

# **EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA Y LA ESTABILIDAD DE UN SISTEMA DOS FASES TRATANDO AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE MATADERO**

**Recibido: 20 Mayo de 2015**

**Aprobado: 30 Julio de 2015**

José Zabaleta <sup>1</sup>, Luis Ramírez <sup>1\*</sup>, Eliana cortes <sup>2</sup>

1: Ingeniería Ambiental y sanitaria, Universidad Popular del Cesar. Valledupar, Colombia

2: Ingeniería Ambiental y sanitaria, Universidad Popular del Cesar. Valledupar, Colombia

\* joseazaur16@yahoo.es

## Resumen

Se evaluó el comportamiento de la eficiencia de un sistema de dos fases conformado por un Acidificador más un reactor UASB a escala laboratorio, para la degradación biológica de las aguas residuales generada en el matadero de la empresa COOLE SAR S.A de la ciudad de Valledupar- Cesar (Colombia). inicialmente se aclimato en lodo y luego se adaptó al reactor posteriormente al Acidificador para luego operar el sistema de dos fases conformado por un Acidificador y UASB, durante la investigación se analizaron parámetro como el pH, Temperatura, Alcalinidad, AGV, SST, SSV y DQO para el monitoreo de la estabilidad y la remoción de carga orgánica en el sistema, y se evaluó a tiempo de retención hidráulico de 36, 24, 12, 9, 6 y 3 horas obteniendo porcentajes de remoción del 96,37, 91.34, 80.70, 51.41, 31.48 y 21.52 % demostrando que el sistema de dos fases es eficiente para tratar esta agua residual proveniente de mataderos.

Palabras Clave: Tecnología anaerobia, Reactor UASB, Acidificador, Degradación, Matadero.

Área temática: Agua

## Abstract

The behavior of the efficiency of a two-phase system shaped by a Acidifier and UASB reactor to laboratory scale, for biodegradation of waste water generated in the COOLE SAR SA Company slaughterhouse of Valledupar City (colombia). initially was acclimated in mud and then adapted to reactor and later to acidifier, then operate the two-phase system consisting of a Acidifier and UASB, during the investigation parameters such as pH, temperature, alkalinity, VFA, SST, VSS and COD were analyzed for monitoring of stability and the removal of organic load on the system, and evaluated hydraulic retention time of 36, 24, 12, 9, 6 and 3 hours obtaining removal percentages of 96.37, 91.34, 80.70, 51.41, 31.48 and 21.52 %, demonstrating that the two-phase system is efficient to treat the waste water from slaughterhouses.

**Keywords:** Anaerobic Technology, UASB Reactor, Acidifier, Degradation, Slaughterhouse.

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo tecnológico e industrial, el incremento de la producción industrial y el crecimiento de las poblaciones han ocasionado que los contaminantes de los residuos líquidos (industriales, domésticos) se incrementen día a día, en volumen, carga, concentración y diversidad, que al verterlas sobre los cuerpos Receptores (Maldonado & Ramón 2006). En general, los efluentes de mataderos tienen altas temperaturas y contienen elementos patógenos, además de altas concentraciones de desechos orgánicos generados en el proceso de sacrificio, debido a la composición de esta agua residual que contiene proteínas, grasas en forma soluble, Ácidos grasos volátiles, Solidos suspendidos totales, se obtiene un efluente que presenta una importante cantidad de estos sólidos de lenta biodegradación.

Actualmente las aguas residuales que provienen de las diferentes actividades desarrolladas por la empresa COOLESAR S.A. en la ciudad de Valledupar Colombia, con componentes orgánicos, se están descargando directamente al sistema de alcantarillado municipal, cuyo destino final son las lagunas de oxidación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales "SALGUERO" del municipio de Valledupar – Cesar. Las cuales por su naturaleza, no están diseñadas para tratar los constituyentes de esta clase de agua residual, alterando el funcionamiento de éstas. Teniendo en cuenta la naturaleza y complejidad de estos efluentes, es factible su tratamiento mediante procesos biológicos anaerobios por los bajos costos de operación y por las altas cargas orgánicas que estos sistemas pueden soportar Diaz & Vega (2013).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Tabla 1: Características fisicoquímica de las aguas residuales producidas en el matadero de la empresa COOLESAR S.A.

