



## REMOCIÓN DE PARASITOS EN AGUAS NEGRAS TRATADOS EN UN SISTEMA COMBINADO DE REACTORES ANAERÓBICOS Y LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN

María E. Figueroa, Raquel G. Guerra, Lucas Seghezzo, Néstor Taranto, Carlos M. Cuevas.

Universidad Nacional de Salta, Consejo de Investigación-INENCO, Laboratorio de Estudios Ambientales A4402FDC Salta  
Tel. 0387-4255516. Email: [lucas@unsa.edu.ar](mailto:lucas@unsa.edu.ar)

### RESUMEN

El presente trabajo tiene como finalidad el estudio de la eficiencia de remoción de huevos de helmintos en un Sistema Combinado de Tratamiento (dos Reactores UASB y Lagunas de Estabilización) a escala piloto, ubicado en la Ciudad de Salta (Argentina). Se analizaron 19 muestras puntuales tomadas durante el periodo mayo-noviembre de 2002. En el Reactor 1 la remoción de los huevos de parásitos fue de 83% en invierno y del 92 % en verano. En el Reactor 2 las remociones fueron bajas probablemente porque no se formó un manto de lodos adecuado. Las remociones en las lagunas de estabilización fueron del 77 % y del 96 % en invierno y verano respectivamente. La remoción total del Sistema Combinado fue de 99,3 % en el periodo invernal y de 99,7 % en el periodo estival resultando ser una opción atractiva para el tratamiento de líquidos cloacales en regiones subtropicales.

**Palabras clave:** Remoción de Parásitos, helmintos, Lodo, Laguna, Reactor UASB.

### INTRODUCCIÓN

Las aguas residuales domésticas contienen todos los organismos presentes en el intestino humano, entre ellos huevos y larvas de helmintos que encuentran un medio propicio para completar su ciclo biológico, presentando un riesgo potencial para la salud pública. No hay antecedentes en nuestro país sobre estudios e investigación de remoción de parásitos en un sistema combinado de tratamiento con reactor UASB y lagunas. No ha sido probada su eficiencia en la remoción de parásitos, tema central del presente trabajo. El panorama epidemiológico de la región NOA muestra una gran incidencia de parasitosis, por lo tanto es de vital importancia, que las tecnologías de tratamiento de aguas residuales a ser aplicadas, sean muy eficientes en la remoción de estos organismos.

El reactor UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket o reactor anaeróbico de flujo ascendente y manto de lodos) es el más usado para el tratamiento anaeróbico de efluentes orgánicos industriales y domésticos en países con clima tropical. El efluente de un proceso anaeróbico requiere algún tipo de post-tratamiento para reducir el contenido de microorganismos patógenos, para lo cual las Lagunas de Estabilización (LDE) son una alternativa eficiente y económica (van Haandel y Lettinga, 1994).

Hay numerosos trabajos de investigación en otros lugares del mundo, generalmente referidos a lagunas de estabilización, referentes al tiempo de remoción de los parásitos. Arceivala (1970), en la India reporta la obtención de efluentes libres de parásitos en 7 días. Yáñez en 1980 concluye que para la remoción de casi todos los parásitos se requiere de una laguna primaria con 10 días de retención y para asegurar una remoción total es necesario una serie primaria y secundaria con una retención total de 20 días. Cordero Rodríguez N. (1986), durante 10 meses recolecto muestras del afluente / efluente de un reactor UASB con un filtro anaerobio de flujo ascendente, una laguna de estabilización y un tanque de sedimentación cuyo efluente alimentaba un filtro percolador y 2 filtros lentos intermitentes de arena, operados a diferentes cargas hidráulicas. Se determinó el contenido bacteriano total de las muestras por unidad de volumen. Encontraron una remoción total de quistes de *Entamoeba coli*, *Giardia*, huevos de *Ascaris sp.* y nemátodos, en general, especialmente en filtros de arena y laguna.

En la ciudad de Salta, desde el año 2001 se encuentra en operación un Sistema Combinado anaeróbico -aeróbico compuesto por dos reactores UASB seguidos de cinco LDE en serie, resultando ser muy eficiente en términos de remoción de microorganismos patógenos (Seghezzo, 2.001).

