

Extracción de Grasas y Aceites en los Efluentes de una Industria Automotriz

Reporte de Proyecto

M. P. Amelia Vidales Olivo¹, Marina Yasabel Leos Magallanes², María Gabriela Campos Sandoval²,
^{1,2} Maestra y alumnas del Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica
Instituto Tecnológico de Aguascalientes, Av. Adolfo López Mateos 1801 Ote., Fracc. Bona Gens,
Aguascalientes, Ags., México C. P. 20256, Tel: 01(449) 9105002, Fax:
01(449) 9700423, E-mail: amevidal120@yahoo.com.mx

Resumen

En el presente trabajo se exponen los resultados obtenidos de una investigación realizada en los periodos comprendidos de Agosto-Diciembre 2006 a Enero-Junio 2007, la cual consistió en un estudio experimental en el que se determinó la cantidad de grasas y aceites que fueron separados del agua residual de la industria automotriz Moto Diesel Mexicana (MDM). El objetivo fue demostrar cuál de los tres métodos aplicados (A, B y C) resultaba el más eficiente.

Palabras clave: Extracción, adsorción de grasas y aceites, efluentes, agua residual.

Abstract

In the present work, we describe the results of the research "Removing fats and oils in industrial effluents", made in the periods covered by August – December 2006 to January – June 2007, which was an experimentally and quantitative study, based on identify the amount of fats and oils that were separated from the waste water of the automotive enterprise (MDM) Moto Diesel Mexicana using three methods, A, B and C, to determine the most efficient technique.

Key words: Extraction, fats and oils absorption, effluents, wastewater.

Introducción

El agua es un elemento natural indispensable para el desarrollo de la vida y de las actividades humanas. Las industrias usan agua potable para la elaboración de sus productos, y es imprescindible ya que debe estar en condiciones muy buenas, es decir, que tenga una calidad para ser usada en sus procesos. Después de que el agua es usada en un proceso industrial, esta queda con demasiada contaminación. Por ello se ha exigido a los empresarios que sus industrias cuenten con planta tratadora de aguas para disminuir en parte dicha contaminación. Las características de las

aguas residuales, conocidas también como efluentes industriales, pueden diferir tanto en sus parámetros así como en sus concentraciones, dependiendo del enfoque o visión de la industria. El impacto de los vertidos industriales depende no sólo de sus características comunes, sino que además pueden ser evaluados por parámetros de medición tales como demanda bioquímica de oxígeno (DBO)₅ y la demanda química de oxígeno (DQO), mismos que evalúan contenidos de sustancias orgánicas e inorgánicas. Algunos de los contaminantes que más problemas causan en el tratamiento de aguas residuales, son las grasas y aceites, la presencia de grasas y aceites en los efluentes industriales no sólo provocan problemas en el tratamiento de éstas sino que también dan lugar a la contaminación del suelo y los cuerpos de agua donde éstas son descargadas. Las grasas y aceites que son altamente estables, inmiscibles con el agua, proceden de desperdicios alimentarios en su mayoría, a excepción de los aceites minerales que proceden de otras actividades. Al ser inmiscibles con el agua, van a permanecer en la superficie dando lugar a la aparición de natas y espumas. Éstas natas entorpecen cualquier tipo de tratamiento, biológico o físico-químico, por lo que es recomendable que las grasas y aceites sean eliminados en los primeros pasos del tratamiento de las aguas residuales [5,6]. En esta investigación se propusieron nuevas alternativas para encontrar el método adecuado para la extracción de grasas en un mayor porcentaje y así poder hacer una comparación de resultados. La empresa aportó las muestras de agua residual para su estudio. Después de empleados los métodos A, B y C, se realizaron los análisis correspondientes, aplicando la técnica de extracción de grasas y aceites que indica la norma oficial mexicana 002 que es la apropiada para evaluar los contenidos de grasas y aceites presentes.

Fundamentos teóricos

Las grasas son compuestos orgánicos que se forman de carbono, hidrógeno y oxígeno, siendo la fuente más concentrada de energía en los alimentos. Pertenecen al grupo de las sustancias llamadas lípidos y vienen

en forma líquida o sólida. Todas las grasas son combinaciones de los ácidos grasos saturados y no saturados [3].

