

COMPARACIÓN DE DOS SISTEMAS ANAEROBIOS ACOPLADOS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

Liliana M. Alzate-Gaviria, Antonino Pérez-Hernández, Virginia G. Nevarez-Moorillón, N. Rinderknecht-Seijas y Héctor M. Poggi-Varaldo. CINVESTAV del IPN; Apdo. Postal 14-740, México D.F. 07000 México. Teléfono: 0155 5747 3800 Ext. 4324; Fax:0155 5747 7002. e-mail: hpoggi@mail.cinvestav.mx

Palabras clave: Digestión Anaerobia, Residuos Sólidos, Reactores Empacados, Reactor de Manto de Lodos.

Introducción. Los procesos de estabilización anaerobia de la fracción orgánica de residuos sólidos (FORSU) como son los reactores empacados acoplados (RE-RE), son una alternativa técnica y económicamente viable (Poggi-Varaldo et al., 1999; Chugh et al 1999; Chynoweth et al. 1992). Los sistemas anaerobios de reactores empacados con basura han sido objeto de interés en los últimos años por su simplicidad y relativa facilidad de operación. Por otro lado el empleo de reactores iniciadores anaerobios de fase líquida (RANMAL) se han empleado para remover la carga orgánica en el lixiviado del reactor fresco y proporcionar una estabilización de los residuos sólidos frescos (Libânio et al., 2002). El objetivo de este trabajo fue comparar dos sistemas de estabilización anaerobia de residuos municipales a escala laboratorio

Metodología.

El sistema 1 (S1, RE-RE) consistió en dos reactores empacados con FORSU; el sistema 2 (S2, RANMAL-RE) consistió en un reactor anaerobio de manto de lodos y un reactor empacado con FORSU, ambos sistemas a escala laboratorio, mesofílicos. El diseño experimental consistió de tres etapas: inoculación, arranque/maduración y acoplamiento. La inoculación de los reactores iniciadores fue realizada con inóculos no anaerobios. La fase de arranque para RE inició con recirculación del lixiviado hasta la estabilización anaerobia. El RANMAL arrancó con recirculación y luego se alimentó con Agua Residual Sintética (ARS). Los parámetros básicos de seguimiento para alcanzar la estabilización anaerobia son: $\alpha < 1$; $AOV < 1500$ mg/L HAC; remoción DQO=50% y %CH₄ >=60%. Los dos sistemas fueron acoplados cuando alcanzan la estabilización anaerobia tanto el RE como el RANMAL iniciadores para luego ser conectados con los respectivos RE frescos. La tasa de irrigación sobre los lechos fue de 34.5 m³/m²-d.. Los reactores se monitorearon realizando los procedimientos de Standard Methods (APHA 1992).

Resultados y discusión.

El sistema 2 permite acoplar el RE más pronto al reactor iniciador metanogénico con un ahorro de tiempo del 70% tomando como base el tiempo más largo, pues el reactor iniciador RANMAL (S2) alcanza la metanogénesis a los 34 días mientras que el iniciador RE (S1) lo hace en 118 días. La literatura registra valores superiores de estabilización anaerobia a los encontrados en el RANMAL iniciador de este estudio, como Paulo et al. (2002). El RE iniciador del sistema 1, registró un valor de tiempo de estabilización anaerobia similar al obtenido por Chugh et al. (1999) mientras que Libânio et al. (2002) halló valores superiores.

El desempeño de los reactores acoplados de este estudio en general fue mejor en el S2 que en S1, ver Tabla 1. Los RE acoplados del S1 y S2 registraron respectivamente eficiencias de remoción de materia orgánica de 85.95 y 88.75 % (SV) y seudorrendimientos de biogás de 0.109 y 0.115 L_{CH4}/g-SV_{introducidos}, respectivamente,

Cuadro 1. Desempeño reactores iniciadores y acoplados de este estudio.

Parámetro	Sistema 1		Sistema 2	
	RE1.1 ^a	RE1.2 ^b	RANMAL 2.1 ^c	RE 2.2 ^d
Estabilización Anaerobia (días)	118±13	29±11	34±5	34±5
% SV removidos	86.53±1.13	85.95±1.80	90.00±1.15 ^e	88.75±0.98
% Celulosa removida	80.09±1.70	80.88±1.42	NA ^f	82.61±1.60
% Hemicelulosa removida	89.91±1.30	80.75±1.34	NA	73.39±1.41
% ST removidos	80.97±1.40	80.78±0.97	NA	86.33±1.12
Biogás acumulado (L)	263	199.8	372.4	183.8
CH ₄ acumulado (L)	184.3	141.5	310.2	131.8
Y' (LCH ₄ /gSV _{introducidos}) ^g	0.129	0.109	NA	0.115
Y (LCH ₄ /g SV _{reducidos}) ^h	0.150	0.127	NA	0.130

Notas: ^a: RE iniciador; ^b: RE acoplado; ^c: Reactor fase líquida iniciador; ^d: RE acoplado; ^e: % remoción DQO; ^f: No Aplica; ^g: Seudorrendimiento CH₄ (SV_{introducidos}); ^h: Rendimiento CH₄ (SV_{reducidos}).

Conclusiones.

- El sistema 2 tiene un arranque más rápido (70% más rápido) y remueve mayor materia orgánica que el sistema 1.
- Los RE acoplados de ambos sistemas alcanzan su estabilidad anaerobia en menos tiempo y con valores similares, de 29 y 22 días para RE del sistema 1 y del sistema 2 respectivamente.

Agradecimientos. CIMAV por apoyo financiero y logístico. UACHih; Depto. de Biotecnología y Bioingeniería del CINVESTAV-IPN por ayuda técnica.

Bibliografía.

1. APHA (1992). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (1992).
2. Chugh S., Chynoweth D., Clarke W., Pullammanappallil P. and Rudolph V. (1999). *Degradation of unsorted municipal solid waste by a leach-bed process*. *Biosource Technol.* 69: 103-115.
3. Chynoweth D., Owens J., O'Keefe D., Earle J., Bosch G. and Legrand R.(1992). *Sequential batch anaerobic composting organic fraction municipal solid waste*. *Wat. Sci. Tech.* 25(7): 327-339.
4. Libânio P., Costa B., Cintra I. y Chernicharo C. (2002). *Avaliação da partida de um sistema integrado de tratamento de resíduos sólidos urbanos e de chorume*. VII Taller Simposio Latinoamericano sobre Digestión Anaerobia. Vol. 1 pp 413-420.
5. Poggi-Varaldo H., Trejo J., Fernández G., Esparza F., Caffarel S. and Rinderknecht N. (1999). *Quality of anaerobic compost for soil amendment*. *Water Sci. Tech.* 40(11/12): 179-186.