

Influencia de microorganismos nativos en el tratamiento de efluentes residuales de camales

Influence of natives microorganisms in the treatment of slaughterhouses wastewater

Lizzie Karen Becerra-Gutiérrez^{1,a}, María Valeria Horna-Acevedo^{2,b}, Katya Irma Barrionuevo-Albújar^{2,3,b}.

RESUMEN

Introducción: Las aguas residuales de matadero poseen una elevada concentración de materia orgánica, tanto disuelta como en suspensión, y una concentración importante de grasas, A lo largo de las últimas décadas se han liberado estos efluentes, sin tratamiento previo, al ambiente, atentando contra la salud pública y la sustentabilidad ambiental, es por ello que su tratamiento es una necesidad económica y de higiene pública. El tratamiento biológico constituye una alternativa eficiente e inocua, utilizándose bacterias que se alimentan a través de su membrana citoplasmática, de la fracción soluble de la materia orgánica. **Objetivo:** determinar la influencia de microorganismos nativos en el tratamiento de efluentes residuales de camales. **Material y método:** se recolectaron efluentes residuales procedentes de cinco camales localizados en la Ciudad de Trujillo, y se procedió a trabajar con 2 grupos: el primer grupo donde se colocó efluente estático (testigo) y en el segundo grupo se colocó efluente con aireación a razón de 0,5vvm. Se midió los valores iniciales de: DQO, DBO5 y aceites y grasas y finales después de tres días de tratamiento. **Resultados:** Se observó una eficiencia del 83% y 44% en la disminución de la DQO y DBO5, siendo superior a la obtenida por el grupo testigo, la disminución de aceites y grasas del efluente fue mínima. **Conclusión:** el tratamiento de efluentes residuales de camales mediante lodos activados resulta una alternativa eficiente para disminuir el grado de contaminación de estos efluentes.

Palabras clave: Contaminación del Agua, Bacterias, Saneamiento de Mataderos. (Fuente: DeCS-BIREME).

ABSTRACT

Introduction: Slaughterhouse wastewater has high concentration of organic matter, both dissolved and suspended, and a high concentration of fats. Over the last decades these effluents have been released to the environment without previous treatment, threatening public health and environmental sustainability, in this way its treatment is an economic and public health need. Biological treatment is an efficient and safe alternative, using bacteria that feed, through the cytoplasmic membrane, on the soluble fraction of organic matter. **Objective:** To determine the influence of native microorganisms in the treatment of slaughterhouses wastewater. **Material and Methods:** effluents from five slaughterhouses located in the city of Trujillo were collected, and we worked in two groups: the first group with static effluent (control) and the second group with effluent with aeration at 0,5vvm

reason. COD, BOD5 and final oils and fats after three days of treatment; the initial values were measured. Results: an efficiency of 83% and 44% in decreasing of COD and BOD5 was observed, which is higher than the results obtained in the control group; the oils and fats decreased in the effluent was minimal. **Conclusion:** the treatment of slaughterhouses wastewater by activated sludge is an efficient alternative to reduce the level of pollution of these effluents.

Keywords: Water Pollutants. Bacteria. Slaughterhouse Sanitation (Source: MeSH-NLM).

INTRODUCCIÓN

Las aguas residuales de matadero poseen una elevada concentración de materia orgánica, tanto disuelta como en suspensión, que fundamentalmente está constituida por proteínas y sus productos de descomposición, como ácidos orgánicos volátiles, aminas y otros compuestos orgánicos nitrogenados. Las aguas residuales de matadero también tienen una concentración importante de grasas, que pueden interferir gravemente en su tratamiento, así como una

1. Universidad San Martín de Porres –Filial Norte, Chiclayo-Perú.

2. Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo-Perú.

3. Soluciones Agrosostenibles SAC.

a. Licenciada en Biología, Doctora en Microbiología.

b. Licenciado en Biología.

concentración variable de productos oligocelulósicos. A lo largo de las últimas décadas, se han liberado estos efluentes sin tratamiento previo al ambiente, atentando contra la salud pública y la sustentabilidad ambiental, es por ello que el tratamiento de estos efluentes y la eliminación de los desechos es una necesidad económica y de higiene pública⁽¹⁾.

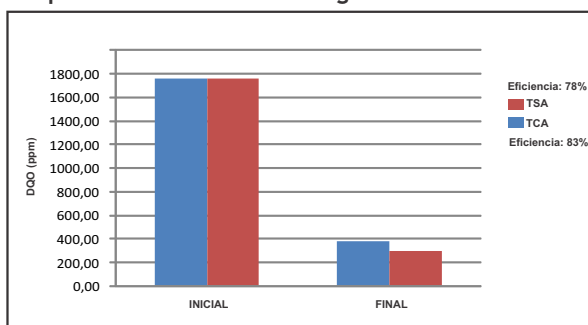
La principal fuente de contaminación de las aguas residuales de los mataderos se originan de las heces y orina, sangre, pelusa, lavazas y residuos de la carne y grasas de las canales, los suelos, los utensilios, alimentos no digeridos por los intestinos, las tripas de los animales sacrificados y de vapor condensado procedente del tratamiento de los despojos⁽¹⁾.