Parámetros	Método Según El APHA - AWWA-WPCF	Numeración Valores
DQO	5220B	5780mgO <sub>2</sub> /L
SSV	2540E	281 mg/L
SST	2540D	483 mg/L
Alcalinidad	2320B	360 mg/L
pH	4500- H+ B	7,47
Temperatura	2550B	32 °C

### Descripción Del Sistema Compuesto Por Un Acidificador Seguido De Un Reactor UASB

En la Ilustración 1 se muestra como el sistema está compuesto por un Acidificador seguido de un reactor UASB y su funcionamiento.

### Ilustración 1. Sistema de dos fases utilizado



#### Inicio de adaptación y arranque de los reactores

Inicialmente se inoculó el reactor con UASB con el 30% del volumen útil de reactor que corresponde a 500cm<sup>3</sup> de lodo activado proveniente de una industria cervecera, ubicada en la ciudad de Barranquilla, luego se arrancó el reactor con residuo diluido (30%) y recirculación (100%), se incrementó gradualmente la concentración del residuo y se suprimió la recirculación hasta alcanzar la concentración normal del residuo crudo.

El Acidificador se inició proporcionándole afluente durante 15 días a la intemperie para que los microorganismos que están en el ambiente lleguen de forma natural y se comiencen a dar las dos primeras fases de la degradación biológica (hidrolisis y Acidogénesis).

La operación del sistema de dos fases Acidificador más UASB a escala de laboratorio se inició una vez superada la etapa de aclimatación y arranque del Acidificador y el reactor UASB.

Se inició la evaluación bajo el modelo de flujo continuo con un tiempo de retención hidráulica de 36 horas, alimentándolo con una DQO de 5780 mgO<sub>2</sub>/l, operó de manera continua durante un periodo de 110 días a distintos TRH tratando las aguas residuales provenientes de las actividades de sacrificio de la empresa COOLE SAR S.A., en los cuales se hicieron muestreos periódicos en los puntos de entrada, Acidificador y salida del efluente del sistema. Se midieron los parámetros de: pH, Alcalinidad, Temperatura, Ácidos Grasos Volátiles (AGV), SST, SSV y DQO. Estas pruebas se realizaron en el laboratorio de mecánica de fluido de la Universidad Popular del Cesar siguiendo el Standard Methods for Examination of Water and Wastewater de la APHA, AWWA, WPCF (18th edition).

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

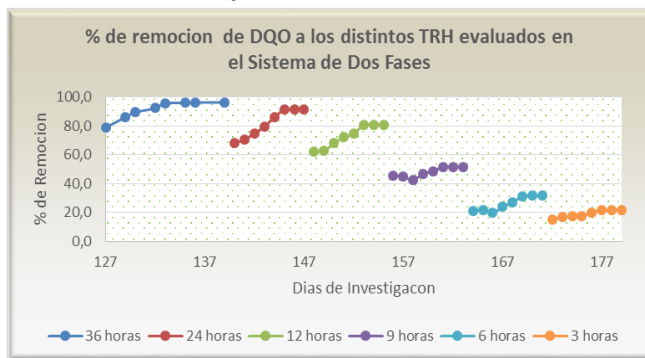
En la Gráfica 1 se analizó el comportamiento del sistema de dos fases (Acidificador y un UASB), que para un TRH de 36 horas obteniendo la mayor remoción en la investigación con un 96,37% este resultado fue evaluado durante 12 días consecutivos obteniendo una gran estabilidad y arrojando el mismo resultado demostrando su gran eficiencia, luego disminuyó el TRH a 24 horas el sistema alcanzó un porcentaje de remoción del 91,34%; con una COV aplicada de 3,56 KgDQO/m<sup>3</sup>d se puede considerar este TRH como eficiente porque se observó que el porcentaje de remoción aumentó considerablemente alcanzando porcentajes muy superiores al 80% este resultado es similar al reportado por Elisabeth Behling 2003, que a un TRH de 24 horas obtuvo un porcentaje de remoción de la DQO de 93,8% en un sistema de tratamiento de dos fases, El siguiente TRH ensayado fue de 12 horas, con el cual se alcanzó un porcentaje de remoción

