

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, MANAGUA  
RECINTO UNIVERSITARIO RUBÉN DARÍO.  
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA**

**SEMINARIO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
LICENCIADO EN QUÍMICA AMBIENTAL**



**TITULO: PROPUESTA DE UN TRATAMIENTO PARA ACEITES Y  
GRASAS DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA MICROEMPRESA  
“PRODUCTOS VERDES” LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA, UNAN –  
MANAGUA, MARZO - JULIO 2016**

Autores:

Br. Carlos Alberto Bravo Herrera

Br. Carlos José Osorno Sánchez

Br. Emmanuel Salgado Bervis

Tutor:

MSc. Leyla Ma. Argüello Montiel

Asesor metodológico:

Lic. Yanett C. Mora Vargas

Managua, Octubre 2016

## **DEDICATORIA**

A Dios porque ha estado con nosotros en cada paso que damos, cuidándonos y dándonos fortaleza para continuar cada día con nuestras metas.

A nuestros padres, quienes a lo largo de nuestras vidas han velado por nuestro bienestar y educación siendo apoyo en todo momento, depositando su entera confianza en cada reto que se nos presentaba, sin dudar ni un solo momento en nuestra inteligencia y capacidad. Su tenacidad y lucha insaciable han hecho de ellos el gran ejemplo a seguir y destacar, no solo para nosotros, sino para la familia.

A ellos les dedicamos este proyecto, que sin ellos no hubiese podido ser posible.

Carlos Alberto Bravo Herrera.

Carlos José Osorno Sánchez.

Emmanuel Salgado Bervis.

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar agradecemos a Dios por habernos guiado por el camino del bien; en segundo lugar a cada uno de los que son parte de nuestra familia en especial a nuestros padres, por siempre habernos dado su fuerza, apoyo incondicional y mostrado los valores para ser hombres de bien.

A nuestra tutora y metodóloga, ya que este trabajo es el resultado del esfuerzo conjunto de todos los que formamos el grupo de trabajo.

A nuestros profesores a quienes les debemos gran parte de nuestros conocimientos, gracias a su paciencia, enseñanza, y finalmente un eterno agradecimiento a esta prestigiosa universidad la cual abrió sus puertas a jóvenes como nosotros, preparándonos para un futuro competitivo y formándonos como personas de bien.

Carlos Alberto Bravo Herrera.

Carlos José Osorno Sánchez.

Emmanuel Salgado Bervis.

## RESUMEN

El siguiente trabajo se realizó debido a los impactos ambientales que ocasionan las aguas residuales no tratadas, los objetivos de nuestro trabajo son: determinar la cantidad de grasas y aceites del agua residual de la microempresa por el método de partición gravimétrico; esto para conocer si la empresa cumple con los rangos establecidos en la leyes nacionales sobre concentraciones de aceites y grasas en agua residual, a su vez determinar el caudal generado en la misma y proponer un tratamiento para remover aceites y grasas del agua residual de la empresa “productos verdes” del laboratorio de Biotecnología.

El trabajo realizado es de tipo investigativo-cuantitativo contiene información acerca del agua residual, sus tipos y clasificación, los impactos negativos que ocasionan al ambiente las grasas y aceites al ser descargados en cuerpos hídricos receptores, normas y leyes nacionales a cerca de las aguas residuales y rangos permisibles, los métodos aplicados tanto para medir el caudal, como para medir la cantidad de aceites y grasas en agua residual, y finalmente la propuesta innovadora de una trampa para remover las grasas y aceites en el agua residual de la microempresa “productos verdes”.

Se determinó la cantidad de aceites y grasas en el agua residual de la microempresa, utilizando el método de partición gravimétrica dando una cantidad de 19.2 mg/L, luego se determinó el caudal del efluente por el método volumétrico donde dio como resultado de 236,8 L/día, esto nos ayudó para proponer el tratamiento acorde a la cantidad de agua generada.