El tratamiento biológico en la eliminación de contaminantes es importante y complementario, la utilización de bacterias es necesaria debido a que ellas se alimentan a través de su membrana citoplasmática, utilizando la fracción soluble de la materia orgánica⁸. Por tal motivo, la presente investigación tiene como objetivo determinar la influencia de microorganismos nativos en el tratamiento de efluentes residuales de camales

MATERIAL Y MÉTODOS

Se recolectaron efluentes residuales procedentes de los cinco camales localizados en la Ciudad de Trujillo, a los cuales se les evaluó los parámetros de contaminación como Demanda química de oxígeno (DQO), Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) y Aceites y grasas, utilizando la Metodología descrita por HATCH Posteriormente, los efluentes fueron llevados al laboratorio de Investigación y desarrollo de la empresa SOLAGRO SAC, con la finalidad de realizar el análisis y ensayos correspondientes. Para la realización de éste último, se procedió a trabajar con 2 grupos: el primer grupo donde se colocó efluente estático y en el segundo grupo se colocó efluente con aireación a razón de 0,5vvm, Los grupos estuvieron conformados por 3 unidades y se realizaron 4 repeticiones.

Gráfico N°01: Valores inicial y final de la DQO (ppm) después del tratamiento biológico.



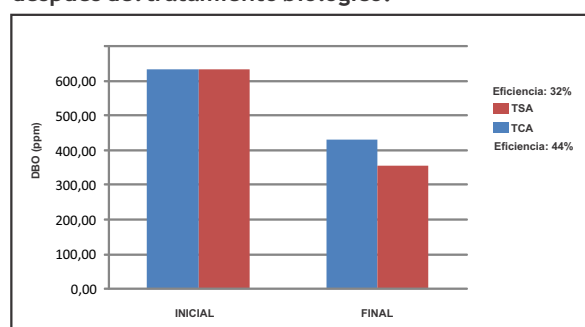
TSA: Testigo, sin aireación, TCA: Tratamiento biológico, con aireación.

En cada grupo se consideró un volumen representativo de 4L, se hizo medición inicial de los parámetros: DQO, DBO y aceites y grasas luego se distribuyó en los grupos y se evaluaron los efluentes al tercer día.

Los resultados obtenidos fueron tabulados y representados mediante tablas y gráficos.

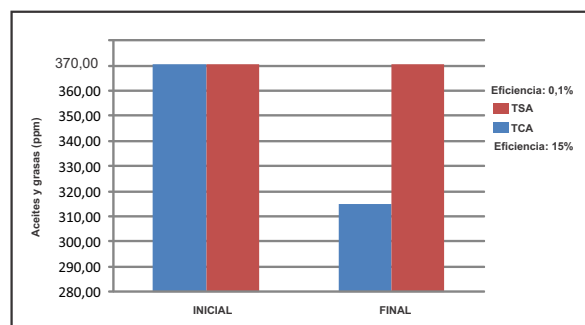
RESULTADOS

Gráfico N°02: Valores inicial y final de la DBO (ppm) después del tratamiento biológico.



TSA: Testigo, sin aireación, TCA: Tratamiento biológico, con aireación.

Gráfico N°03: Valores inicial y final de Aceites y Grasas (ppm) después del tratamiento biológico.



TSA: Testigo, sin aireación, TCA: Tratamiento biológico, con aireación.

DISCUSIÓN

Uno de los problemas ecológicos y sociales de mayor impacto, atendido por las tecnologías de bioremediación, ha sido el ocasionado por derrames de petróleo y sus derivados en medios acuosos, suelos y sedimentos. Esta problemática ha conducido a la remediación de estos sitios mediante la aplicación de biotensoactivos o las cepas de los microorganismos que los producen.