Los objetivos del presente trabajo son: a) el estudio de la eficiencia de remoción de huevos de helmintos en el Sistema Combinado de tratamiento con reactores UASB y Lagunas de Estabilización a escala piloto, b) la caracterización fisico-química del líquido cloacal en las distintas partes del Sistema Combinado, c) realizar una evaluación parcial y total de la eficiencia de remoción de huevos de helmintos en los reactores y lagunas que componen el Sistema Combinado de tratamiento de las aguas negras, en diferentes condiciones climáticas

## METODOLOGÍA

### Sistema Combinado Anaeróbico – Aeróbico

El trabajo se desarrolló en la ciudad de Salta, donde las temperaturas medias anuales del aire y del líquido cloacal son 16,5 y 21,0°C respectivamente. El clima es definido como subtropical con estación seca.

La planta piloto a monitorear (Figura 1) se encuentra instalada en la Planta Depuradora de Líquidos Cloacales ubicada al sur de la ciudad dependiente de la empresa Aguas de Salta S.A. (ASSA), prestataria del servicio de agua potable y saneamiento. Dicha planta piloto consiste en un Sistema Combinado anaeróbico - aeróbico de dos reactores UASB conectados en serie, seguido de un sistema de cinco lagunas de estabilización, también en serie (Seghezzo et al., 2002).

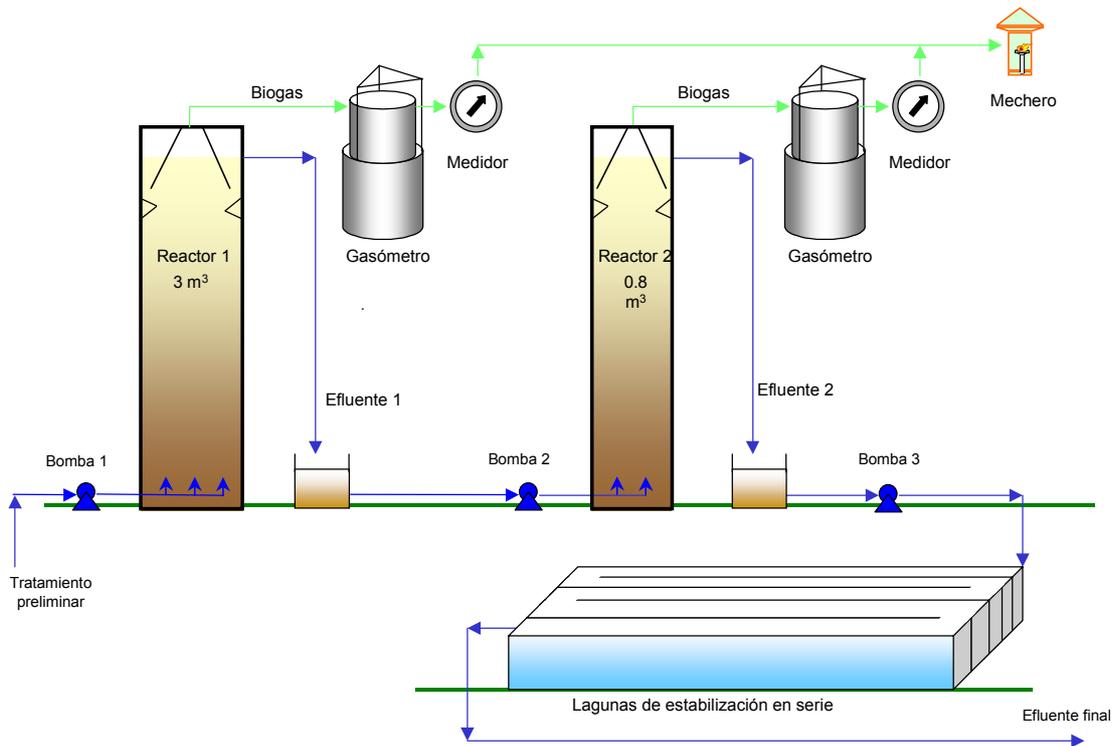


Figura 1 – Sistema Combinado de Reactores UASB- Lagunas de Estabilización. Escala de planta piloto ( Seghezzo et al, 2002).

### Técnicas Analíticas

Para la caracterización del efluente se realizaron análisis físico-químicos, dos veces por semana en muestras compuestas (500 mL cada 3 h durante 24 h) de los líquidos de entrada y salida de cada unidad. Los análisis se realizaron de acuerdo al Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (1995) y mediante micro-métodos HACH® en el Laboratorio de Estudios Ambientales (LEA) dependiente del Consejo de Investigación de la Universidad Nacional de Salta (CIUNSa) y del Instituto de Energías No Convencionales(INENCO).