El tratamiento que se utilizará es innovador, moderno, fácil, rápido, sin un costo energético; consta de dos procesos como es la flotación y filtración, es una trampa elaborada en láminas de acero inoxidable que permitirá remover las grasas y aceites de manera eficiente.

**Palabras claves:** agua residual, aceites y grasas, método volumétrico, método gravimétrico.

## Índice.

### CAPÍTULO I ASPECTOS GENERALES

<b>1.1 Introducción</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Objetivos</b>	<b>2</b>
<b>1.3 Planteamiento del problema</b>	<b>3</b>
<b>1.4 Justificación</b>	<b>4</b>
<b>1.5 Antecedentes</b>	<b>5</b>

### CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

<b>2.1. Aguas residuales</b>	<b>7</b>
2.1.1. Tipos de aguas residuales	8
2.1.2. Indicadores de la contaminación del agua.	9
2.1.3 Tipos de contaminantes.	10
<b>2.2. Aguas residuales con aceites</b>	<b>12</b>
2.2.1. Aceites y grasas	13
2.2.2. Productos de limpieza biodegradable a base de aceites usados	14
2.2.3. Contaminación del agua por aceites de cocina usados	15
2.2.4. Impacto medio ambiental generado por aguas residuales con aceites y grasas	15
<b>2.3. Tratamientos de aguas residuales</b>	<b>16</b>
<b>2.4. Método de partición gravimétrica para determinación de aceites en agua</b>	<b>18</b>
2.4.1 Alcance y aplicación	18
<b>2.5. Medición de caudal</b>	<b>19</b>
<b>2.6 Marco legal nacional sobre aguas residuales</b>	<b>20</b>

### CAPÍTULO III HIPÓTESIS

<b>Hipótesis</b>	<b>23</b>
------------------	-----------

### CAPÍTULO IV DISEÑO METODOLÓGICO

<b>4.1 Descripción del ámbito del estudio</b>	<b>24</b>
<b>4.2 Tipo de estudio</b>	<b>24</b>
<b>4.3 Población y muestra</b>	<b>24</b>

<b>4.4 Variables</b>	<b>25</b>
4.4.1. Variables independientes	25
4.4.2. Variables dependientes	25
4.4.3. Operacionalización de las variables	25
<b>4.5 Materiales y Métodos</b>	<b>26</b>
4.5.1 Métodos.	26
4.5.1.1. Método para medir caudales.	26
4.5.1.2. Método de determinación de aceites y grasa en agua por el método de particion gravimétrica.	26
4.5.2 Método trampa grasa para la remocion de aceites y grasas de las aguas residuales de la micrompresa	30

## CAPÍTULO V ANÁLISIS DE RESULTADOS

<b>5.1 Análisis de medición de caudal</b>	<b>33</b>
<b>5.2 Análisis de aceites y grasas.</b>	<b>34</b>
5.2.1 Recoleccion de la muestra	34
5.2.2 Aplicación del método y resultados	35

## CAPITULO VI CONCLUSIONES

<b>Conclusiones.</b>	<b>36</b>
----------------------	-----------

## CAPITULO VII RECOMENDACIONES

<b>Recomendaciones</b>	<b>37</b>
------------------------	-----------

<b>Bibliografía.</b>	<b>38</b>
----------------------	-----------

## Anexos

# **CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES**

## 1.1 Introducción

El agua es un elemento natural indispensable para el desarrollo de la vida y de las actividades humanas. En las industrias el agua es un recurso muy importante desde formar parte de su producto terminado hasta para la limpieza en general, siendo imprescindible en cantidad y calidad.

Las aguas residuales o efluentes industriales pueden diferir en sus concentraciones de químicos como de cargas microbianas, dependiendo de la actividad industrial; uno de los contaminantes que más problemas causan al medio ambiente son las grasas y aceites en agua residual, ya que son altamente estables, inmiscibles con el agua y van a permanecer en la superficie dando lugar a natas y espumas, provocando daños como el agotamiento del oxígeno en el agua, eutrofización, etc.

