



Encuentro Internacional de
Educación en Ingeniería ACOFI

**GESTIÓN, CALIDAD Y DESARROLLO
EN LAS FACULTADES DE INGENIERÍA**

**CARTAGENA, COLOMBIA
18 al 21 de septiembre de 2018**



TRATAMIENTO DE TRAMPA DE GRASAS DE LA EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ (EAAB), CON CEPAS NATIVAS PARA EL ESTUDIO PILOTO DE DEGRADACIÓN

**Daniel Felipe Garzón Gallo, Angie Lorena Martínez Garzón, Leidy Tatiana Pérez
Rodríguez, Mónica Cristina Echevarría Pedraza, Alexander Reyes Moreno**

**Universidad Manuela Beltrán
Bogotá, Colombia**

Resumen

El aceite o material graso de origen vegetal y animal es de gran uso en las industrias productoras de alimentos y restaurantes. La mala disposición de estos, generan contaminación ambiental tanto en el agua como en suelo y en estructuras civiles como las redes de alcantarillado.

Este artículo plantea evaluar el tratamiento de trampa de grasas de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB), a través del uso de la técnica de aislamiento tratada con cepas nativas de forma in-vitro hasta la obtención de cepas puras. Luego de ello se realiza tres tratamientos, primero con cepas puras, luego con cepas comerciales, y por último con la combinación de estas, con el fin de llevar de forma in-situ la cepas bioaumentadas directamente a la trampa del acueducto, evidenciando que el tratamiento con mayor eficiencia en remoción de grasas es el tratado con la combinación de las cepas, puesto que con la recopilación de bases teóricas se ha conseguido evidenciar que a través de este tipo de métodos experimentales se logró degradar y remover las grasas que afectan el sistema de alcantarillado, así mismo mitigar los problemas a la salud pública y los impactos ambientales que esta problemática genera, puesto que al solidificarse este material graso, causa obstrucción en las redes de alcantarillado y desagüe.

Para el tiempo de ejecución de esta investigación se inició en el mes de febrero del año 2018 con la recopilación literaria, posterior a esto, en el mes de marzo se realizó el procedimiento experimental con avances preliminares referentes a los resultados en el mes de junio del mismo año. Por otra parte, para el presupuesto se contó con el apoyo financiero por medio del convenio entre la Universidad Manuela Beltrán y la EAAB para la realización de este. Además, las personas

a cargo para la elaboración de este estudio fueron estudiantes de ingeniería ambiental en conjunto con la colaboración de docentes especializados en el área y en cooperación con los docentes de investigación de la facultad de ingeniería Industrial para obtener un enfoque multidisciplinar.

Palabras clave: trampa de grasas; bioaumentación de cepas; degradación de aceite

Abstract

Oil or fatty material of vegetable and animal origin is of great use in producing food and restaurants industries. Bad layout, generate environmental pollution in water, soil and civilian structures such as sewage networks.

This article raises to evaluate the treatment of trap of fats of the company de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB), through the use of the technique of insulation treated with native strains of form in vitro until obtaining pure strains. After that is done three treatments, first with pure strains, then with commercial strains, and finally with the combination of these, in order to take shape in situ strains bioaumentadas directly to the trap of the aqueduct, showing that the treatment with greater efficiency in removal of fats is the Treaty with the combination of strains, since which the collection of theoretical bases we have managed to demonstrate that through this type of experimental methods are managed to degrade and remove fats affecting the sewer system, likewise mitigate the problems to public health and the environmental impacts generated by this issue, since to solidify this fatty material, it causes blockage of sewerage and drainage networks.

For the time of execution of this research started in the month of February of the year 2018 with the literary collection, subsequent to this, in the month of March was the experimental procedure with preliminary results concerning progress in June in the same year. On the other hand, budget was financial support through the agreement between the Universidad Manuela Beltran and the EAAB to carry this out. In addition, persons in charge for the elaboration of this study were students of environmental engineering in conjunction with the collaboration of specialized teachers in the area and in cooperation with the teachers of the Faculty of Industrial Engineering Research for a multidisciplinary approach.

