

ASOCIACIÓN INTERAMERICANA DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL - AIDIS



GENERACIÓN DE LODOS Y EVOLUCIÓN DE LA BIOMASA DE UN REACTOR UASB A ESCALA REAL TRATANDO EFLUENTE DE MALTERÍA

NOMBRE DE LOS AUTORES

Iván López ⁽¹⁾

Ingeniero Químico, Magister en Ingeniería Química, con trabajos en el área de tratamiento de efluentes líquidos mediante reactores biológicos y en el área de residuos sólidos urbanos e industriales.

Mauricio Passeggi

Ingeniero Químico, docente e investigador de la Universidad de la República

Constanza Boix

Estudiante de Ingeniería Química, ayudante de investigación.

Rodrigo Barcia

Estudiante de Ingeniería Química, ayudante de investigación.

Liliana Borzacconi

Ingeniera Química, Doctora en Ingeniería, especializada en tratamiento biológico de efluentes líquidos y en el área de residuos sólidos urbanos. Ha realizado trabajos con reactores anaerobios de alta tasa, reactores aerobios y sistemas de remoción simultánea de carbono y nitrógeno, así como en degradación de residuos sólidos.

Luis Lieberman

Consultor privado en el área de la Ingeniería Civil y Ambiental. Trabajó también en la administración municipal en el área de gestión de residuos.

Dirección (1): Herrera y Reisig 565 - Montevideo - Código Postal 11300 - Uruguay - Tel.: (5982) 711-0871 - Fax: (5982) 7107437 - e-mail: ivanl@fing.edu.uy

Aplicar

Foto

RESUMEN

Luego de una experiencia a escala piloto y de un estudio de factibilidad técnico-económica se llevó a cabo la transformación de un viejo tanque Imhoff en reactor UASB para tratar efluente de maltería. El reactor se inoculó con lodo proveniente de una laguna anaerobia de tratamiento de efluente de frigorífico que se aclimató sin problemas ni presentó inconvenientes asociados al contenido graso original. Se alcanzó la carga completa en tan solo nueve semanas, con una remoción en el entorno del 80% de la DQO soluble. Se siguió la evolución de la manta de lodos, incluyendo la determinación del contenido de sólidos totales y volátiles en todo el reactor y los perfiles de concentración de sólidos a distintas alturas. El lodo original formó pronto gránulos pequeños con un tamaño medio de 0.7 a 0.85mm. Las cargas en el entorno de 0.2 kgDQO/(kgSSV.d) que se alcanzaron en el arranque son relativamente bajas debido a la alta cantidad de lodo, que se encuentra totalmente expandido, con concentraciones entre 40 y 55 gSST/L y 85% de SSV. Se obtuvo un valor de $Y = 0.09 \text{ gSSV/gDQO}_{\text{rem}}$ para el coeficiente de rendimiento celular.

PALABRAS CLAVE

UASB, maltería, lodos.

INTRODUCCIÓN

El tratamiento anaerobio de efluentes de maltería está ampliamente difundido en el mundo (Fang *et al.*, 1990; Yan y Tay, 1996; Cronin y Lo, 1998), con muchos reactores a escala real (Austermann-Hall *et al.*, 1999). Sin perjuicio de lo anterior, el seguimiento continuado de todas las variables del proceso, incluyendo lo relacionado con la generación de lodos y la evolución de la manta, y la obtención de los parámetros de diseño específicos, posibilita un diseño más racional y sobre bases sólidas. En un trabajo anterior (Martínez *et al.*, 2001) se presentó el arranque de un reactor piloto de 3 m³, en el cual, además de evaluar la eficiencia de remoción con el aumento progresivo de carga, se estudió la evolución de la manta de lodos. Partiendo de estos resultados y de un estudio de prefactibilidad técnico-económica se llevó a cabo la transformación de un viejo tanque Imhoff en un reactor UASB de 250 m³ (López *et al.*, 2004). Posteriormente fue necesario definir e implementar la estrategia de arranque, incluyendo la selección de un inóculo de calidad adecuada y disponible en cantidad (Borzacconi *et al.*, 2005). Se plantea en este trabajo el seguimiento de la manta de lodos en el reactor UASB de 250 m³, determinando la evolución del perfil de la misma y la generación neta de lodos.