Las industrias se han ido incrementando día con día generando empleo y dan satisfacción a las necesidades del ser humano; sin embargo, han contribuido a su vez a la contaminación y agotamiento del agua ya que la mayoría de las industrias requieren de este líquido para la realización de sus procesos. Una alternativa sugerida para la reducción del uso del agua por la industria es la reutilización de la misma. Sin embargo, la reutilización no es común ya que es necesario que las condiciones del líquido sean de calidad, o al menos que el contenido de sales en el agua de proceso sea mínimo, para que no se alteren sus procesos. Un aspecto importante es que en el transcurso del tratamiento se presentan problemas en la eliminación de algunos parámetros, sobre todo en la eliminación de las grasas, que son difíciles de metabolizar por las bacterias por lo que éstas flotan formando una película densa en el agua [7,12]. Además de provocar taponamientos en los sistemas de desagües, también las grasas y aceites son nocivos para el desarrollo de los vegetales ya que los exterminan. La aplicación de los métodos de adsorción de grasas tiene la finalidad de separar el aceite y las grasas de las aguas residuales, según las especificaciones de la norma aplicada a su cumplimiento. La Norma oficial NOM-001-ECOL-1996, establece como límite máximo permisible de contaminantes, grasas y aceites 15 mg/litro como promedio diario y 25 mg/litro promedio mensual, en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales [9]. La norma oficial NOM-002-ECOL-1996 establece como límite máximo permisible de contaminantes, grasas y aceites 50 mg/litro promedio mensual y 75 mg/litro promedio diario [10], y la Norma Mexicana NMX-AA-005 Aguas recomienda la técnica de grasas y aceites por el Método de extracción soxhlet [11]. La Norma Oficial NOM-001-ECOL-1996 es la que se toma en cuenta para la remoción de plomo.

Goma arábica

La goma arábica es un polisacárido de origen natural que se extrae de la resina de los árboles del género de Acacia. La goma se obtiene como parte del proceso de cicatrización de estos árboles conocido como gomosis (gummosis), para cerrar sus heridas y evitar de esta manera la entrada de gérmenes. Es una resina de color ámbar, recolectada normalmente a mano una vez seca.

Es conocida desde hace más de 5000 años pues fue usada por los egipcios en la elaboración de cosméticos y en la momificación [13].

Cabello

El cabello o pelo es una fibra de queratina constituida por una raíz y una base que se forma en un folículo de la epidermis, y constituye el rasgo característico de la piel [14].

Resina epoxi

Una resina epoxi o poliepóxido es un polímero termoestable que se endurece cuando se mezcla con un agente catalizador o endurecedor [14], razón por la cual genera muchos problemas para trabajar con ella.

En esta investigación se tomó como referencia la tesis elaborada por alumnos de ingeniería química del Instituto Tecnológico de Aguascalientes, trabajo en el que utilizaron una goma resina para tratar la remoción de grasas [1].

Los métodos aplicados

En éste proyecto de investigación se aplicaron 3 métodos:

Método A que consistió en el uso de goma arábica.

Método B que consistió en el uso de cabello natural y artificial.

Método C que consistió en el uso de resina epoxi.

Después de aplicarse los métodos antes mencionados fue evaluado el contenido de éstos mediante el análisis de grasas y aceites por extracción, utilizando los equipos soxhlets, recomendados por la norma NMX-AA-005, técnica sugerida para comprobar si el procedimiento aplicado es eficiente [8].

Objetivo

- 1) Determinar y seleccionar el método más eficaz para la extracción de grasas y aceites en aguas residuales de la industria automotriz.
- 2) Medir y comprobar la eficiencia de los métodos empleados.

Metodología experimental

La técnica o procedimiento que se utilizó para remover la grasa y aceites del agua residual de la industria MDM, fue el mismo para los tres métodos A, B y C. Con esto se buscó que no hubiera diferencias de la variable tiempo en los tres. Los tres métodos fueron trabajados en iguales condiciones: dejar en contacto con el agua residual y por separado y mismas cantidades de sustancias, para después evaluar resultados.

Para la aplicación de los métodos se procedió de la siguiente manera:

1.- Se trataron las muestras de agua residual de la industria MDM; cada una de las muestras se tomaron en diferente día considerándola como un lote por ser obtenidas en días diferentes.