Keywords: grease trap; bioaumentacion of strains; oil degradation

1. Introducción

Uno de los problemas que se ven en las principales ciudades, es el taponamiento del sistema de alcantarillado, ya sea por residuos sólidos o semisólidos. Para el caso de los residuos semisólidos se pueden encontrar principalmente aceites o material graso, de origen animal o vegetal, utilizados en la industria, y en el sector culinario; la mala disposición de estos residuos produce problemas ambientales y de salud pública. Además, este tipo de grasas al solidificarse puede generar obstrucción del sistema de alcantarillado y generar malos olores al descomponerse.

Actualmente las empresas capturan y acumulan las grasas en depósitos conocidos como trampa de grasas, un sistema diseñado y construido para separar las grasas y aceites de los efluentes. Posteriormente, estos residuos grasos son almacenados en tanques y llevados a su disposición final. Así mismo se utilizan técnicas como la bioaumentación que es la adición de microorganismos en un lugar específico para que sean capaces de degradar el contaminante a tratar. Por consiguiente, el siguiente artículo plantea evaluar el tratamiento de la trampa de grasas establecido en la cafetería de la sede principal de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB), ubicado en la Localidad Teusaquillo de la capital colombiana, por medio de un convenio brindado por la misma entidad en relación con la Universidad Manuela Beltrán UMB y que gracias a este, se asumieron los costos de la investigación y así mismo el traslado de la muestra problema de cepas, que esta última tiene como definición, un conjunto de especies bacterianas que comparten al menos una característica.

2. Justificación

Como primera medida los aceites vegetales, como el aceite de coco o de oliva, y las grasas de animales como el sebo, son componentes que afectan las redes de alcantarillado generando problemas al ambiente y la salud humana, en un artículo según **(Saldaña, 2015)**, del periódico la crónica, afirmando que las principales consecuencias de verter aceite o material graso de origen animal y vegetal en los desagües, limita la reutilización de aguas residuales; genera contaminación del manto freático; taponamiento de sumideros y redes de alcantarillado, pues al solidificarse este material graso, causa obstrucción en las redes de alcantarillado y desagüe, por ende, provocando olores ofensivos, los cuales son generados por las descomposición de la alta carga de sólidos suspendidos, materia orgánica en descomposición, grasas y aceites residuales.

Por lo tanto, esta propuesta busca dar solución a los problemas de interés mundial, como son la contaminación de agua y la colmatación de las redes de alcantarillado por material graso de origen animal y vegetal, por medio de la bioaumentación de las mismas bacterias provenientes de la red de alcantarillado de aguas grises y negras generadas por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB), el cual, ejecutando el tratamiento que más haya tenido una mayor eficiencia en remoción de grasas, se logrará aumentar la degradación de estas últimas en su totalidad, puesto que con la recopilación de bases teóricas se ha conseguido demostrar que a través de este tipo de métodos experimentales, se logra degradar y remover las grasas que afectan el sistema de alcantarillado, y así mismo mitigar los problemas a la salud pública y los impactos ambientales, ya que la mayoría de estas aguas que contienen grasas son descargadas en ríos, lagos y lagunas, y se ha demostrado que en algunos lugares, la población recoge el agua de estos cuerpos hídricos con el fin de uso y consumo diario generando así varias enfermedades en ellos por falta de un tratamiento previo de estas aguas, según lo afirma el artículo de **(Pineda Rodríguez & Guerrero erazo, 2011)**, en la revista Redalyc.

De esta forma a través de su estudio y aplicación, se verá beneficiado no solo la empresa EAAB, sino también la sociedad en sí misma, el medio ambiente, la comunidad científica, y los investigadores, dado que el resultado final que se espera, va enfocado a lograr obtener un tipo de cepas que tenga una alta eficiencia de biodegradación de grasas para ser tratadas en las trampas

TRATAMIENTO DE TRAMPA DE GRASAS DE LA EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ (EAAB), CON CEPAS NATIVAS PARA EL ESTUDIO PILOTO DE DEGRADACIÓN

que se manejen tanto en Bogotá como también para ser utilizada a gran escala en otras ciudades y países que así lo requieran.

