

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

**López L., Passeggi M., C. Boix, R. Barcia, Borzacconi L. <sup>(1)</sup>, Lieberman, L. <sup>(2)</sup>**

(1) Universidad de la República. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería de Reactores.

(2) Consultor

### Dirección<sup>(1)</sup>: (del autor principal)

Calle: J.Herrera y Reissig 565

Ciudad: Montevideo

Uruguay

CP: 11300

Tel: 598 (2) 7114478

Fax: 598 (2) 7107437

e-mail: ivanl@fing.edu.uy

### RESUMEN

### 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 m<sup>3</sup>, 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 m<sup>3</sup> (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). En el presente trabajo se presentan los resultados obtenidos con el reactor a escala real que se refieren a la evolución y la generación de lodos.

### OBJETIVOS Y METAS

Se plantea el seguimiento de la manta de lodos en el reactor UASB de 250 m<sup>3</sup>, determinando la evolución del perfil de la misma y la generación neta de lodos.

### METODOLOGIA

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. En la figura 1 se muestra un corte vertical del reactor. 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. El caudal promedio a tratar es de 350 m<sup>3</sup>/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.

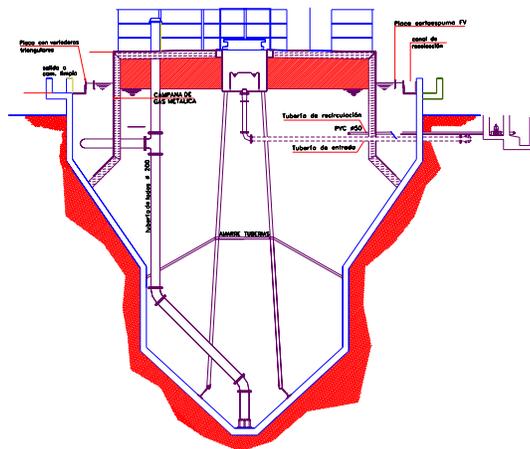


Figura 1 Corte del reactor

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. El lodo presentaba pequeños gránulos de 0.7mm de diámetro medio. 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. Debido al tipo de efluente que trataba la laguna se tuvo especial precaución en no succionar lodo con alto contenido de grasa. Sin embargo parte del lodo que se flotó enseguida presentaba una concentración de 270 mg/gSSV de grasa, mientras que el lodo que quedó en el fondo del reactor tenía una concentración de 48 mg/gSSV.

La purga de lodos se descarga en un lecho de secado convencional con capacidad máxima para 18 m<sup>3</sup>.

## RESULTADOS

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:

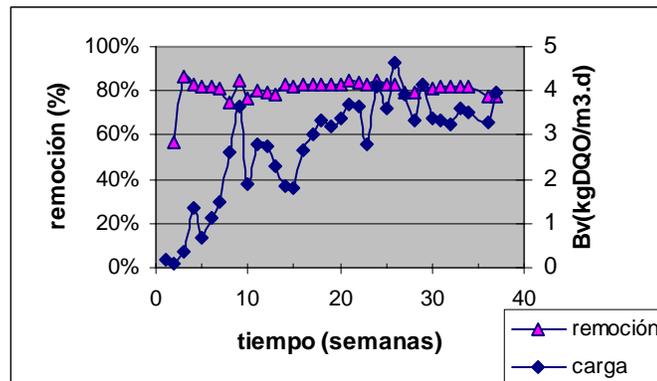


Fig. 2 Carga volumétrica y remoción de DQO soluble

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%

A pesar de provenir de una laguna que trata efluente con alto contenido de grasa no se registraron problemas con el lodo en el reactor. El aspecto general de los gránulos se mantuvo y aumentó ligeramente la actividad. Los conglomerados de lodo con más grasa (fracción minoritaria) tendieron a flotar y a barrerse en los primeros días de operación. Así a los 20 días de arrancado la concentración de grasa era homogénea en todo el perfil de lodo con valores en el entorno de 77 mg/gSSV. 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 (Figura 4).