Los parámetros analizados fueron: Temperatura, pH, alcalinidad, AGV= Ácidos Grasos Volátiles; SS= Sólidos Suspendedos; CND= Conductividad; TDS= Total de Sólidos Disueltos; DQO= Demanda Química de Oxígeno; ST= Sólidos Totales; SV = Sólidos Volátiles; SST = Sólidos Suspendedos Totales; SSV = Sólidos Suspendedos Volátiles.

Los recuentos de huevos de parásitos se realizaron utilizando la *Técnica de Bailingier-OMS*, aprobada por la Organización Mundial de la Salud (WHO, 1989) con cámara de Mac Master con un tiempo de realización de 18 horas, Dicha técnica fue adaptada teniendo en cuenta las características del efluente.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### *Determinación de Parámetros Físico-Químicos en el Sistema Combinado*

La Tabla 1 muestran los valores promedio de todos los parámetros analizados durante el transcurso de la experiencia. En el primer reactor (R1), la remoción promedio de Sólidos Totales y Volátiles fue de 53 y 59%, respectivamente. La eficiencia de remoción de Sólidos Totales y Volátiles fue baja en el segundo reactor (R2) durante todos los periodos considerados. La eficiencia de remoción de Sólidos Suspendidos Totales (SST) y Volátiles (SSV) de los reactores UASB (R1+ R2) fue de 98,1 y 99,1%, respectivamente. Los análisis físico-químicos muestran una alta remoción de nutrientes en las LDE, cumpliéndose con los límites permitidos para descarga a cuerpos de agua superficiales (Seghezzi *et al*, 2.002).

Parámetro	Punto de muestreo			
	Entrada R1 (Media ± ds)	Salida R1 (Media ± ds)	Salida R2 (Media ± ds)	Salida Lagunas (Media ± ds)
Temperatura (°C)	22.4 ± 0.4	22.2 ± 0.5	22.4 ± 0.6	21.6 ± 1.1
PH	7,56 ± 0,05	7,67 ± 0,07	7,73 ± 0,09	8,64 ± 0,21
Alc (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	175,9 ± 5,3	183,1 ± 4,7	188,9 ± 5,0	108,9 ± 7,2
AGV (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	19,8 ± 2,7	17,4 ± 1,9	17,5 ± 1,6	16,6 ± 2,4
SS (mg/L)	325,2 ± 53,4	45,5 ± 4,1	30,3 ± 4,1	49,3 ± 6,3
CND (µS/cm)	0,63 ± 0,02	0,65 ± 0,02	0,64 ± 0,02	0,48 ± 0,03
SDT (g/L)	0,32 ± 0,01	0,33 ± 0,01	0,32 ± 0,01	0,25 ± 0,02
DQO (mg/L)	428,9 ± 46,1	79,0 ± 5,5	50,0 ± 4,4	94,1 ± 10,5
ST (g/L)	0,790 ± 0,078	0,365 ± 0,031	0,394 ± 0,067	0,402 ± 0,035
SV (g/L)	0,391 ± 0,058	0,148 ± 0,030	0,190 ± 0,064	0,202 ± 0,038
SST (mg/L)	391 ± 68	22,0 ± 4,4	7,7 ± 2,1	24,0 ± 4,7
SSV (mg/L)	190 ± 41	9,1 ± 1,3	2,4 ± 0,7	4,2 ± 1,0

Tabla 1. Resultados promedios de la operación del sistema durante todo el período experimental. Valores promedio ± Desviación estándar.

### *Eficiencia de remoción de parásitos en cada parte del sistema en relación a las temperaturas medias.*

En la tabla N° 2 se muestra el porcentaje de remoción de parásitos en cada unidad del sistema (Entrada menos Salida) en cada período operativo, la remoción total del Sistema Combinado y las temperaturas medias del sistema y del ambiente.