3. Objetivos

Objetivo General

- Evaluar el tratamiento de trampa de grasas de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB) con cepas nativas para estudio piloto de degradación.

Objetivos Específicos

- Reconocer a través de la recopilación literaria los tipos de cepas que tengan beneficios de degradación de grasas.
- Realizar la Bioaumentación de las cepas extraídas de la EAAB de forma piloto en los laboratorios de la UMB.
- Identificar el tratamiento que contenga las cepas con la mayor eficiencia de biodegradación.

4. Desarrollo de la Investigación

Tabla 1. Actividades y fechas establecidas para la ejecución del proyecto

Actividad	Fecha
Ejecución de esta investigación, por medio de recopilación literaria	Febrero/2018
Procedimiento experimental	Marzo/2018
Avances preliminares referentes a los resultados	Junio/2018
Pasado el tiempo respectivo, llevar las cepas al acueducto para que ellos realicen el análisis correspondiente.	julio/2018
Aplicar in-situ a la trampa de grasas de la EAAB las cepas más efectivas, según hayan sido los resultados.	Agosto/2018
Control de registro de los avances preliminares en los laboratorios de la UMB de los tratamientos in-vitro, y ex -situ, y así mismo del tratamiento de forma in-situ en la EAAB.	Septiembre/ 2018

Fuente: (autores, 2018)

4.1. Marco Teórico

Tabla 2. Antecedentes

Título del Artículo	Descripción	Metodología	Tipo de cepas utilizadas	Conclusión	Referencia
<i>Evaluación de la capacidad degradadora de aceite por bacterias lipolíticas en el lodo residual de la extracción de aceite de palma.</i>	El artículo empleó cepas nativas, para evaluar la degradación del aceite, durante un periodo de un mes.	Se seleccionaron seis cepas con mayor actividad, con estas se preparó un inóculo y se realizaron pruebas de campo a partir de 8 tratamientos diferentes para evaluar la remoción de aceites y grasas.	Pseudomonas sp. Enterobacter sp. Bacillus sp. Staphylococcus sp.	El inóculo mixto de bacterias logra remover un máximo de 40% de aceites de 60L en 15 días a 33°C y un pH de 6.8 a 7.2, y 20% de remoción en 5L.	(Otálora, Peña, Martínez & Varela, 2000).
<i>Selección de bacterias con capacidad degradante de hidrocarburos aislada del Caribe Colombiano</i>	Este proyecto utiliza cepas nativas de sedimentos del Caribe colombiano, donde se evaluó la capacidad degradadora de hidrocarburos durante un periodo de 21 días.	Se aislaron 31 bacterias, se sometieron a diferentes concentraciones de hidrocarburos, donde se seleccionaron once. Las once cepas conformaron un cultivo mixto, se evaluó su capacidad en 2% v/v de ACPM en un periodo de 21 días.	Klebsiella sp. Chromobacterium sp. Flavimonas sp. Enterobacter sp. Pseudomonas sp. Bacillus sp.	El cultivo mixto fue capaz de degradar el 68,6% de hidrocarburos alifáticos y alcanos de cadena larga. La degradación de hidrocarburos aromáticos no se evidenció.	(Flórez, Gómez & Martínez, 2008).
<i>Biodegradación de residuo graso industrial empleando bacterias endógenas.</i>	Este trabajo trata sobre el aislamiento y tratamiento de residuos grasos industriales por medio de cepas, evaluando su capacidad de degradación durante un periodo de 24 y 48 h.	Se aislaron cepas lipolíticas de residuo graso industrial. Se realiza una mezcla de las cepas aisladas y se agregan al residuo graso industrial durante 24 y 48 h.	Pseudomonas sp. Bacillus sp. Enterobacter sp.	La mezcla de bacterias lipolíticas fue efectiva, eliminando un 90% del volumen de residuos grasos y olores de la trampa de grasa.	(González, Amaíz, Medina, Vargas, Izzeddin & Valbuena, 2012).
<i>Evaluación de la adición de un inóculo para estimular a escala de laboratorio la biodegradación de efluentes grasos</i>	Este artículo empleó cepas Pseudomona para tratar muestras de efluentes de comida rápida, evaluando la biodegradación de lípidos, durante un periodo de 24, 48 y 72 h.	Se tomaron muestras de efluentes de comidas rápidas. Se agregó la cepa Pseudomona aeruginosa, se observa durante un lapso de 24, 48 y 72 h y posteriormente se procede a titular con fenoltaleína.	Pseudomonas aeruginosa	La actividad enzimática muestra mejores resultados (0.656 – 0.823U) en medio neutros o ligeramente alcalinos (pH 7 – 8).	(Huané & Rivera, 2014).