Se ha demostrado que en sistemas acuosos donde existen compuestos hidrofóbicos, la adición de biotensoactivos incrementa su solubilidad. Por ejemplo, la solubilidad del octadecano en agua es de

0,006 mg/L, pero la adición de ramnolípidos la incrementa hasta cerca de 250 mg/L, donde el aumento en la solubilidad está asociado al rápido decremento en la tensión superficial (Zhang y Miller 1992). Este comportamiento es corroborado por una extensa cantidad de trabajos. Wouther y Dick (2002) reportaron que la solubilidad de diferentes tipos de alcanos de cadena larga se incrementa al utilizar ramnolípidos como agentes tensoactivos, lo que a su vez condujo a un aumento en las tasas de biodegradación. Tang et al. (2007), durante un proceso de biodegradación de crudo, obtuvieron un decremento de tensión superficial de 50 a 35 N/m en 24 horas, alcanzando la máxima reducción a las 96 horas (32 N/m), con una biodegradación del compuesto de hasta 60%. Chakrabarty (1985) fue de los primeros en reportar a una cepa (SB30) de *Pseudomonas aeruginosa* como microorganismo aislado de aguas marinas, capaz de producir un ramnolípido que dispersa rápidamente hidrocarburos en gotas muy pequeñas, lo que ha hecho de este microorganismo uno de los principales agentes bióticos para la remediación de costas contaminadas con hidrocarburos.

Otra aplicación importante de microorganismos productores de biotensoactivos en sistemas acuosos ha sido en la limpieza de tanques de almacenamiento de crudo (Banat et al. 1991). El biotensoactivo emulsán ha sido empleado en sistemas petróleo-agua para la limpieza de buques tanque, reducción en la viscosidad de petróleo pesado, mejoramiento en la recuperación de crudo y estabilización de emulsiones en combustibles (Banat et al. 1991, Banat 1995).

En los procesos de biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos, también ha sido extenso el uso de biotensoactivos (surfactina, ramnolípidos y otros) y los microorganismos que los producen (*Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Pseudomonas putida*, entre otros) (Atlas 1991, Dave et al. 1994, Ghosh et al. 1995). La degradación de los hidrocarburos contaminantes de suelos y sedimentos depende de diferentes factores, como la presencia de microorganismos degradadores, la composición de los hidrocarburos, la actividad del agua, el pH, la temperatura y la disponibilidad de nutrientes inorgánicos y oxígeno. Además de los anteriores, se debe considerar la dependencia de las interacciones fisicoquímicas que se establecen entre los hidrocarburos con la matriz porosa y la fracción de materia orgánica de suelos y sedimentos. Debido a la naturaleza de la matriz porosa del suelo y a su contenido de materia orgánica, los hidrocarburos de mayor peso molecular y menor solubilidad en agua tienden a intemperizarse en los microporos de las partículas del suelo, siendo inaccesibles como fuentes de carbono y energía para los microorganismos. Ante esta situación, los biotensoactivos actúan incrementando la biodisponibilidad de los

contaminantes mediante la acción paralela de un fenómeno de desorción y solubilización, desplazando preferentemente el equilibrio de reparto de los hidrocarburos hacia la fase acuosa al interior de los microporos, lo que permite que se lleven a cabo los procesos de transferencia de masa y biodegradación.

Diversos estudios han demostrado que el uso de biotensoactivos en suelos y sedimentos contaminados con hidrocarburos policíclicos aromáticos, conduce a un aumento en la biodisponibilidad y mineralización de este tipo de compuestos, tales como el naftaleno y fenantreno (Deziel et al. 1996). Oberbremer y Müller-Hurtig (1989), utilizando poblaciones mixtas provenientes de suelos contaminados y mezclas de hidrocarburos aromáticos, observaron un consumo inicial de naftaleno, seguido de una producción de biotensoactivos, reflejada por la disminución de la tensión superficial del medio junto con la degradación de los demás hidrocarburos componentes de la mezcla. Foght et al. (1989) reportan que el emulsán estimula la mineralización de compuestos aromáticos en el suelo por cultivos de bacterias puras, pero inhibe el proceso de degradación cuando se emplean cultivos mixtos. Por otra parte, la adición de soforolípidos incrementa tanto la magnitud en la degradación de hidrocarburos contaminantes del suelo, como el rendimiento final de biomasa (Oberbremer et al. 1990). Berg et al. (1990) utilizaron ramnolípidos provenientes de la cepa UG2 de *Pseudomonas aeruginosa* y encontraron un incremento en la solubilidad del hexaclorobifenilo presente en sedimentos, la cual condujo a una recuperación de 31 % del compuesto en fase acuosa. Esta recuperación fue tres veces mayor a la solubilización del mismo compuesto empleando el tensoactivo químico aniónico ligninsulfonato de sodio.

Los tensoactivos también se emplean en procesos de biodegradación de pesticidas y remoción de metales, sin embargo, este es un campo relativamente nuevo. En el caso de los pesticidas, los estudios se enfocan principalmente a los de tipo organoclorado, como son el DDT y los isómeros del hexa-cloro-ciclohexano (Karanth et al. 1999, Karanth et al. 2000).