Las aguas residuales por su agresividad requieren ser degradadas de manera que no constituyan un problema social y ambiental, la forma más común para controlar la polución del agua consiste en sistemas de tratamientos, colectores cloacales, trampas para contaminantes y plantas de tratamiento

En vista de lo antes mencionado, se ha planteado elaborar una propuesta de un tratamiento innovador y eficiente para la remoción de aceites y grasas en las aguas residuales de la microempresa “productos verdes” laboratorio de biotecnología, Unan –Managua, acorde a la cantidad de agua generada en la empresa, cumpliendo con las normas y leyes ambientales nacionales sobre rangos permisibles de aceites y grasas en agua residual, disminuyendo impactos negativos al medio ambiente en general.

## 1.2 Objetivos

### Objetivo general

Proponer un tratamiento para la remoción de grasas y aceites de las aguas residuales de la microempresa "Productos Verdes" laboratorio de biotecnología, UNAN – Managua, Marzo - Julio 2016.

### Objetivos específicos

1. Determinar la concentración de aceites y grasas en las aguas residuales de la microempresa utilizando el método de partición gravimétrica.
2. Calcular el caudal del efluente utilizando el método de caudales pequeños ó método volumétrico.
3. Plantear una alternativa de tratamiento eficiente e innovador para la remoción de aceites y grasas de las aguas residuales de la microempresa.

### 1.3 Planteamiento del problema

La situación ambiental actual, lleva a iniciar múltiples investigaciones en todos los campos con el objetivo de proteger el ambiente, encontrar soluciones sostenibles a cada uno de los grandes problemas ambientales que se presentan.

De esta manera, es de nuestra competencia como investigadores crear o diseñar estrategias que permitan controlar adecuadamente el entorno. Por ejemplo, consideremos el siguiente planteamiento:

La acción del hombre va deteriorando los recursos hídricos cada día más y más, se deterioran principalmente por las aguas residuales industriales no tratadas, estas al ponerse en contacto con otras sustancias como las grasas y aceites son descargadas en cuerpos hídricos, inclusive el suelo afectando la calidad del mismo.

Las grasas y aceites son muy difíciles de tratar en aguas residuales, al ser inmiscibles en el agua no se mezclan, creando una capa oleosa que va a reducir el oxígeno del agua destruyendo los ecosistemas acuáticos, aumentando la eutrofización, etc.

En este trabajo se presentará una propuesta para la remoción de aceites y grasas de las aguas residuales de la microempresa “productos verdes” del laboratorio de Biotecnología UNAN Managua, esta es una empresa dedicada a elaborar productos de limpieza a base de aceites usados, por lo que sus aguas residuales contienen aceites y grasas, dichas aguas no presentan ningún tipo de tratamiento, por lo que contaminan al medio ambiente; de esta manera nos hemos planteado elaborar este trabajo con el fin de proponerles una alternativa que minimice los efectos negativos al ambiente cumpliendo con las normas y leyes ambientales nacionales.

## 1.4 Justificación

Día a día se han ido incrementando las industrias y con esto se van generando nuevos empleos, sin embargo han contribuido a su vez a la contaminación y agotamiento del agua ya que la mayoría de las industrias requieren del agua para la realización de sus procesos.

Las aguas residuales industriales o efluentes industriales constituyen uno de los mayores focos de contaminación para el medioambiente, una fuente de contaminación para las personas y un peligro para los ecosistemas acuáticos.

La realización de este trabajo tiene mucha importancia, ya que se plantea una alternativa para remover aceites y grasas de las aguas residuales de la microempresa “productos verdes”; esto posee un aporte social-ambiental, beneficiara a la empresa a corto, mediano, y a largo plazo al no contaminar con sus aguas residuales , beneficiara a la población, y especialmente el beneficio al medio ambiente, ya que se removerán las grasas y aceites del agua residual, disminuyendo impactos negativos al medio ambiente en general, cumpliendo con las leyes , normas y decretos ambientales establecidos en la constitución política de Nicaragua.

