

# PUESTA EN MARCHA DE UN REACTOR UASB DE 180 LITROS CON ALTURA EQUIVALENTE A UN REACTOR A ESCALA REAL.

A. P. Francese\*, P. R. Córdoba\* y F. Siñeriz\*.

## RESUMEN.

El desarrollo de biomasa anaeróbica en forma de gránulos con excelentes propiedades de sedimentación, ha sido el punto más importante que permite a los reactores UASB (Reactor Anaeróbico de Manto de Barro y Flujo Ascendente), acumular en forma eficiente una gran cantidad de biomasa activa.

Este trabajo enfoca la importancia de la presión selectiva para el proceso de granulación, durante la puesta en marcha de un reactor UASB y la influencia de la carga orgánica alimentada.

## INTRODUCCION.

Los procesos anaeróbicos para la depuración de efluentes de alta carga han sido desarrollados con gran interés durante los últimos veinte años debido a que ofrecen tres ventajas importantes sobre los procesos aeróbicos: producen menor cantidad de biomasa excedente, presentan un balance energético positivo (generación de biogás con alto contenido de metano) y pueden manejar cargas orgánicas muy elevadas por unidad de volumen de reactor [1]. Son utilizados para depurar aguas residuales, siendo una tecnología adaptable para países con diverso grado de desarrollo.

El concepto de reactor anaeróbico de manto de barro y flujo ascendente (UASB-reactor) fue desarrollado por Lettinga y colaboradores [2]. La principal ventaja que ofrecen estos reactores es su habilidad para acumular una gran cantidad de biomasa en forma de gránulos densos, constituidos por asociaciones de microorganismos, con óptimas propiedades de sedimentación y gran actividad biológica. Esto permite una eficiente conversión de materia orgánica en metano y dióxido de carbono.

Aun subsisten algunos puntos oscuros que limitan la aplicación del reactor UASB, como por ejemplo el tiempo y las condiciones operativas requeridas para el desarrollo de biomasa granular y la consecuente puesta en régimen del proceso.

Los factores más importantes que inciden en la formación de biomasa granular son: el tipo de sustrato a degradar, la concentración de iones calcio, las características del material de siembra, la carga orgánica alimentada al proceso y el efecto de lavado. Este último efecto se conoce como presión selectiva (selective pressure) y tiene carácter hidráulico, produciendo un fenómeno de selección de

\* PROIMI, Planta Piloto de Procesos Industriales Microbiológicos.  
Av. Belgrano y Pje. Caseros. 4000 San Miguel de Tucumán.

partículas debido a la suma de dos factores: la velocidad ascensional del líquido y la del gas generado. Por este mecanismo las partículas más livianas salen del reactor.

El enfoque convencional para la puesta en marcha de reactores UASB consiste en incrementar la carga orgánica, en forma escalonada manteniendo la concentración de ácidos grasos dentro del reactor por debajo de 1000 mg/l. Con esta metodología la etapa de puesta en marcha puede durar períodos de 120 días o más, durante los cuales pueden presentarse problemas de estabilidad del proceso por acidificación.

En trabajos anteriores [3,4], en reactores de 10 litros, operando con una velocidad ascensional de 1 m/h en el líquido y una carga orgánica másica inicial de 0.33 g DQO/g SSV.d fue posible observar granulación a los 20 días de iniciada la puesta en marcha.

El objetivo de este trabajo es confirmar los tiempos requeridos para la obtención de granulación y medir la proporción de biomasa granular durante la puesta en marcha de un reactor UASB de 180 litros de capacidad y de 4.7 m de altura, operado bajo un fuerte efecto selectivo.

#### MATERIALES Y METODOS.

**REACTOR:** la unidad empleada fue construida en chapa galvanizada, con un diámetro interno de 0.2 m y una altura de 4.7 m. Posee un sedimentador interno y una capacidad total de 180 litros. La temperatura fue controlada automáticamente en 30 °C.