2.- A cada muestra se le midió el pH y la temperatura, ajustando los mismos como lo pide el análisis y después se anotó la hora de la toma de muestra.

3.- El traslado de la muestra al Laboratorio de Análisis Cuantitativo del Instituto Tecnológico de Aguascalientes fue de una forma rápida para evitar cambios en sus concentraciones. Después se mantuvo a una temperatura similar a la que se encontraba.

4.- Para poner en práctica los métodos propuestos se dividió la muestra en 4 vasos de precipitado de 1 litro, el contenido a tratar por separado fueron con cantidades de 500 ml cada uno.

5.- La primera muestra se trató con 25 gramos de goma arábica, para trabajar como método "A", resultado obtenido en muestra piloto. Los vasos se agitaron por un tiempo de 10 minutos.

6.- A la muestra número dos se le adicionaron 25 gramos de cabello natural, correspondiendo esto al método "B", agitándose durante el mismo tiempo propuesto en el método "A" de 10 minutos.

7.- El método tres se trabajó con 25 gr. de resina epoxi, correspondiente al método "C".

8.- Las muestras, siempre se trabajaron al mismo tiempo con muestras testigo (ver figura 2).

Las muestras se agitaron constantemente, por periodos de 10 minutos por tiempos prolongados para que estos compuestos encapsularan la grasa contenida en el agua.

9.- Después se dejaron por un tiempo de 12 hrs (pero cada hora se agitaban las muestras). Después se filtraron las muestras, tomando en cuenta las recomendaciones y cuidados requeridos que el método sugiere. Se usó la bomba de vacío, para acelerar el proceso de separación (ver Figura 3).

10.- Después de haber sometido las muestras al proceso de filtración, se realizó en ellas el análisis de extracción de grasas, para verificar la cantidad de grasa removida. Para dicha prueba se utilizaron tres equipos de Soxhlet, siguiendo el procedimiento descrito en la técnica para el análisis de aguas residuales (Figuras 1, 2, 3 y 4) [2, 3, 11], ya que deberían ser corridas las muestras por igualdad de tiempo (4 horas para cada corrida del análisis).

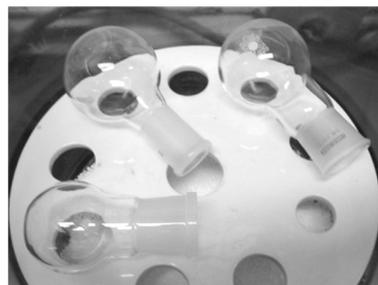


Figura 1. Desecador para mantener el material libre de grasa.



Figura 2. Vasos de precipitado con las muestras y testigo (método "A", método "B" y método "C")



Figura 3. Bomba de vacío utilizada en este estudio

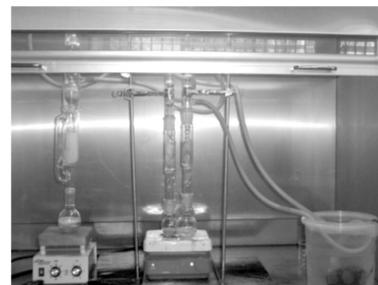


Figura 4. Equipos de extracción Soxhlet.

Aplicación del diseño experimental

El diseño experimental elegido es el de bloques, se optó por preferir este diseño, debido a que es utilizado comúnmente para la comparación entre dos métodos o procesos que se desea saber si son efectivos o si uno es mejor que otro [8].

LOTES DE AGUA	METODO A	METODO B
L1	4.7	60.4
L2	91.1	91.4
L3	53.4	41.1
L4	77.9	91.2
L5	48.6	73.6

Tabla 1. Diseño de experimento 1 % de grasa removido

Al realizar los análisis, el método “C” presentó muchos problemas para limpiar el material, por lo que no fue favorable para trabajar y se optó por descartarlo, considerando únicamente los métodos (A y B). Posteriormente se obtuvo la media, varianza y desviación estándar de cada una de las muestras, las cuales se muestran en la tabla 2.