Período Operativo	T. Amb.	REACTOR 1			REACTOR2		LAGUNAS	
		%Rem	T. Entr.	T. Salida	% Rem.	T. Salida	%Rem	T. Salida
I Mayo-Junio	19.0	83	20.5	19.9	59	19.6	77	16.8
II Julio-Septiembre	21.5	88	19.5	19.2	14	19.1	92	18.9
III Octubre-Noviembre	27.2	92	23.0	22.8	9	23.6	96	24.4

Tabla 2. Eficiencia de remoción de parásitos en cada período operativo y temperaturas medias en el sistema

En los reactores no se observa una clara correspondencia entre las eficiencias de remoción y temperaturas, en particular para el Reactor 2. Sin embargo en las lagunas se observan mejoras en la eficiencia de remoción, con el aumento tanto de la temperatura de salida como la del ambiente. Esto se debería a que las lagunas están más expuestas a las condiciones ambientales. En ellas la elevación de temperatura favorece los procesos biológicos de formación de algas y probablemente la sedimentación de los quistes de protozoos y huevos de helmintos. La observación microscópica permitió detectar la proliferación de algas como así también de rotíferos y crustáceos, indicadores de un proceso aerobio de purificación biológica muy eficiente.

En las Figuras 2,3 y 4 se observan los porcentajes de remoción para cada período operativo del Sistema Combinado de reactores y lagunas.

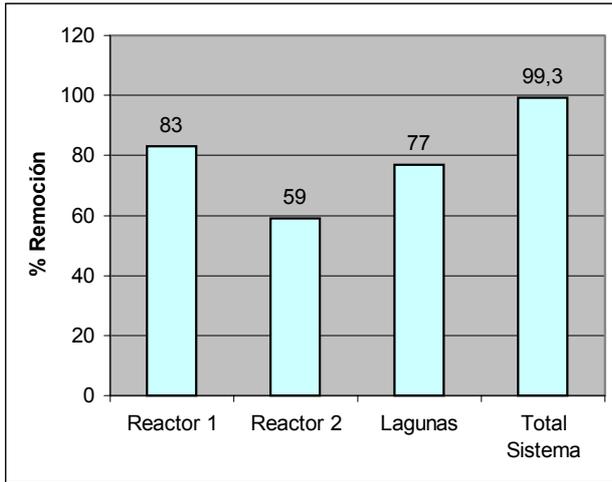


Fig.2 Porcentaje de remoción en tratamiento combinado en periodo I

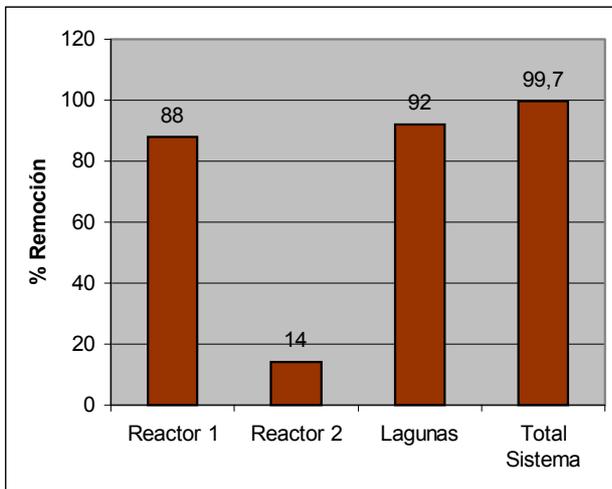


Fig.3 Porcentaje de remoción en tratamiento combinado en periodo II

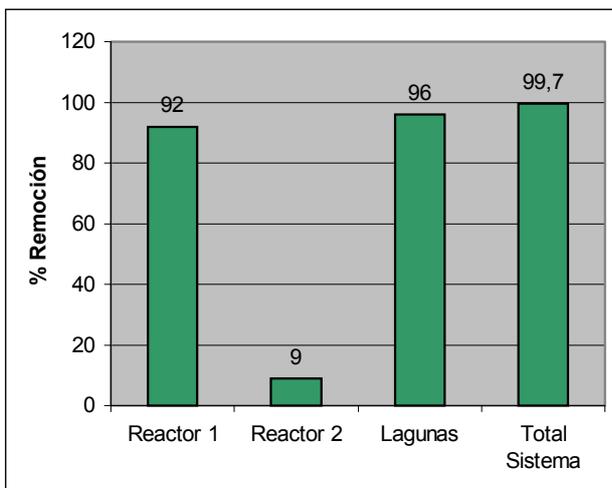


Fig. 4 Porcentaje de remoción en tratamiento combinado en periodo III

En el Reactor 1 hay una elevada remoción de parásitos durante los tres periodos estudiados. En este reactor se había observado que la masa de lodo o flóculos generada fue abundante (Seghezzeo et al, 2.002), probablemente porque el influente

contiene una gran cantidad de sólidos suspendidos que actúan como soporte físico de retención, originándose una estructura compleja que contiene bacterias y protozoarios, hongos, helmintos, células vivas y muertas.