**MATERIAL DE SIEMBRA:** en cada puesta en marcha, se inoculó con barro cloacal digerido y tamizado (no granular). La concentración de sólidos volátiles fue de 20 g SSV/l en todos los casos.

**ALIMENTACION:** se alimentó glucosa de uso industrial (5% de glucosa, 36% de maltosa, 27% de maltotriosa y 32% de azúcares superiores) en soluciones preparadas por dilución con agua corriente y se suplementó con amoníaco y ácido fosfórico para mantener una relación DQO:Nitrógeno:Fósforo de 400:5:1.

**PARAMETROS MEDIDOS:** se midieron diariamente temperatura, pH, caudal y contenido de metano en el biogás (por cromatografía gaseosa), tres veces por semana Ácidos Grasos Volátiles (por titulación potenciométrica) y Demanda Química de Oxígeno (método colorimétrico), y cada 15 días se midió el contenido de Sólidos Suspendidos Totales y Volátiles (Standard Methods), para realizar perfiles de sólidos.

**CONTENIDO DE BARRO GRANULAR:** durante la tercera puesta en marcha se tomaron muestras de biomasa granular y se pasaron por tres tamices con aberturas de 0.71, 1 y 2 mm (ASTM N° 25, 18 y 10 respectivamente). Se consideró biomasa granular a aquella retenida a partir del tamiz de 0.71 mm de abertura.

#### RESULTADOS Y DISCUSION.

Se realizaron tres puestas en marcha con alta presión selectiva hasta observar granulación. La velocidad ascensional del líquido fue constante, 1 m/h en el reactor y 0.25 m/h en el sedimentador. El tiempo de retención hidráulico fue de 5.8 horas. Las cargas orgánicas

volumétricas iniciales fueron de 8 g DQO/l.d, para la primera y segunda puesta en marcha y 6 g DQO/l.d para la tercera.

**PRIMERA PUESTA EN MARCHA:** se alimentó inicialmente el reactor con una carga orgánica de 8 g DQO/l.d, pero la misma debió disminuirse por problemas de acidificación en dos oportunidades, reduciéndose a 4 y 2.5 g DQO/l.d al día operativo 3 y 6 respectivamente.

Los valores máximos de Acidos Grasos Volátiles y porcentaje de remoción de DQO fueron de 860 mg ACH/l y 62% respectivamente.

Los resultados de esta puesta en marcha fueron altamente satisfactorios, se confirmó la aparición de biomasa granular a los 15 días de iniciada la operación.

**SEGUNDA PUESTA EN MARCHA:** se operó con una carga orgánica de 8 g DQO/l.d hasta el día operativo 15, luego se la disminuyó a un valor de 6.25 g DQO/l.d, evitando así la acidificación del medio. La máxima eficiencia de remoción de DQO fue de 60% y los Acidos Grasos Volátiles alcanzaron un valor máximo de 1135 mg ACH/l. Se observó la aparición de biomasa granular a los 5 días de iniciada la operación, cuando el reactor operaba en condiciones de acidogénesis. Los gránulos tenían un aspecto blanquecino debido a un gran contenido de exopolisacáridos, forma bien definida y de 2 mm de diámetro aproximadamente.

**TERCERA PUESTA EN MARCHA:** En este caso se operó con una carga orgánica de 6.25 g DQO/l.d. La concentración máxima de Acidos Grasos Volátiles dentro del reactor fue de 1260 mg ACH/l y la eficiencia de remoción de DQO alcanzó un valor máximo de 49%.

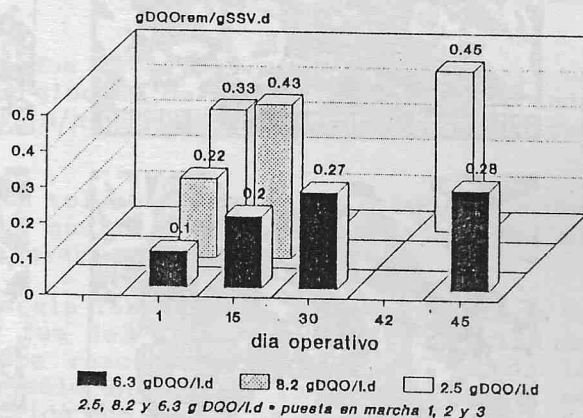
Se observó granulación a los 14 días, el aspecto de los gránulos fue más negruzco, con mejores propiedades de sedimentación y de diferente tamaño, entre 0.5 y 4 milímetros.