Cabe mencionar que la realización de este estudio servirá como antecedente para futuras investigaciones.

## 1.5 Antecedentes

Históricamente las aguas residuales no han sido un factor intrínseco de la producción y se suponía que el medio ambiente las absorbía y les daba un tratamiento natural. El progreso cultural e industrial acabó llevando aquella práctica a situaciones límites y en la actualidad en las economías industriales el tratamiento de las aguas residuales se convierte en un costo más de producción.

De acuerdo a la revisión de los antecedentes, se reportaron estudios o investigaciones que sustentan el trabajo, algunas de ellas se mencionan a continuación:

MEng. Amelia Vidales Olivo del Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica Instituto Tecnológico de Aguascalientes en el año 2014 realizaron una investigación 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). Sus objetivos eran determinar y seleccionar el método más eficaz para la extracción de grasas y aceites en aguas residuales de la industria automotriz, medir y comprobar la eficiencia de los métodos empleados.

Concluyeron en la investigación 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 arábiga y el método B correspondiente al uso de cabello natural y artificial.

PhD. Lain - Vargas - (2013), publicó una investigación titulada “Mejoras en el sistema de tratamiento de aguas residuales provenientes de empresa de productos de limpieza”, su objetivo era estudiar y analizar el sistema de tratamiento utilizado y su eficiencia en la remoción de contaminantes en el agua concluyendo que es necesario optimizar el funcionamiento de la planta para elevar la calidad del agua, con la finalidad de cumplir con las normativas ambientales vigentes.

Vanesa Barrera - UNAM México (2012), realizó la tesis sobre la “Variabilidad de la calidad del agua y su impacto en los proyectos de optimización del funcionamiento de plantas de tratamientos de aguas residuales” su objetivo fue determinar la variabilidad de la calidad del agua proveniente de un proceso industrial y la relación

con los parámetros de funcionamiento de plantas de tratamientos de aguas residuales. Luego de realizar las investigaciones concluyó que las industrias presentaban debilidades en cuanto a la eficiencia de remoción y control de sólidos.

Guillermo León Suematsu - Profesor de la Universidad de Arkansas (2011), elaboró una investigación acerca “Tratamiento de aguas residuales; objetivos y selección de tecnologías en función al tipo de reuso” su objetivo era proponer y desarrollar el mejor sistema de tratamiento para aguas residuales industriales y reusar el agua tratada.

PhD. Baecheler - Universidad Sergio Arboleda de Colombia (2005), realizó una investigación titulada: “Calidad del agua en espacios naturales: Impacto y Modelación”. La elaboración de este proyecto condujo a la conclusión de que el agua de los espacios naturales se ve alterada y los impactos sobre ella deben ser evaluados, la forma más adecuada son los modelos de calidad de aguas los cuales permiten simular condiciones actuales y futuras de tal manera, que permiten anticipar las variaciones que sufrirán los diversos índices o parámetros en el cuerpo acuático en estudio.

# **CAPITULO II: MARCO TEÓRICO**

## 2.1. Aguas residuales

El hombre ha utilizado el agua no sólo para su consumo, sino con el paso del tiempo, para su comodidad y confort, convirtiendo las aguas usadas en vehículo de desechos. De aquí surge la denominación de aguas residuales.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha establecido como uno de los derechos fundamentales de todo ser humano el disfrute del grado máximo de salud posible.

La contaminación de las aguas es uno de los factores importantes que rompe la armonía entre el hombre y su medio tanto a corto, como a medio y largo plazo; por lo que la prevención y lucha contra ella constituye en la actualidad una necesidad de importancia prioritaria.