MÉTODO	μ	S^2	S	N
A	55.14	880.22	29.66	5
B	71.54	367.17	19.16	5

Tabla 2. Media, varianza y desviación estándar de las muestras.

Planteamiento de la hipótesis:

H₀: $\mu_1 = \mu_2$, no existe diferencia significativa en la aplicación de los métodos A y B para la remoción de grasas y aceites en aguas residuales.

H₁: $\mu_1 \neq \mu_2$, existe diferencia significativa en la aplicación de los métodos A y B para la remoción de grasas y aceites en aguas residuales.

Como es un ensayo bilateral, ya que se está haciendo la comparación entre los dos métodos aplicados, se utilizó la prueba de diferencia de medias tomando un nivel de significancia de 5%.

Conclusión:

Con $t_c = -1.038$ y $\alpha = 5\%$ entonces se acepta la hipótesis de investigación y se puede decir que según la comprobación los dos métodos son diferentes y existe una diferencia significativa entre los dos, ya que como lo muestra la información arriba mencionada se obtuvieron mejores resultados con el método B.

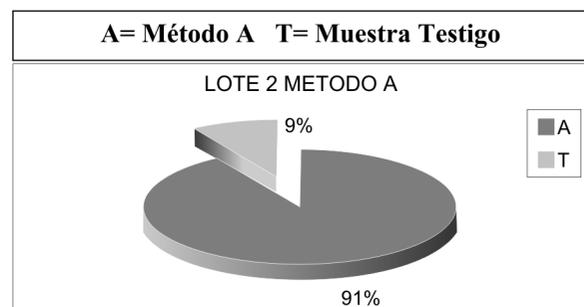
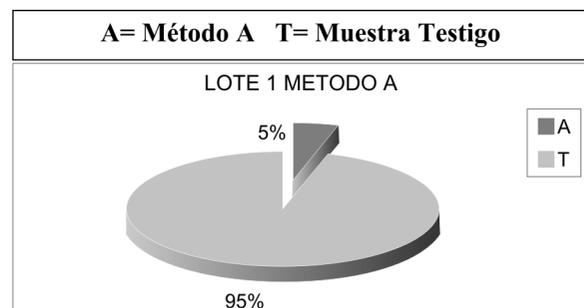
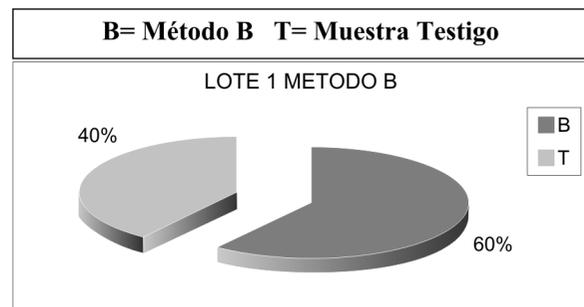
Interpretación de los resultados

El contenido original de grasas y aceites no puede ser revelado ya que son datos confidenciales de la empresa MDM.

Pero los resultados y beneficios recibidos en los métodos aplicados en las aguas residuales de la empresa Moto Diesel Mexicana (MDM) son buenos, ya que se cumplió con el objetivo de remover las grasas de las aguas residuales de dicha empresa.

La empresa remueve las grasas en un porcentaje del 70 al 80%, cumpliendo nosotros con una remoción del 90 % en algunas muestras de agua, como se ha estado mencionando, el contenido de grasas fue muy variable, esto debido a que las muestras fueron tomadas de diferente lote, de los cuales las aguas vertidas son muy variables de acuerdo a los procesos que se realizan en el transcurso de la semana.

En las gráficas presentadas a continuación (figura 6), se hace una comparación de extracción de grasas y aceites entre el método A y B, tomando como referencia un 100% de grasa del agua residual tratada denominada como prueba testigo.