del 80,70% con una COV aplicada de 7,27 KgDQO/m3d este TRH supero el 80% y se consideró como eficiente, luego progresivamente se llevó a un TRH de 9 horas logrando un porcentaje de remoción de 51,41% con una COV de 9,93 KgDQO/m3d fue descartado este TRH porque no alcanzó el porcentaje de remoción mínimo del 80%. el siguiente TRH a ensayar fue de 6 horas en el cual se logró una estabilidad con un porcentaje de remoción de 31,48% con una COV aplicada de 14,76 KgDQO/m3d y Por último para un TRH de 3 horas se logró una estabilización pero con porcentajes de remoción muy bajo de 21,52% con una COV de 28,69 KgDQO/m3d.

**Tabla 2: Porcentajes de Remoción de DQO a distintos TRH**

% De Remoción a los distintos TRH					
36 horas	24 horas	12 horas	9 horas	6 horas	3 horas
79,0	68,1	62,1	45,6	21,3	15,2
86,2	70,7	62,7	44,8	21,7	16,6
89,5	74,7	67,9	42,6	19,5	17,2
92,5	79,6	72,1	46,8	23,9	17,5
95,8	86,0	74,6	48,6	26,9	19,9
96,1	91,3	80,6	51,4	31,0	21,4
96,3	91,3	80,7	51,4	31,5	21,5
96,4	91,3	80,7	51,4	31,5	21,5

**Grafico 1. Porcentajes de Remoción de DQO a distintos Tiempo de Retención Hidráulica.**

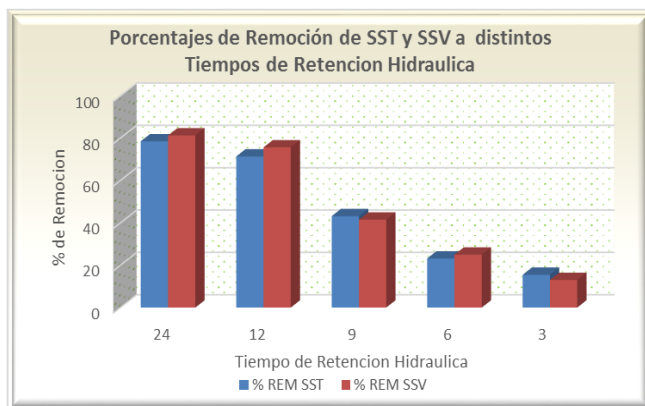


Analizando el comportamiento del sistema de dos fases (Acidificador y UASB) la (Tabla 3) nos muestra que a TRH de 24 horas es el mejor tiempo tanto para remoción de SST como para SSV con un 78,52% y 81,27% respectivamente, a TRH de 12 horas el sistema sigue demostrando su gran eficiencia arrojando altos porcentaje de remoción, a TRH 9, 6 y 3 horas hay una notoria disminución del rendimiento del sistema.

**Tabla 3: Porcentajes de Remoción de SST y SSV a distintos TRH**

% de Remoción de SST y SSV		
TRH (horas)	% REM SST	% REM SSV
24	78,52	81,27
12	71,37	75,67
9	43,17	41,52
6	23,18	25,00
3	15,50	13,04