Se analizó el contenido de biomasa granular dentro del reactor al día operativo 25 y se encontró que el 19% de la biomasa retenida había granulado y el 9% de la misma tenía un tamaño mayor de 1 mm.

El gráfico N° 1 muestra el aumento de la remoción másica como g DQO removidos/g SSV.d, para cada puesta en marcha. Se puede observar un marcado aumento de la misma luego de transcurrido el tiempo correspondiente a la obtención de biomasa granular.

El gráfico N° 2 muestra el lavado de biomasa como porcentaje de sólidos suspendidos volátiles (SSV), en cada una de las puestas en

Gráfico N° 1: REMOCION MASICA

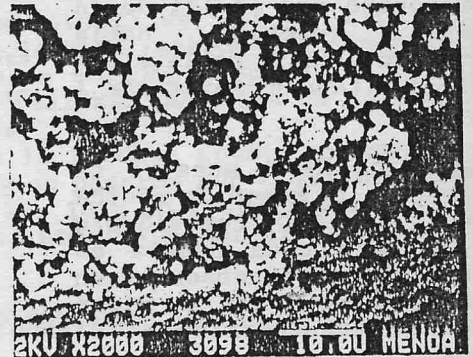
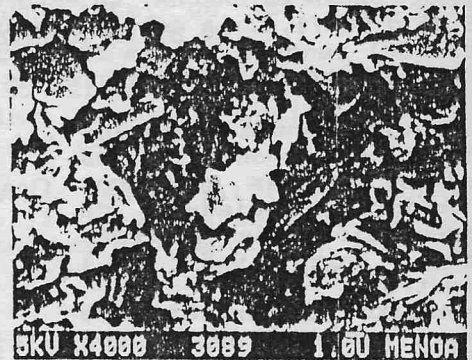
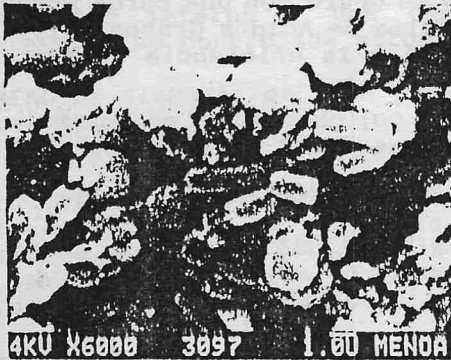
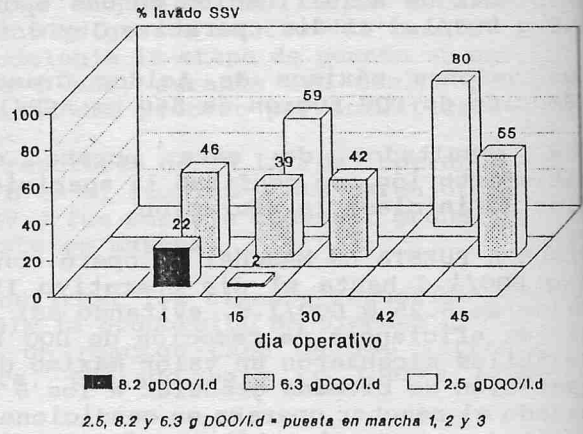


marcha. En todos los casos se ve que este efecto fue menor a los 15 días de operación. También puede apreciarse que la retención de biomasa es mayor para las cargas orgánicas más altas.