Fuente: (autores, 2018)

Tabla 3. Tipos de Cepas benéficas para la degradación de grasas

Tipo de cepa	Características	Estructura	Beneficios	Referencia
Pseudomona aeruginosa	Morfología: Bacilos	Capsula de polisacáridos	Puede degradar acidos grasos libres, tales como ácido palmítico, esteárico, oleico, linoleico y linolénico.	(Schuenke, S. 1996).
Biodyne	Compuesto por 29 cepas de bacterias vivas, comprendidas líquidamente de forma comercial.	Organismo unicelulares y miselas	Reducción en procesos de mantenimiento, aglomeración de grasa, malos olores y obstrucción de tuberías, por medio de la degradación de aceites, grasa animal y vegetal .	(Biodyne Bogotá. 2011).

Fuente: (autores, 2018)

4.2. Metodología

En primera medida se fundamenta por una recopilación bibliográfica. relacionada con el proceso de aislación de cepas y bioaumentación para remoción de grasas, así mismo como el reconocimiento del tipo de cepas benéficas para el mismo fin, tales como las cepas Pseudomona aeruginosa tratadas con una técnica de aislamiento y las cepas de Biodyne que se adquieren de forma comercial.

4.2.2. Bioaumentación

- **Técnica de Aislamiento de Cepas Nativas; In-Vitro:** Inicialmente se recibió la muestra de agua con niveles altos de grasas proveniente de la EAAB, se aplicaron 20 ml de esta muestra a 50 ml de caldo nutritivo y posteriormente se pusieron a crecer a 37°C durante 4 días. Al cabo de este tiempo de lo que creció, se siembran 300 μ l en agares de aceite de carro, ricino, y almendras, también a 37°C durante 4 días, repitiendo este procedimiento 3 veces hasta obtener "cepas puras", en las cuales se observó un crecimiento bacteriano, donde se seleccionaron las bacterias degradadoras de grasas (*Cepas Pseudomona aeruginosa*) que se elaboraron en los agares que tenían alto contenido de grasas.