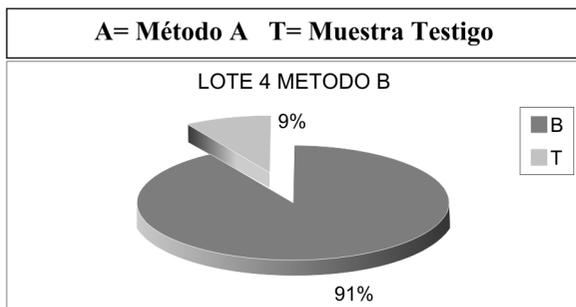
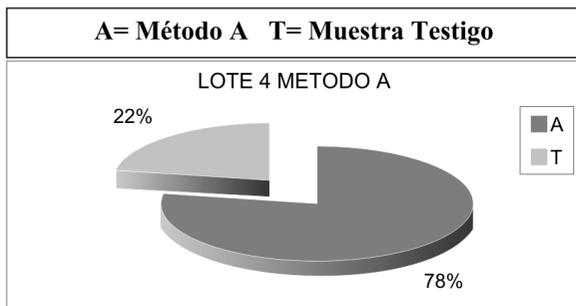
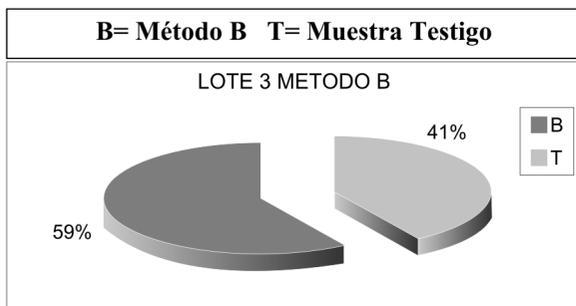
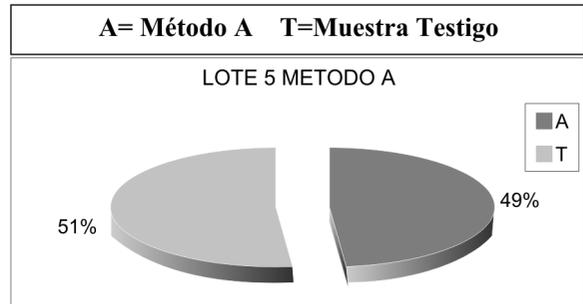
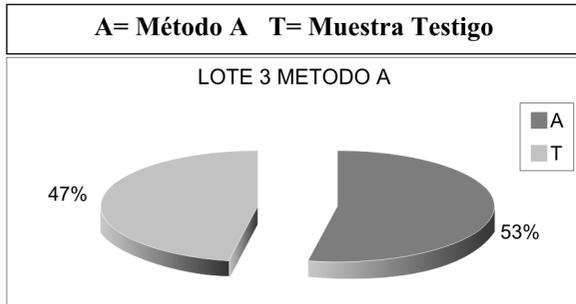
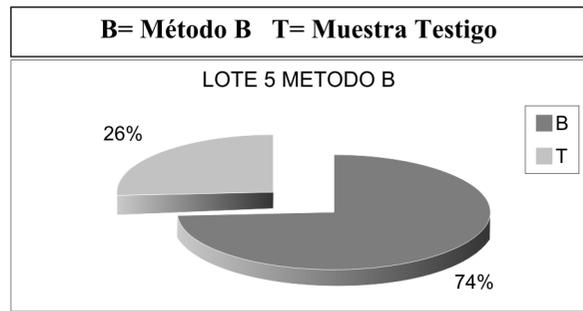
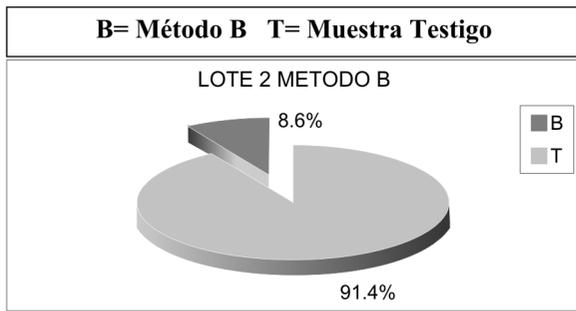


Figura 6: Porcentaje de extracción de grasas del método “A” y el método “B”.

Conclusiones

El agua registró altibajos en contenido de grasa debido a que se tomaron muestras de 5 lotes diferentes, por lo que se obtuvieron diversos porcentajes favorables y no favorables.

Se hizo la propuesta de aplicar tres métodos a cada uno de los lotes de agua, al hacer la prueba piloto el método “C” presentó muchos problemas para ser limpiado el material, por tal motivo no fue favorable para trabajar, por lo cual hubo necesidad de descartarlo, considerando únicamente dos métodos (A y B).