En cambio, en el Reactor 2 la remoción es baja lo que puede atribuirse a que éste no desarrolló un manto de lodos apreciable, según ha quedado demostrado por las mediciones realizadas de su espesor durante toda la experiencia (Seghezzo *et al.*, 2002).

Tanto en el Reactor 1 como en las lagunas, la remoción de los huevos de parásitos aumenta en cada período estudiado, probablemente influenciado más por la elevación de la temperatura ambiental que por el cambio del TRH, incrementando la remoción total del sistema de 99,3 (período invernal) hasta 99,7 (período estival).

## CONCLUSIONES

Se caracterizó el líquido cloacal durante su procesamiento en un sistema combinado de dos reactores UASB y lagunas de estabilización, mediante la determinación de parámetros físico – químicos mostrando una alta remoción de nutrientes cumpliendo con los límites permitidos para descarga a cuerpos receptores .

En el Reactor 1 la remoción de los huevos de parásitos fue de 83% en el período invernal (Temperatura media = 19,9 °C) y de 92 % en el período estival (Temperatura media = 22,8 °C). En el Reactor 2 se presentaron bajas remociones de huevos de helmintos, probablemente porque no se formó un manto de lodo adecuado. En las lagunas de estabilización las remociones fueron 77 % en el período invernal (Temperatura media del líquido =16.8 °C ) y 96 % en el período estival (Temperatura media del líquido = 24.4 °C ).

La remoción total del sistema fue de 99,3 % en el período invernal (Temperatura media ambiental de 19°C) y de 99,7 % en el período estival (Temperatura media ambiental de 27,2 °C) resultando ser una opción atractiva para el tratamiento de líquidos cloacales en regiones subtropicales.

## BIBLIOGRAFÍA

- American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA) and Water Environment Federation (WEF) (1995). Standards Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19<sup>th</sup> Edition. Eaton, A.D., Clesceri, L.S. and Greenberg, A.E., Eds. APHA, AWWA, WEF. Washington.
- Arceivala, S.J., (1970). Waste stabilization ponds: Design, construction and operation in India. Central Public Health Engineering Research Institute, Nagpur, India.
- Cordero Rodríguez N., (1986) Remoción de microorganismos en varios sistemas de postratamiento de aguas residuales domésticas utilizando el sistema UASB como tratamiento primario. Cali; Universidad del Valle;. 91 p. Presentada a: Universidad del Valle. División de Ciencias. Plan de Estudios de Biología. Grado obtenido: Biología .
- Seghezzo L., Trupiano A. P., Liberal V., Cuevas C. M., (2001). Planta piloto para el tratamiento anaeróbico-aeróbico de líquidos cloacales en Salta, Argentina. Revista de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente, ASADES (2001).
- Seghezzo L., Guerra R.G., González S. M., Trupiano A. P., Figueroa M. E., Cuevas C. M., Zeeman G., Lettinga G., (2002). Removal efficiency and methanogenic activity profiles in a pilot-scale UASB reactor treating settled sewage at moderate temperatures. *Water Science and Technology*, **45** (10), 243 – 248.
- Van Haandel A.C., Lettinga G., (1994). Anaerobic sewage treatment. A practical guide for regions with a hot climate. Chichester, England. John Wiley & Sons Ltd. 226 p.
- WHO (World Health Organization) (1989). Health guidelines for the use of wastewater in agriculture and aquaculture. Technical Report Series 778. Ginebra, Suiza.
- Yáñez Cossio F., (1980). Evaluation of the San Juan stabilization ponds: Final research report of the first phase. Report of CEPIS/PAHO, Lima, Perú.

## ABSTRACT

The objective this work was the study of the removal efficiency of helminthes eggs in a Combined System of Treatment made up by two reactors UASB and Lagoons of Stabilization on pilot scale. The system was located in the Sewage Treatment Plant in the city of Salta (Argentina). The analyses were carried out with 19 samples, during the period May-November of 2002. In the Reactor 1 parasites eggs removal was 83% during the winter and 92 % in the summer. In Reactor 2 removals were low, probably due to unsuitable sludge shape. The removals in stabilization ponds were of 77 % and 96 % in the respective periods. Total removal of helminthes eggs in the system was 99.3 % in the winter period and 99.7 % in the summer period turning out to be an attractive option for the treatment of sewage in subtropical regions.

**Keywords:** Parasite Removal, helminthes, sludge, stabilization ponds, UASB,.