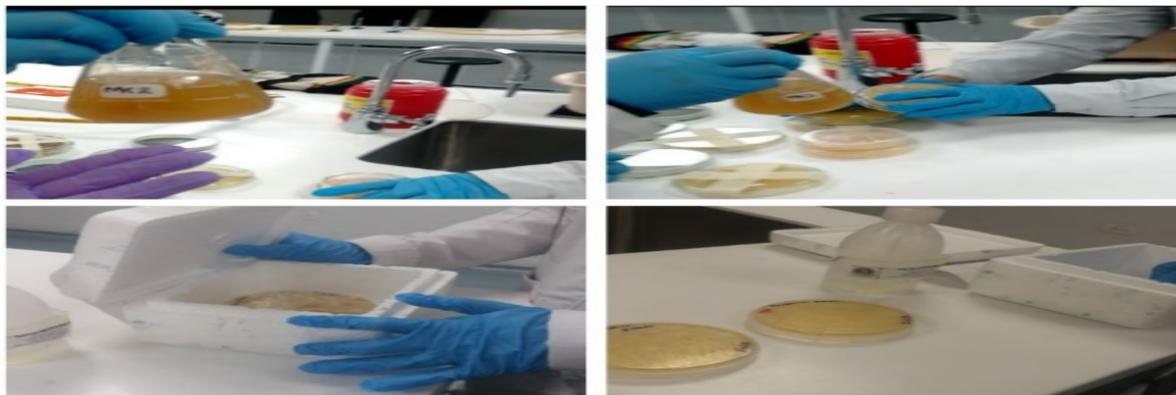


Figura 1. Caldo nutritivo y muestra de agua. Fuente: (autores, 2018)

TRATAMIENTO DE TRAMPA DE GRASAS DE LA EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ (EAAB), CON CEPAS NATIVAS PARA EL ESTUDIO PILOTO DE DEGRADACIÓN

- **Tratamiento 1,2,3 de forma ex -situ:** Al obtener las cepas puras, se realizaron tres procedimientos que consistieron en aplicar 100 ml de la muestra de agua con niveles altos de grasas proveniente de la EAAB en tres botellas diferentes. Posteriormente, a la primera botella se le agrega por medio de una micro pipeta 100 μg de Cepas Puras (*Pseudomonas aeruginosa*), para la segunda botella se le adiciona la misma cantidad pero de Cepas Comerciales (*Biodyne*), y por último la tercera botella se trata con la combinación del contenido tanto de Cepas Puras como de Cepas Comerciales. Donde al cabo de 8, y 15 días se sugirió la recolección de los resultados.

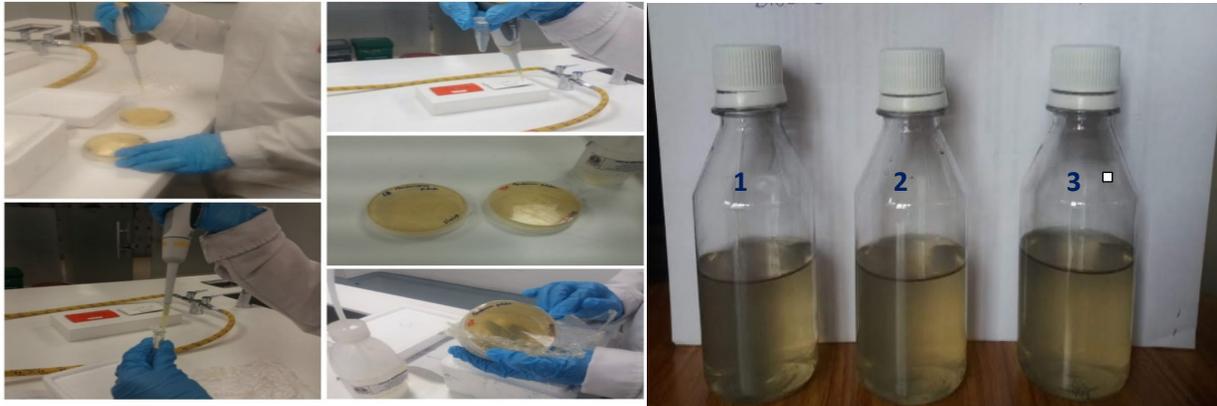


Figura 2. Bioaumentación. Fuente: (autores, 2018)

5. Resultados

Eventualmente se dejaron las muestras durante 8 días y se evidenció que en estas no presentaban cambios en la coloración y el crecimiento de nata en la superficie del agua es nulo. Finalmente, en el día 15 se observó que para las tres botellas se presentaba cambios de fermentación en cuanto a la nata en la superficie y la coloración más clara. Sin embargo, para las botellas de cepas puras y la combinación de estas con biodyne se logró evidenciar un crecimiento mayor de nata.



