

**EFFECTO DE AGREGAR UNA LAGUNA ANAEROBIA A UN SISTEMA DE DOS-  
LAGUNA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE UNA  
PLANTA INDUSTRIAL**

**por Hugo A. Guillén-Trujillo**

**RESUMEN**

Se evaluó la eficacia de un sistema de tres-LAGUNAS para el tratamiento de aguas residuales de una planta industrial para la esterilización de la mosca durante 23 meses. El agregar una tercera LAGUNA anaerobia (mes 9) al sistema inicial de dos LAGUNAS aerobicas notablemente disminuyó la demanda bioquímica de oxígeno (BOD5) a niveles estipulados por la ley mexicana. Fue observado que la mejora en la calidad de agua del efluente del sistema era una consecuencia de un proceso del tratamiento. La demanda bioquímica de oxígeno (BOD5) estaba reducido por 97% que reunió los requisitos legales. El mantenimiento constante y mejora en el sistema del tratamiento provocaron una disminución en los valores del efluente debajo de 4.9 mg BOD5/ml. El nitrógeno, medido como el Nitrógeno de Kjeldahl Total (TKN), estaba dentro de la norma (<40 mg/l como TN). Sin embargo, conductas erráticas se observaron para fósforo (P-PO4) y una estabilización del parámetro de acuerdo con las normas se logró en el último año del estudio. Aunque el porcentaje de reducción de BOD5 fue del 90%, hacen falta datos para otros parámetros para medir la eficacia del sistema en una perspectiva íntegral.

**INTRODUCCIÓN**

**ÁREA DE ESTUDIO**

La Comisión Mexicoamericana para la Erradicación del Gusano ( hominivorax Cochliomyia) que afecta el ganado, tiene un proyecto de esterilización de moscas en Chiapas, México. Esta planta industrial, localizada cerca de Tuxtla Gutiérrez, descarga su efluente en el Río Grijalva. La planta es un prototipo para los programas de manejo biológico a través de esterilización del insecto que produce la erradicación sin el uso de insecticidas (Guillén-Trujillo et al., 2001). Este programa ha tenido mucho éxito exterminando la mosca. La producción actual en la planta está alrededor de 143 millones de insectos estériles por semana y se dispersan 3 millones en el área circundante. Por razones de seguridad; el resto se envía a Costa Rica, Panamá y Jamaica. (CMAEGBG, 1999).

#### SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES

El objetivo es tratar los materiales biológicos que se generan en el proceso de producción de insectos esterilizados. Para lograr los requisitos de calidad de agua mexicanos (NOM-001-ECOL-1996), la planta tenía un proceso del tratamiento que consistió en dos LAGUNAs aerobicas inicialmente. Una LAGUNA anaerobia se agregó después al extremo delantero del sistema. La carga orgánica generada en el proceso de la producción es básicamente la dieta que el insecto consume durante su fase de la larva. La composición, en el peso seco, consiste principalmente de: sangre (6%), huevos (4%), leche (4%), gel (2%), y agua (84%) (CMAEGBG, 1999).

#### MÉTODOS

Los métodos del laboratorio usados para BOD5, el Nitrógeno de Kjeldahl Total (TKN) y los Fosfatos Totales (P-PO4) son aquéllos especificados por la ley mexicana. Según NOM-001-ECOL-1996, las concentraciones máximas permitidas para la descarga en los ríos de uso público, es 75, 40 y 20 mg/l para BOD5, Nitrógeno Total y Fósforo del Total, respectivamente (CNA, 1999).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante los primeros 8 meses del estudio, el sistema del tratamiento consistió inicialmente en dos LAGUNAs aerobicas. En el noveno mes del estudio, una tercera LAGUNA se agregó al extremo delantero del sistema. Esta LAGUNA, 4.5 m de profundidad y con un tiempo de la retención hidráulico (HRT) de 8 días, se mantuvo bajo las condiciones anaerobias y se usó como un tanque sedimentario. Se instalaron diecisiete difusores de aire en la segunda LAGUNA (2.5 m de profundidad con un HRT de 32 días). La última LAGUNA aerobica (2 m de profundidad y un HRT de 11 días) trabaja continuamente como un sistema de pulimento.

La Figure 1 ilustra la demanda del oxígeno bioquímico (BOD5) requerido por la ley y los resultados de los análisis hechos durante los 23 meses de estudio. Este parámetro no estaba dentro de los límites legales durante los primeros 9 meses. Sin embargo, desde el décimo mes, cuando la LAGUNA anaerobia fue agregada y los difusores de aire fueron instalados, una reducción notable en BOD5 fue observada. El nivel de reducción del BOD5 (Figura 2) estaba alrededor de 97%, conforme a la legislación ambiental.