**Gráfico 2. Porcentajes de Remoción de SST y SSV a distintos Tiempo de Retención Hidráulica.**



## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este estudio verifican que la aplicación de la tecnología de tratamiento anaerobio con reactores de dos fases (Acidificador+UASB), para la degradación biológica de efluentes de industrias cárnicas, es una mejor alternativa, ya que se reduce el TRH a 12 horas conservando la estabilidad del sistema, lo que nos permite obtener un reactor más económico, en función de su volumen. Esto es debido a que los procesos de hidrólisis y ácido génesis, se adelantan en el acidificador, con lo cual, en los siguientes dos procesos que se dan dentro del reactor UASB (Acetogénesis, Metanogénesis), se mejoran las condiciones ambientales para que las bacterias acetogénicas y metanogénicas aumenten su eficiencia durante la degradación biológica de la materia orgánica, sin que se altere el PH y se desestabilice el sistema, por la acción de la alta producción de ácidos grasos volátiles, los cuales, son generados en el acidificador y luego estos son consumidos de una forma estable (sin variaciones del PH), dentro del reactor UASB, por la acción de las bacteria ecetogénicas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AWWA. Métodos Normalizados para Análisis Potables y Residuales. Editorial Díaz Dos Santos. México D.F. 2001.
- COLOMBIA. MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO. Reglamento Técnico del Sector de Agua y Saneamiento Básico - RAS. Bogotá. 2000.
- COLOMBIA. Decreto 1500 de 2007. Bogotá.
- COLOMBIA. Decreto 1594 de 1984. Bogotá.
- DA CAMARA LESLY 2000. Manual de Diseño para Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales. 2000.
- Díaz O., Rafael, Vega S., Julio C. (2013). Efecto de la variación de la carga orgánica en el desempeño de un reactor uasb (upflow anaerobic sludge blanket) tratando efluentes de una planta extractora de aceite de palma. Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo. ISSN 1900-9178, 4 (1). pp: 23-32.
- JENNY ALEXANDRA RODRÍGUEZ V. ING. SANITARIA Msc. Profesora Asociada de la Universidad el Valle. Cali – Colombia
- FAIR GORDON, GEYER JOHN 2001. Purificación de aguas y tratamiento y remoción de aguas residuales. Tomo II. Editorial Limusa. México D.F. 2001.
- FIELD JIM. Aguas Residuales de Matadero. Título C y K. CEPIS. Universidad Agrícola de Wageningen. Holanda.
- LAGUNA LOPEZ ACELA. Digestión Anaerobia en Dos Etapas. Universidad Autónoma Metropolitana de Iztapalapa. México. 1995.
- Maldonado & Ramón (2006). Sistema de tratamiento para aguas residuales industriales en mataderos. Revista ambiental agua, aire y suelo. Vol. 1. Número 1.
- OROZCO JARAMILLO ALVARO. Bioingeniería de Aguas Residuales. Teoría y Diseño. Editorial Acodal. Bogotá. 2005.
- ROJAS OLGA. Relación Alcalinidad-Ácidos Grasos. Título D. CEPIS. Universidad del Valle. Cali. 1987.
- ROMERO ROJAS JAIRO. Tratamiento de Aguas Residuales. Teoría y Principios de Diseño. Editorial ECI. Bogotá. 1999.
- TORRES P. Material de Clase., Selección de Tratamiento para Aguas Residuales. Universidad del Cauca. Popayán. 2003.
- Chaux, Rojas y Bolaños 2009. “Producción Más Limpia y Viabilidad de Tratamiento Biológico Para Efluentes de mataderos en Pequeñas Localidades” en el municipio de “El Tambo – Cauca”. Colombia. Mayo de 2009.
- Castañeda Galván, Benjamín. “Análisis de un Sistema de Tratamiento Biotecnológico de los Residuos Generados en la Industria Cárnica. Universidad Veracruzana. México.
- Behling Q. Elisabeth H. Comportamiento de un reactor biológico rotativo de contacto (RBC) en el tratamiento de efluentes de una industria cárnica. Universidad del Zulia. Venezuela. 2003.
- Caldera yaxcelis2005: Efecto de la carga orgánica en el funcionamiento de un reactor UASB durante el tratamiento de efluente cárnico. Universidad del Zulia. Venezuela. 2005