El mejor rendimiento de remoción de ambos métodos se presentó en el lote dos (L2), ya que ésta muestra tenía características diferentes a las otras muestras de agua por la cantidad de grasas, que a simple vista era notable el residuo por su color, viscosidad y olor.

Los resultados que se obtuvieron de acuerdo al planteamiento de hipótesis fueron satisfactorios, se obtuvo un porcentaje considerable de remoción de grasa en el lote dos (L2) con ambos métodos (A y B), y el lote cuatro (L4) solo dio resultado con el método (B), en el resto de los lotes su porcentaje fue bajo de extracción en base a lo propuesto.

En la investigación realizada, se encontró que dos métodos son: prácticos, económicos, eficientes, que permitieron las remociones de hasta más del 90 % este parámetro, fue el de un mayor porcentaje obtenido en la investigación y corresponden a los métodos A, que

corresponde al uso de la goma arábica y el método B correspondiente al uso de cabello natural y artificial.

Los resultados de la remoción (extracción) de grasas y aceites, realizada con cabello natural fueron excelentes. Por lo que se pensó en hacer la extracción con cabello artificial y se comprobó que los resultados fueron los mismos, por tal motivo se recomienda utilizar cualquiera de estos.

Referencias

- [1] Alonso Ortiz M., Alonso Ortiz S. (2000). *“Remoción del aceite presente en las aguas residuales”*. Tesis de Instituto Tecnológico de Aguascalientes, México.
- [2] Clesceri Leonore S., Greenberg Arnold E., and Eaton Andrew D. (1971). *“Standar Methods for the examination of water and wastewater”*. 13th edition. USA.
- [3] Clesceri Leonore S., Greeneberg A. Trussell R. (1992). *“Métodos Normalizados para Análisis de Aguas potables y residuales”*, Editoriales Díaz de Santos, Madrid, España.
- [4] *“Electrocoagulación de Aguas residuales”* (2002), Revista colombiana de Física, Colombia, Vol. 34, No.2.
- [5] Erista S. (2007). *“Depuración de Aguas Residuales de Grasas y Aceites”*. Documento de Internet <http://www.erista.de/spain/produkte/systemanlagen/oeltrennung/index.html> consultado en marzo de 2007.
- [6] Kemmer F., McCallion J. (1999). *Manual de Agua (su naturaleza, tratamiento y aplicaciones)*, Nalco Chemical Company, Editorial McGraw-Hill, 55-70 pp. México.
- [7] *“Contaminación”*. Documento de Internet <http://monografias.com/trabajos10/contam/contam.shtml#conta> consultado en marzo de 2007.
- [8] Montgomery Douglas C. (1991), *Diseño y Análisis de Experimentos*. Grupo Editorial Iberoamérica, México, 1-3, 155-156 pp.
- [9] Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, *“Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales”*. Documento de Internet http://www.municipiozapatamorelos.gob.mx/transparencia1/publica/NORMAS%20OFICIALES%20DE%20CARACTER%20REGULATORIO/NOM_001_ECOL_1996.pdf obtenido en marzo de 2007.
- [10] Norma Oficial Mexicana NOM-002-ECOL-1996, *“Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado”*. Documento de Internet <http://www.sagarpa.gob.mx/Dgg/NOM/002ecol.pdf> obtenido en marzo de 2007.
- [11] Norma Mexicana NMX-AA-005. Documento de Internet http://www.giresol.org/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=12 obtenido en marzo de 2007.
- [12] Powell Sheppard T. (1987), *Manual de Agua para usos Industriales*. Editorial Limusa, Tomo 1 y Tomo 2, Páginas 100-105. México.
- [13] *“Goma arábica”*. Documento de Internet http://www.quiminet.com.mx/art/ar_%259B%25F0%25A9%25F8%2517g%25D4%2586.php consultado en marzo de 2007.
- [14] *“El cabello, La resina”*. Documento de Internet. <http://es.wikipedia.org/wiki/Cabello> consultado en marzo de 2007.

Artículo recibido: 27 de noviembre de 2009

Aceptado para publicación: 20 de septiembre de 2010