METODOLOGÍA.

Las principales modificaciones al reactor se muestran en la Figura 1 (López *et al.*, 2004). Del viejo tanque Imhoff se conservó la carcasa exterior y el anillo perimetral de salida, demoliéndose la estructura interior. En su lugar se construyó una estructura de hierro que incluye la campana de captación de gas, el separador de fases y el sistema de Alimentación. La geometría especial del reactor disminuye la velocidad ascensional en la zona del separador de fases, trabajando con altas velocidades en la zona inferior que ocupa la manta de lodos.

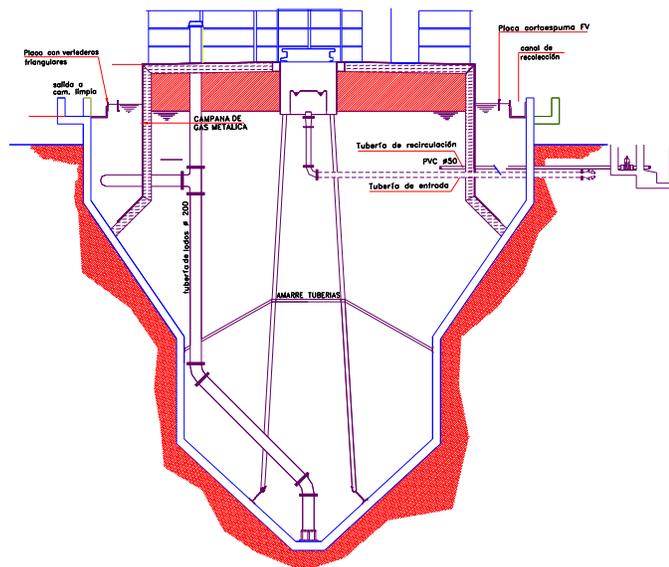


Figura 1: Corte vertical del reactor

El caudal promedio a tratar es de 350 m³/d provenientes del remojo de la semilla de cebada, descargado en forma no continua a lo largo de la jornada y presenta una concentración media de 2150 mgDQO/L. La descarga discontinua obliga a contar con un tanque pulmón del cual alimentar al reactor sin variaciones importantes de caudal. Para ello se utilizó un tanque subterráneo existente con capacidad holgada. Previo a la llegada al tanque pulmón el efluente pasa por una zaranda estática para eliminar los sólidos que provengan del proceso.

Para el seguimiento del reactor se midió a la entrada y salida del mismo DQO, AGV, alcalinidad. El pH, la temperatura y el caudal de alimentación son monitoreados on-line por el sistema SCADA de la planta industrial. Se determinó también el caudal de biogás producido

a lo largo del tiempo y la composición del mismo mediante cromatografía gaseosa. Para caracterizar la manta de lodos se realizaron tomas de sólidos a diferentes alturas del reactor a lo largo del tiempo. Se determinó el contenido de sólidos a las diferentes alturas y la granulometría de los agregados. Se realizaron además medidas de actividad metanogénica específica (AME), velocidad de sedimentación e índice volumétrico de lodos.