Figura 3. Comparación del día 08 al lado izquierdo con el día 15 lado derecho. Fuente: (autores, 2018)

5.1. Análisis de resultados

La degradación del material graso en el primer tratamiento fue efectivo, ya que se bioaumentaron las cepas que ya eran nativas (100 ml de muestra de agua de la trampa de grasas de la EAAB) con las cepas puras que se generaron de forma in-vitro con el aislamiento que se le hizo a las mismas, debido a que se trataron con la selección del tipo de cepas *Pseudomonas aeruginosa* en agares de alto contenido graso que efectivamente degradaron los ácidos grasos libres contenidos en la muestra. Por ende, es que se logra observar el contenido de nata en la superficie obteniendo la degradación de la grasa por parte de las bacterias ya que estas acortan las cadenas o estructuras para usarlas como fuente de carbono y crecimiento. Por otro lado, cabe resaltar que las tres muestras estuvieron todo el tiempo de forma semi-aerobia, ya que no se tapó por completo con la tapa la botella, caracterizándose estas bacterias por ser hidrofóbicas y por ende se forman aglomeraciones de biomasa en la superficie. Tal como lo informa **(Romero, 2018)**.

Así mismo según la fuente de **(Grafika, S.F)**, se tiene en cuenta que el Biodyne asegura la adición de billones de bacterias que de forma rápida y segura degradan las grasas y otros compuestos que se acumulan en las líneas de drenaje. Una vez se realiza la inoculación los microorganismos presentes en Biodyne, van a colonizar las diferentes partes del sistema (paredes de trampas, cajas de paso y superficies de tuberías) formando un microambiente (biopelícula) que va a evitar que las grasas y la materia orgánica se vuelva a acumular. De esta manera las tuberías van a permanecer libres de obstrucciones, los olores se van a controlar y las tareas de limpieza de las trampas se van a simplificar.

Para que estos beneficios se mantengan a través del tiempo es necesario que las aplicaciones de las bacterias se realicen de forma regular. Algunos agentes químicos como los jabones y desinfectantes o físicos como el agua caliente pueden afectar parcialmente la población de bacterias.

Por esa razón es importante hacer aplicaciones regulares que ayuden a reponer los microorganismos que se van perdiendo. Para este caso, esta puede ser una razón por la cual no se efectuaron cambios en el segundo tratamiento, ya que no se hizo el tratamiento de forma regular y puede que la muestra se haya tratado con agentes químicos que alterarán el resultado.

Finalmente para el tercer tratamiento al fusionarse las propiedades del Biodyne con las características de las cepas puras de *Pseudomonas aeruginosa*, se ha determinado según **(Romero, 2018)** que de igual manera en la biodegradación de las grasas y aceites de origen biológico, que conforman este tipo de residuo, comienza con la hidrólisis enzimática del enlace éster del triglicérido, llevado a cabo mediante lipasas excretadas por estos microorganismos, seguido por el consumo de glicerol y beta oxidación de los ácidos grasos. Por lo que, los microorganismos tienen la finalidad de incrementar la velocidad de degradación y transformación de los contaminantes en sustancias más inocuas y asimilables, a la vez que se reducen costos del tratamiento a dichos residuos.

Por consiguiente, el comportamiento mixto de estas dos cepas en este tercer tratamiento, generó una mayor remoción de material graso, lo cual indica sin lugar a duda que es posible tratarse a una gran escala de forma in-situ directamente en la trampa de grasas de la EAAB, debido a la

evidencia de los cambios que se dieron en este estudio piloto de degradación a través de la bioaumentación de las cepas nativas, dando solución a las diferentes problemáticas que se venían generando en el sistema de acueducto y alcantarillado.