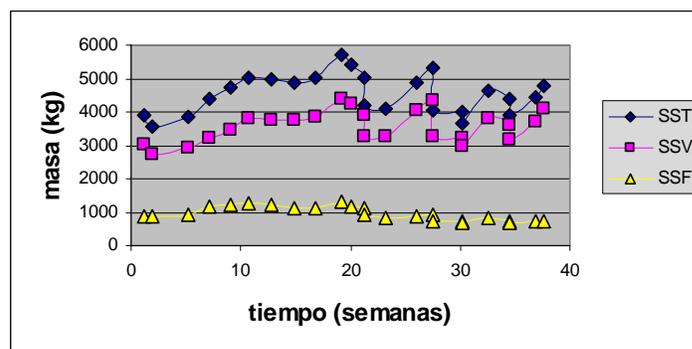


Fig.3 Masa total de lodo en el reactor

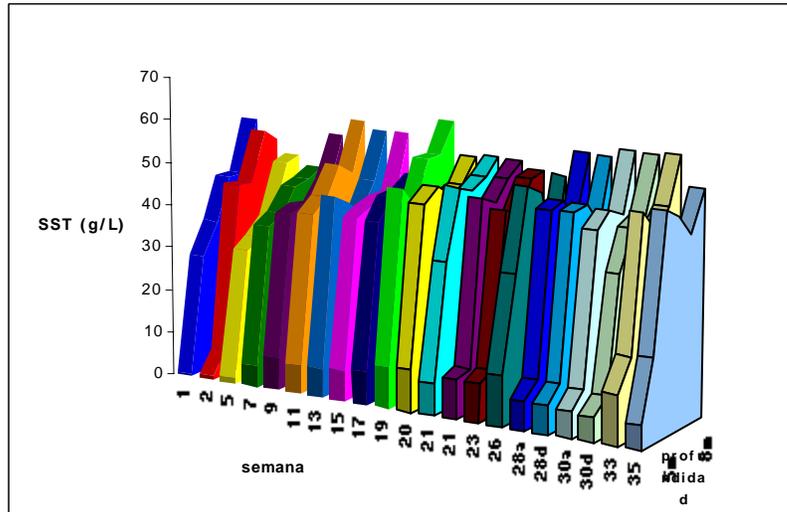


Fig.4 Perfiles de la manta de lodos

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.

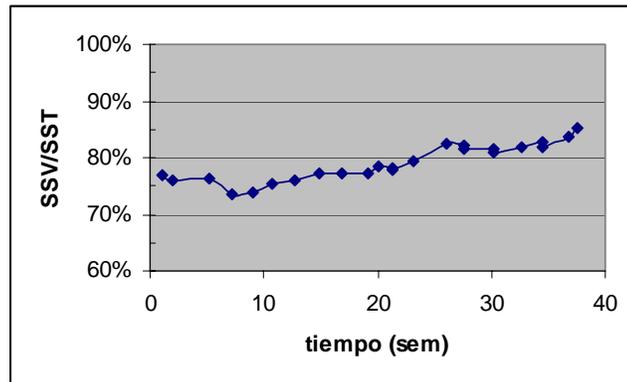


Fig 5 Evolución del porcentaje de SSV en el lodo

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  $Y = 0.09 \text{ kgSSV/kgDQO}_{rem}$ , 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<sup>3</sup> 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<sup>3</sup>. Luego de secado, el lodo es paleable y ocupa una volqueta de 6 m<sup>3</sup>.

## CONCLUSIONES

Se llevó a cabo el arranque de un reactor tipo UASB de 250 m<sup>3</sup> 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<sup>3</sup>. 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 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 77% 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<sup>3</sup> cada 3 semanas, que, una vez deshidratados en un lecho de secado ocupan una volqueta de 6 m<sup>3</sup>.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

AUSTERMAN-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.

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.

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.

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.

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.

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.

MARTÍNEZ J., LÓPEZ I., GIANI, L., BORZACCONI, L. (2001) Blanket development in a malting wastewater anaerobic treatment; *Wat. Sci.Tech.*, vol. 44, n° 4, 57-62.

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.