La inoculación del reactor se realizó con lodo proveniente de una laguna anaerobia de tratamiento de efluentes de frigorífico, utilizando un total de 3900 kg de SST con un contenido promedio de 77% de SSV (3000 kg). La AME del lodo del inóculo era 0.10 gDQO/gSSV.d. La selección de este inóculo se realizó teniendo en cuenta la disponibilidad de plantas de tratamiento de efluentes agroindustriales en las cercanías de la planta, a pesar del inconveniente que podría acarrear la grasa presente en el lodo. La purga de lodos se descarga en un lecho de secado convencional con capacidad máxima para 18 m³.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El arranque se realizó con un aumento progresivo de carga hasta llegar a la carga total en 9 semanas. Se alcanzó una remoción en el entorno del 80% de la DQO soluble, tal como se muestra en la Figura 2 donde se han graficado los promedios semanales:

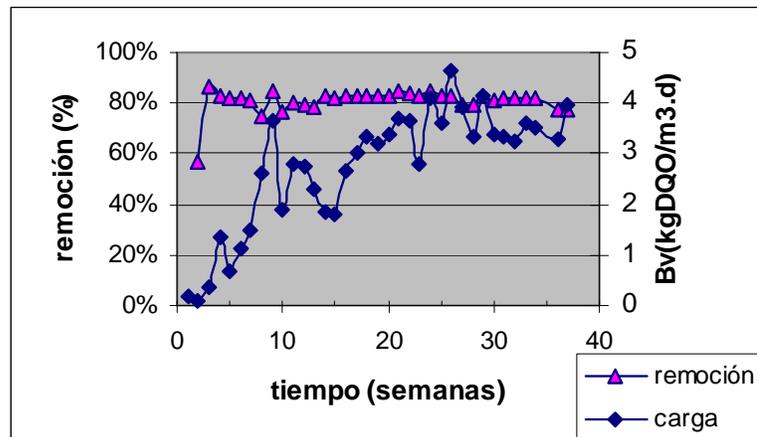


Figura 2: Carga volumétrica y remoción de DQO soluble

La DQO soluble de salida presenta valores estables por debajo de 400 mg/L en general. El pH del reactor se ha mantenido constante entre 6.9 y 7.2. Los valores de AGV han permanecido estables por debajo de 150 mgAc/L y también ha permanecido estable la Alcalinidad del reactor con una muy alta proporción de Alcalinidad Bicarbonato (entre el 60 y el 80% de la alcalinidad total). La producción de biogás ha acompañado el aumento de carga y el porcentaje de metano se encontró entre el 72 y el 79%

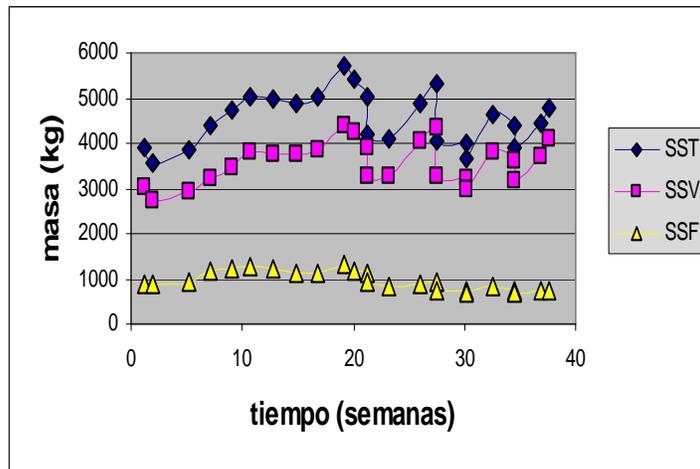


Figura 3: Masa total de lodo en el reactor

A pesar de que el inóculo proviene de una laguna que trata efluente con alto contenido de grasa no se registraron problemas con el lodo en el reactor. La evolución de la masa total de lodo se muestra en la Figura 3. Se constata el crecimiento continuo de la manta debiéndose recurrir a purgas periódicas, las cuales explican los descensos abruptos en la masa total. La manta de lodos ha permanecido muy expandida, encontrándose lodo en forma considerable hasta los 4 metros de profundidad inclusive, sobre una profundidad total de 8m (Figura 4).