El nitrógeno del efluente del sistema medido como Nitrógeno de Kjeldahl Total (TKN). No hay datos disponibles relacionados a otras formas de nitrógeno (es decir nitratos y nitrógeno total). La Figura 3 muestra una comparación entre TKN al efluente del sistema y Nitrógeno Total requerido por la ley. Más datos se necesitan para medir la eficacia del sistema con respecto al nitrógeno.

El fósforo en las aguas residuales se analizó como fosfatos totales (P-PO4). Ninguna otra forma de fósforo fue medido. La Figura 4 compara el fósforo como P-PO4 contra Fósforo Total (TP) requerido por la ley. Durante los trece meses del estudio, el fósforo estaba debajo de los límites legales (20 mg/l). Sin embargo, se observó un aumento en el

volumen de fósforo en los meses siguientes durante el estudio. No hay información adicional disponible para explicar estas variaciones.

## CONCLUSIÓN

El agregar una LAGUNA anaerobia al sistema inicial de dos LAGUNAs aerobicas, y reemplazar los difusores de aire mejoró la calidad de agua del efluente de la planta que se descarga en el río. Como consecuencia, la planta se mantuvo dentro de los parámetros requeridos por la legislación ambiental con respecto a la BOD5), algunas formas de nitrógeno y fósforo. El porcentaje de reducción de BOD5 estuvo inicialmente alrededor de 90%, y mejoró a 97% debido a las nuevas mejoras del sistema de tratamiento. La eficacia de remoción del nitrógeno no es calculada porque los datos se relacionana únicamente al TKN. El fósforo (como P-PO4) mostró algunas variaciones durante el periodo de estudio. Se requiere de información adicional para una evaluación integral del sistema.

## BIBLIOGRAPHY

- Mexican-American Commission for Control of the Worm (*Cochliomyia hominivorax*) (CMAEGBG). 1999. Monthly Report. September, 1999. Mexico.
- National Commission of Water (CNA). 1999. Mexican Official Norms. Mexico.
- Guillén-Trujillo, Hugo A., O. Pérez-Ovilla and L.M. Rojas-Luis. 2001. Calidad del Agua del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de la Planta de Moscas Estériles (CMAEGBG). *Revista de Ingeniería*, Year 5, Number 6, January 2001. Mexico.

## APPENDIX

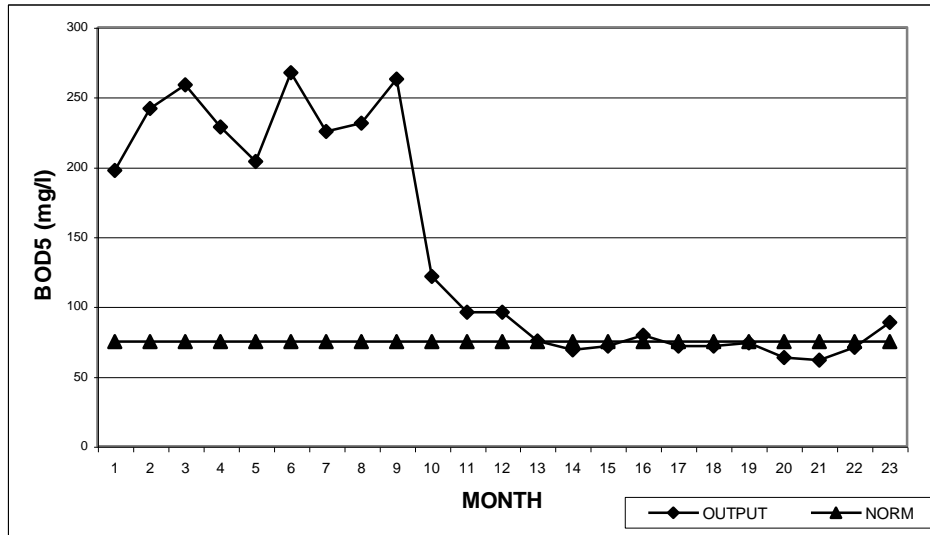


Figure 1. Efluate BOD<sub>5</sub> versus BOD<sub>5</sub> Required by NOM-001-ECOL-1996.