6. Conclusiones

- Se reconoció por medio de la recopilación literaria los diferentes tipos de investigaciones que ya cuentan con antecedentes previos a tratamientos similares para la degradación de grasas, y de esta forma se logró abarcar dos tipos de cepas (*Pseudomonas aeruginosa* y *Biodyne*), que fueron útiles y benéficas para el avance de la investigación ya que presentaban ciertas características de biodegradación del material graso que estuvo presente en la muestra que se extrajo de la EAAB.
- Se realizó la bioaumentación de las cepas extraídas de la empresa del acueducto y alcantarillado de Bogotá (EAAB), a través del tratamiento de aislamiento de las cepas nativas de forma in-vitro para obtener las cepas puras a una pequeña escala y aplicarlas a los diferentes tratamientos de forma ex – situ, para así observar en varios días su eficiencia en el agua contaminada.
- Se logró identificar que a partir de los tratamientos realizados a la muestra de la (EAAB), se evidenció fermentaciones, cambios de color y abundancia de nata, lo cual representa una ruptura en estas grasas en donde las botellas de cepas puras y la combinación de estas con biodyne demostró un crecimiento mayor de nata, esto quiere decir que las cepas con mayor eficiencia en la muestra contaminada es la mezcla de las cepas puras y las comerciales, es así que éstas serán llevadas a la trampa de grasas del acueducto con el fin de observar si funcionan de igual manera que en la muestra que realizamos a menor escala, para que en un futuro pueda ser tratada a una mayor escala.
- Las bacterias extraídas directamente de la trampa de grasas de la EAAB son una opción de bajo costo y fácil operación, para la Biorremediación de las aguas y tuberías contaminadas con material graso de origen vegetal o animal.

7. Recomendaciones

- Utilizar adecuadamente cada uno de los instrumentos del laboratorio para garantizar un éxito al momento de bioaumentar las cepas nativas.
- Implementar adecuadamente las cantidades de muestras que serán utilizadas, teniendo en cuenta si la investigación es in vitro, ex -situ o in situ.
- Hacer adecuado uso de la normativa existente tanto ambiental como de bioseguridad.
- Contar con los permisos correspondientes de las entidades y/o establecimientos como los laboratorios en donde se va a trabajar.

8. Referencias

Artículos de revistas

- Biodyne Bogotá. (2011). *Manual de pozos sépticos*. Recuperado de: http://www.biodyne-bogota.com/Manual_de_Pozo_Septico_by_Biodyne.pdf.
- Pineda Rodríguez, C. A., & Guerrero Erazo, J. (2011). Aprovechamiento de los residuos grasos generados en los. *Redalyc*, 3-4.
- Saldaña, M. (2015). ¿Por qué no verter aceite en coladeras o alcantarillas? *La crónica*. México. Retrieved from <http://www.cronica.com.mx/notas/2015/900752.html>.

Libros

- Schuenke, S. (1996). *Medical Microbiology*. Galveston, EE.UU: University of Texas Medical Branch Nzinga, A.,
- Thukair, A., Sankara, S. & Razzak, S. A. (2016). Characterization of aerobic oil and grease-degrading bacteria in wastewater, *Environmental Technology*, DOI: 10.1080/09593330.2016.1207712.

Fuentes Electrónicas

- Grafika. (S.F). Tratamiento para trampas de grasa. Recuperado de: http://www.biodyne-bogota.com/agr_trampas_de_grasa.html.

Sobre los autores

- **Daniel Felipe Garzón Gallo:** Estudiante Facultad de Ingeniería, Programa Ingeniería Ambiental. gallogarzonfelipe@gmail.com
- **Angie Lorena Martínez Garzón:** Estudiante Facultad de Ingeniería, Programa Ingeniería Ambiental. lorenamartinez130612@gmail.com
- **Leidy Tatiana Pérez Rodríguez:** Estudiante Facultad de Ingeniería, Programa Ingeniería Ambiental. leidy981@hotmail.com
- **Mónica Cristina Echevarría Pedraza:** Ingeniera ambiental. Master en conservación de Recursos Naturales, Doctorado en Manejo y Conservación de Recursos Naturales dirigido a la Gestión Ambiental. Profesor monikepe@hotmail.com
- **Alexander Reyes Moreno:** Ingeniero Industrial, Master en Administración de Empresas con Especialidad en Gestión de la Calidad, Seguridad y Medio Ambiente, Master en Administración Ambiental, Estudiante Doctorado en Ciencias Económicas y Administrativas. Profesor. areyes946@hotmail.com

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2018 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)