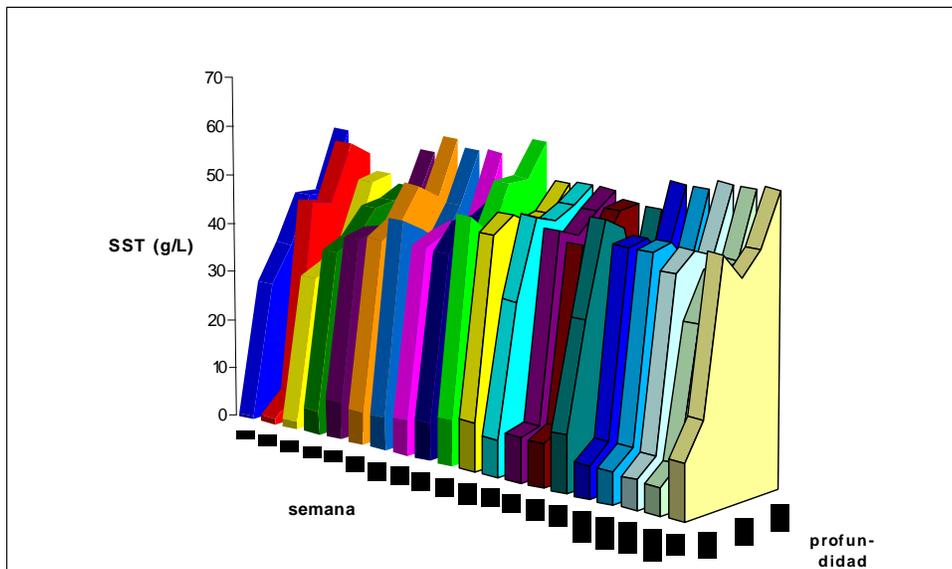


Figura 4: Perfiles de la manta de lodos

El porcentaje de sólidos volátiles en el lodo partió de valores entre el 74% y el 77% con ligeras variaciones, sin observarse diferencias importantes con la altura aunque parecería que hay una tendencia a disminuir con la profundidad. Como consecuencia de las sucesivas purgas el lodo se fue enriqueciendo en SSV, alcanzando valores por encima del 85% (Figura 5). La granulometría no ha sufrido muchos cambios a lo largo de casi 40 semanas observándose un ligero aumento del diámetro medio desde 0.7 mm a 0.85mm.

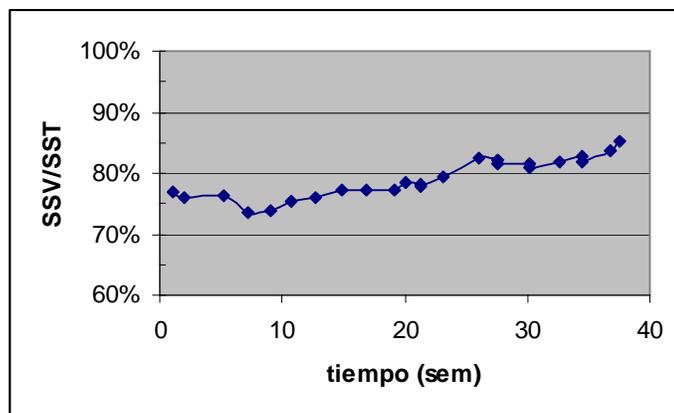


Figura 5: Evolución del porcentaje de SSV en la biomasa

Realizando un balance de sólidos en el período de crecimiento del manto de lodo (que incluye a los sólidos que se escapan con el efluente) se obtiene un $Y = 0.09 \text{ kgSSV/kgDQO}_{\text{rem}}$, coincidente con el valor obtenido en el reactor piloto (Martínez *et al.*, 2001) y otros estudios de laboratorio (Borja *et al.*, 1994).

De los resultados del crecimiento de la manta de lodos surge un incremento de aproximadamente 300 kg de SST por semana correspondientes a unos 6 m^3 de lodo a purgar. La purga de lodos, que se realiza cada tres semanas aproximadamente, se realiza llenando totalmente el lecho de secado que admite unos 18 m^3 . Luego de secado, el lodo es paleable y ocupa una volqueta de 6 m^3 .