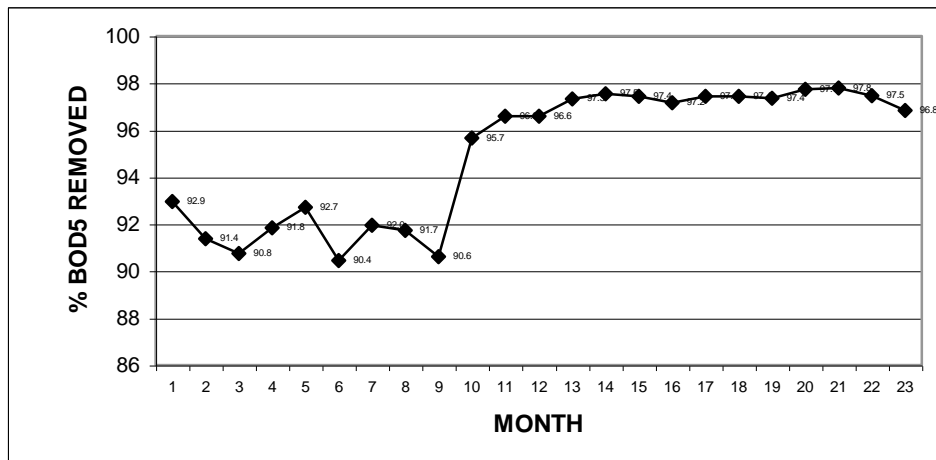


Figure 2. BOD<sub>5</sub> Removal Efficiency of the Three-Lagoon System.

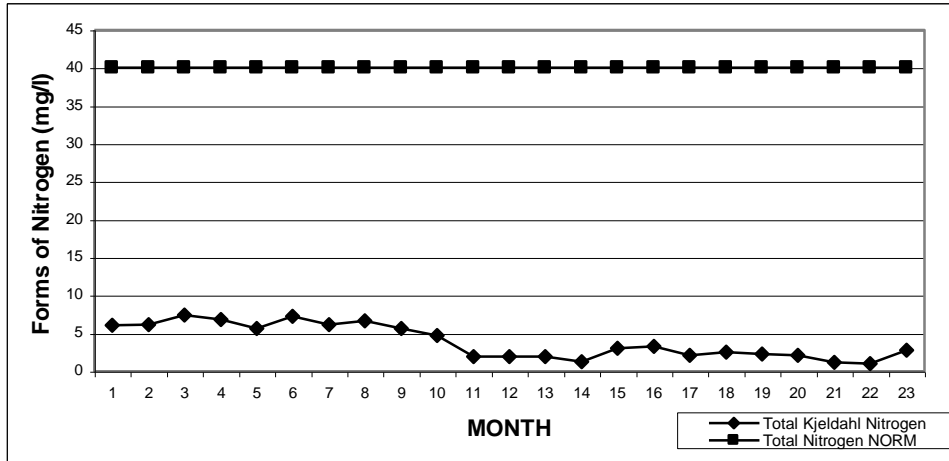


Figure 3. Effluente TKN versus TN Required by NOM-001-ECOL-1996.

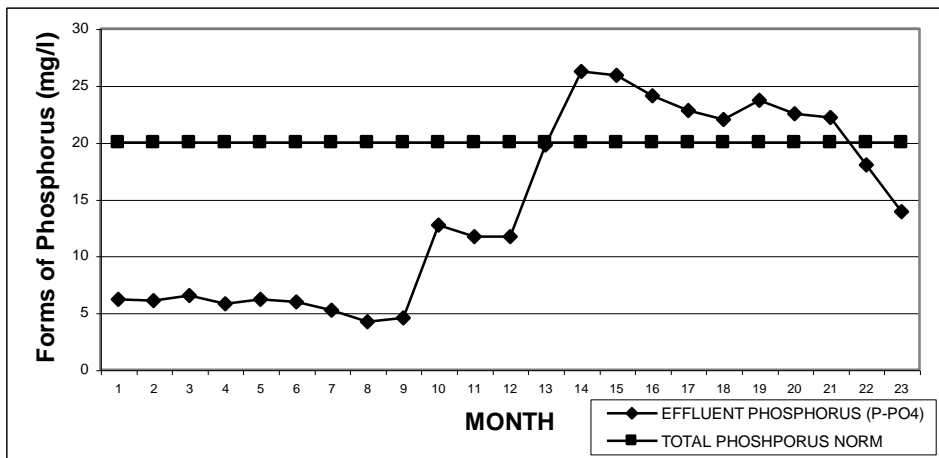


Figure 4. Effluente P-PO<sub>4</sub> versus TP Required by NOM-001-ECOL-1996.