadores Microscribe modelo 4500 con un canal de salida y modelo 4523 con dos canales de salida.

Se realizarán cuatro corridas experimentales con duración de dos semanas por corrida. Durante cada corrida se varió el caudal de agua residual ajustando la carga orgánica a valores de 23.1, 11.7 8.5 y 5.4 g DQO/m³·d, correspondiendo los tiempos de retención hidráulico a 16, 25, 44 y 80 minutos, respectivamente.

Para contabilizar el gas acumulado se procederá a almacenarlo en un contenedor de plástico, el cual tendrá un volumen establecido y se observará el tiempo en el cual tarda en llenarse para establecer la producción diaria de metano.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Hasta el momento se ha construido el biodigestor ensamblado y pintado(anaxo1); se procedió a la recolección del cardenche (*Opuntia imbricata*) el cual será utilizado como soporte para las asociaciones de microorganismos (Fig. 2). El cardenche fue limpiado, lavado y hervido para eliminar la mayor cantidad de residuos posibles (Figs. 3 y 4); fue segmentado e introducido en el reactor para formar tres bloques (Fig. 5). Posteriormente se procedió a colocar las asociaciones de bacterias en el biodigestor así como alimentarlas con agua residual que contiene diversos

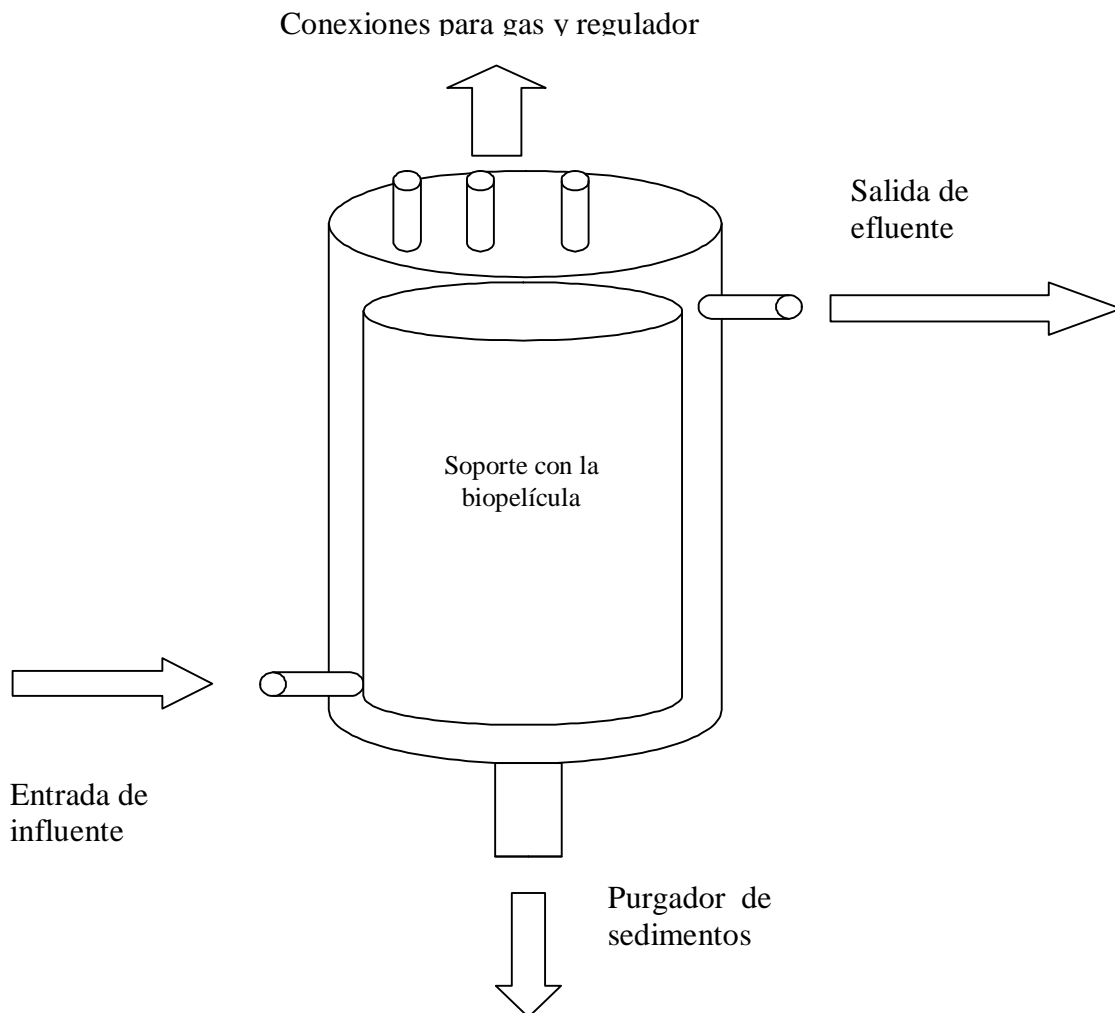


Figura 1. Diseño de una planta piloto de un biodigestor para el tratamiento de aguas residuales.

ingredientes como son sangre, grasas, estiércoles, etc. y se espera aproximadamente un mes para observar la eficacia de la colonización en el soporte. Los análisis de agua se llevarán a cabo durante el periodo en el cual

los microorganismos forman la biopelícula, principalmente, para terminar de establecer las condiciones de operación adecuadas para la planta, lo cual promoverá la reutilización de estas aguas ya



Figura 2. Biodigestor ensamblado.



Figura 3. Limpiado y lavado del cardenche (*Opuntia imbricata*).



Figura 4. Hervido del material a base de cardenche.



Figura 5. Colocación del soporte dentro Biodigestor.

tratadas en jardines o incluso en pequeños huertos familiares.

CONCLUSIONES

El biodigestor se construyó mediante un procedimiento sencillo y económico. El espacio que ocupa es reducido mostrándose como una alternativa viable para instalar este tipo de sistemas en casas habitación.

LITERATURA CITADA

- Iwai, S. y Kitao, T., 1994.** Wastewater treatment with microbial films. Technomic Publishing Company, Inc. Pp. 27, 89-92, 155-157.
- Lazarova, V. y Manem, J., 1994.** Advances in biofilm aerobic reactors ensuring effective *biofilm* activity control. *Wat. Sci. Tech.* 29(10/11), pp. 319-327.
- Moreau, M.; Liu, Y., Capdeville, B.; Audic, J. y Calvez, L., 1994.** Kinetic behavior of heterotrophic and autotrophic biofilms in wastewater treatment processes. *Wat. Sci. Tech.* . 29(10/11), pp. 385-391
- Rogalla, F. y Bourbigot, M. 1990.** New developments in complete nitrogen removal with biological aerated filters. *Wat. Sci. Tech.* 22:(1/2), pp. 273-280.
- Rogalla, F.; Payraudeau, M.; Bacquet, G.; Bourbigot, M.; Sibony, J. y Gilles, P. 1990.** Nitrification and phosphorus precipitation with biological aerated filters. *Research Journal WPCF* 62:(2), pp. 169-176.
- Rogalla, F.; Badard, M.; Hansen, F. y Dansholm, P. 1992.** Upscaling a compact nitrogen removal process. *Wat. Sci. Tech.* 26:(5/6), pp 1067-1076.
- Valdivia, S., C. A.; González, B. O. y González, M. S. 2005.** Filtración combinada en el lecho de tezontle para el tratamiento de aguas residuales. Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, México.