CONCLUSIONES

Se llevó a cabo el arranque de un reactor tipo UASB de 250 m^3 a partir del proyecto de ingeniería que adaptó un viejo tanque Imhoff sobre la base de los parámetros de diseño determinados en una experiencia previa realizada con un reactor UASB piloto de 3 m^3 . Desde el comienzo se alcanzaron buenas eficiencias de remoción de DQO, del orden de 80% habiéndose alcanzado la carga completa en tan solo 9 semanas.

El inóculo, de laguna de tratamiento de efluente de frigorífico, pudo conseguirse en cantidad suficiente y no tuvo problemas para aclimatarse a pesar de provenir de una laguna con alto contenido de grasa.

El lodo original presentaba tendencia a granular y una relativamente buena actividad para provenir de una laguna anaerobia. Luego de una depuración inicial de lodo con tendencia a flotar, el contenido en SSV de la manta de lodo fue en ascenso, manteniéndose relativamente constante la cantidad de SSF. Las cargas en el entorno de $0.2 \text{ kgDQO}/(\text{kgSSV}\cdot\text{d})$ que se alcanzaron en el arranque son relativamente bajas debido a la alta cantidad de lodo, que se encuentra totalmente expandido, con concentraciones entre 40 y 55 gSST/L y 85% de SSV. El valor de coeficiente de rendimiento celular ($Y = 0.09 \text{ gSSV/gDQO}_{\text{rem}}$) es concordante con el obtenido en el reactor piloto. La purga necesaria para mantener la manta de lodos es de unos 18 m^3 cada 3 semanas, que, una vez deshidratados en un lecho de secado ocupan una volqueta de 6 m^3 .

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Austermann-Haun, U., Meyer, H., Seyfried, C.F., Rosenwinkel, K.H. (1999). Full scale experiences with anaerobic/aerobic treatment plants in the food and beverage industry, *Wat. Sci, Tech.*, Vol. 40, N°1, pp. 305-312.
2. Borja, R., Martín, A., Durán, M.M., Luque, M, Alonso, V. (1994). Kinetic Study of Anaerobic Digestion of Brewery Wastewater, *Process Biochemistry*, Vol.29, N° 8, pp.645-650.

3. Borzacconi, L., López, I., Passeggi, M. (2005). Full scale start up of an UASB in two-month using lagoon sludge as inoculum. Memorias del VIII Taller y Seminario Latinoamericano de Digestión Anaerobia, 2-5 octubre 2005, Punta del Este, Uruguay.
4. Cronin, C., Lo, K.V. (1998). Anaerobic treatment of brewery wastewater using UASB reactors seeded with activated sludge, *Bioresource Technology*, Vol. 64, pp. 33-38.
5. Fang, H.H.P., Guohua, L., Jinfu, Z. (1990). Treatment of Brewery Effluent by UASB Process, *J. of Environmental Engineering, ASCE*, Vol. 116, N° 3, pp. 454-460.
6. López I., Passeggi M., Borzacconi L., Fuentes I, Lieberman L. (2004). Transformación de un tanque Imhoff en reactor anaerobio para tratamiento de efluente de maltería sobre la base de una experiencia piloto, Memorias del XXIX Congreso de la Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria Y Ambiental (AIDIS), 22 AL 27 de agosto de 2004, San Juan, Puerto Rico.
7. Martínez J., López I., Giani, L., Borzacconi, L. (2001) Blanket development in a malting wastewater anaerobic treatment; *Wat. Sci.Tech.*, vol. 44, nº 4, 57-62.
8. Yan, Y.G., Tay, J.H. (1996). Brewery Wastewater Treatment in UASB Reactor at Ambient Temperature, *J. of Env. Eng., ASCE*, Vol. 122, N° 6, pp. 550-553.