Según los resultados obtenidos, se apreció que los mejores resultados para disminución de la tensión correspondió al Ramnolípido producido por *Pseudomonas*. Como lo afirma Keith DeSanto y Donald R Keer en su patente: Uso de Ramnolípidos en el sistema de tratamiento de aguas: La adición de ramnolípidos al sistema de tratamiento de agua puede proporcionar un residuo ramnolípido en el permeado. Tener residual ramnolípido en el permeado puede prevenir la recontaminación microbiológica por los sistemas de tuberías o de almacenamiento de aguas abajo; lo cual implica que es una buena opción la aplicación de ramnolípidos en el sistema de tratamiento de efluentes⁽⁹⁾.

Así mismo, la biomasa aplicada de las bacterias seleccionadas para la producción de surfactantes, si bien no disminuye tensión, son buena opción para utilizarla como complemento debido a sus propiedades lipolíticas y biodegradadoras de materia orgánica. Esto coincide con varios trabajos donde afirman que el mecanismo de acción de microorganismos se basa en las reacciones bioquímicas catalizadas por enzimas, las cuales permiten utilizar los sólidos disueltos como fuente de energía, de tal manera que una vez aprovechados, son transformados en sólidos mineralizados o estabilizados. Por lo tanto las bacterias se alimentan a través de su membrana citoplasmática, utilizando la fracción soluble de la materia orgánica⁽¹⁰⁾.

Adicionalmente, se observó que a pesar de la eficiencia en la aplicación directa de nuestro producto a los efluentes, no se logra disminuir todos los parámetros por debajo de los LMP. Sin embargo, aplicando el tratamiento primario la eficiencia es mucho mayor, logrando complementarse en el tratamiento de efluentes, ya que como se sabe el tratamiento primario actúa, fundamentalmente sobre los sólidos suspendidos presentes en el agua residual, no así sobre los sólidos suspendidos. Estos sólidos orgánicos contaminantes, al ser microscópicos, sólo pueden ser removido a través de acción biológica: Tratamiento secundario.

Concluyéndose que el tratamiento biológico constituyen una alternativa inocua en el tratamiento de efluentes del sector pecuario y el tratamiento de efluentes residuales del sector pecuario mediante lodos activados resulta una alternativa eficiente para disminuir el grado de contaminación de estos efluentes, por debajo de los límites establecidos por las normas vigentes.

Conflictos de interés: Los autores niegan conflictos de interés.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Muñoz D. Sistema de [Tratamiento de guas residuales de matadero: Para una población menor 2000 habitantes,](#)

2. [2005. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 3:1, 87-98.](#)
Olivas-Tarango A, Espinoza-Hicks J, Rivera-Chavira B, Ballinas-Casarrubias M. Aislamiento y caracterización de bacterias productoras de biosurfactantes. En XIV Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería. México. Disponible en: <http://www.smbb.com.mx/congresos%20smbb/queretaro11/TRABAJOS/trabajos/VI/carteles/CVI-35.pdf>
3. Banat, I.M., B.S. Makkar and S.S. Cameotra, Potential commercial applications of microbial surfactants. *Applied Microbiol. Biotechnol* 2000., 53: 495-508.
4. Benincasa, M., Rhamnolipid produced from agroindustrial wastes enhances hydrocarbon biodegradation in contaminated soil. *Curr. Microbiol.* 2007, 54: 445-449.
5. Rahman, K.S.M., G. Street, R. Lord, G. Kane and I.M. Banat, Bioremediation of Hydrocarbon Contaminated Gas Station Soil by a Bacterial Consortium. In: *Coastal Environment Incorporating Oil Spill Studies*, Brebbia, C.A., J.M.S. Perez, L.G. Andion and Y. Villacampa (Eds.). WIT Press, UK., 2004. pp: 401-407.
6. Rahman, K.S.M., G. Street, R. Lord, G. Kane, T.J. Rahman, R. Marchant and I.M. Banat, Bioremediation of Petroleum Sludge Using Bacterial Consortium with Biosurfactant. In: *Environmental Bioremediation Technologies*, Singh, S.N. and R.D. Tripathi (Eds.). Springer Publication, USA. 2006., pp: 391-408.
7. Whalley, G., Green pressures are driving force behind surfactants. *Manuf. Chem.*, 1995. 11: 38-40.
8. López, Manuel. [Tratamiento biológico de aguas residuales aplicable a la industria avícola. EASA Consultores. 2007. Disponible en: http://www.engormix.com/MA-avicultura/manejo/articulos/tratamiento-biologico-aguas-residuales-t1481/124-p0.htm](#)
9. Keith DeSanto y Donald R Keer Use of rhamnolipids in the water treatment industry. Patent Application Publication. United States 2012.
10. Nakhla, G.; Al-Sabawi, M.; Bassi, A.; Liu, V.; J. Harzard. *Mater* 2003, B102, 243.

Correspondencia

Lizzie Karen Becerra Gutiérrez.
Teléfono: 975522726
Correo: lizzie_karen@hotmail.com

Revisión de pares

Recibido: 29-09-2014
Aceptado: 25-01-2015