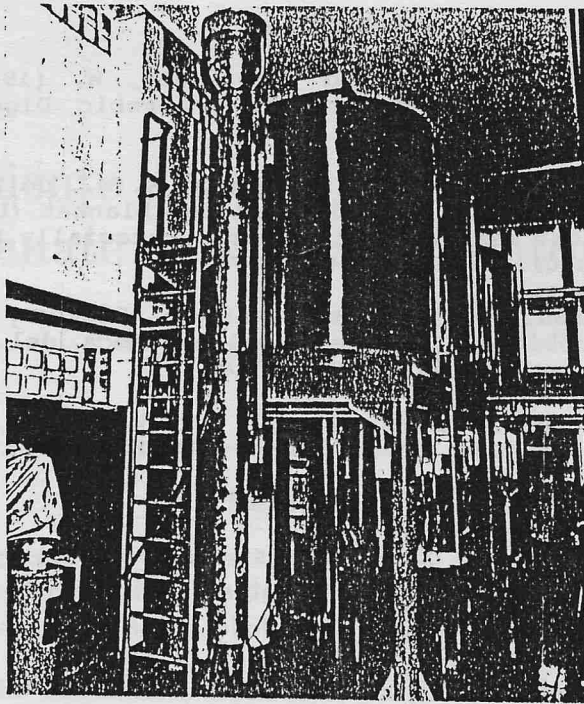
En la fotografía N° 1 se observan los gránulos obtenidos en el reactor UASB operado con alta presión selectiva. Los mismos presentan una clara porosidad y pueden verse distintos tipos de bacterias (cocos, bacilos, espirilos, etc). Las fotografías fueron obtenidas por microscopía electrónica de barrido.

En la fotografía N° 2 se muestra el reactor UASB de 180 litros.

Gráfico N° 2: % LAVADO SSV



Fotografía N° 1. SEM de gránulos a distintos aumentos



Fotografía N° 2. Reactor UASB de 180 l

#### CONCLUSIONES.

-En todas las puestas en marcha los resultados fueron satisfactorios, ya que se alcanzó el objetivo buscado, obtener biomasa granular en períodos cortos, acompañada por un aumento en su remoción másica (actividad específica) y un incremento en el contenido de metano del biogás generado.

-Se observó granulación en períodos de 5 y 15 días al alimentar, un reactor UASB de 180 litros, con glucosa de uso industrial, operando a una velocidad ascensional de 1 m/h y cargas orgánicas volumétricas entre 2.5 y 8.2 g DQO/l.d.

-Al operar con una carga orgánica volumétrica de 6.25 g DQO/l.d a los 25 días de operación, se observó que la biomasa retenida era del 42 % y un 19 % de la misma era granular.

-Al comparar los resultados a escala laboratorio (10 litros) donde la biomasa retenida en el reactor fue del 51 %, con una proporción de gránulos del 36 % [4], con este reactor de 180 litros, donde la biomasa retenida fue del 42 % y sólo un 19 % de la misma granuló, se observa un marcado efecto hidráulico que impide la expansión del lecho en este último caso.

-El lavado progresivo de biomasa indica la necesidad de disminuir la presión selectiva una vez alcanzada la granulación parcial del inóculo. Con esto se logrará el crecimiento de precursores de granulación y mayores niveles de remoción de materia orgánica, con un incremento en la producción de biogás.

## REFERENCIAS.

1. Vochten, P.; Schawanek, D. and Verstraete, W. (1986). Aerobic versus anaerobic wastewater treatment. Anaerobic Digestion 1988, Pergamon Press.
2. Lettinga, G., Van Velsen, R. F. M., Hobma, S. W., de Zeeuw, W. and Klapwijk, A. (1980). Use of the upflow sludge blanket (UASB) reactor concept for biological wastewater treatment, especially for anaerobic treatment". Biotechnol. Bioeng. 22: 699-734.
3. Francese, A., Durán, J. y Siñeriz, F. (1988). Diseño y Optimización de Reactores Anaeróbicos. Informe final de beca del programa de iniciación a la investigación. INCYTH-CTUA.
4. Francese, A., Durán, J. y Siñeriz, F. (1990). Puesta en marcha de Reactores Anaeróbicos tipo UASB. Ingeniería Sanitaria y Ambiental (AIDIS) Nº 3, 37-40.