Contaminación del agua es la acción y el efecto de introducir materias o formas de energía, o inducir condiciones en el agua que, de modo directo o indirecto impliquen una alteración perjudicial en su calidad en relación con los usos posteriores o con su función ecológica<sup>1</sup>.

Las aguas residuales se pueden definir como aquellas que por uso del hombre, representan un peligro y deben ser desechadas, porque contienen gran cantidad de sustancias y/o microorganismos, estando compuestas por una combinación de: líquidos de desagüe de viviendas, comercios, líquidos efluentes de establecimientos industriales. Líquidos efluentes de instalaciones agrícolas y ganaderas<sup>2</sup>

Las aguas residuales, debido a la gran cantidad de sustancias (algunas de ellas tóxicas) y microorganismos que portan, pueden ser causa y vehículo de contaminación, en aquellos lugares donde son evacuadas sin un tratamiento previo.

Se puede definir la polución del agua como una modificación, generalmente provocada por el hombre, de la calidad del agua, haciéndola impropia y peligrosa para

---

<sup>1</sup> Casaret&Doull. 2001. Manual de toxicología. La ciencia básica de los tóxicos. México. McGraw Hill Interamericana.

<sup>2</sup> Espigares García, m. y Pérez López, ja.1985.Aspectos sanitarios del estudio de las aguas. Granada. Universidad de granada. Servicio de publicaciones.

el consumo humano, la industria, la agricultura, la pesca, las actividades recreativas, así como para los animales domésticos y la vida natural.

Las aguas residuales son el resultado de la utilización del agua para distintos fines. Como consecuencia de este uso, el agua recoge materias en suspensión y disueltas que alteran sus propiedades<sup>3</sup>.

### 2.1.1. Tipos de aguas residuales

Dentro de este concepto se incluyen aguas con diversos orígenes:

- *Aguas residuales industriales:*

Las aguas residuales industriales proceden de cualquier actividad o negocio en cuyo proceso de producción, transformación o manipulación se utilice el agua. Son enormemente variables en cuanto a caudal y composición, difiriendo las características de los vertidos, no sólo de una industria a otra, sino también dentro de un mismo tipo de industria. Éstas son más contaminadas que las aguas residuales urbanas, además, con una contaminación mucho más difícil de eliminar<sup>4</sup>.

La mayor parte, después de su uso, se elimina devolviéndola nuevamente a la naturaleza. Estos vertidos, a veces se tratan, pero otras el agua residual industrial vuelve al ciclo del agua sin tratarla adecuadamente.

- *Aguas residuales domésticas o aguas negras:*

Proceden de las heces, orina humana, del aseo personal, de la cocina y de la limpieza de la casa. Suelen contener gran cantidad de materia orgánica y microorganismos, así como restos de jabones, detergentes, lejía y grasas.

- *Aguas residuales agrícolas:*

Procedentes de las labores agrícolas en las zonas rurales. Estas aguas suelen participar, en cuanto a su origen, de las aguas urbanas que se utilizan, en numerosos lugares, para riego agrícola con o sin un tratamiento previo.

---

<sup>3</sup> Sans, R. (1999). "Ingeniería ambiental: Contaminación y tratamientos". México: Alfa omega

<sup>4</sup> Lomelí, M. (2007). ¿Por qué degradar la naturaleza? México.

- *Aguas blancas:*

Pueden ser de procedencia atmosférica (lluvia, nieve o hielo) o del riego y limpieza de calles, parques y lugares públicos. En aquellos lugares en que las precipitaciones atmosféricas son muy abundantes, éstas pueden evacuarse por separado para que no saturen los sistemas de depuración<sup>5</sup>.

### 2.1.2. Indicadores de la contaminación del agua.

- *Indicadores físico-químicos:*

**Sólidos totales:** comprende la materia (orgánica e inorgánica) disuelta, coloidal y en suspensión; el residuo seco del agua potable debe ser igual o inferior a 1500 mg/L.

**Color:** el agua potable debe ser incolora; las aguas residuales domésticas tienen un color entre gris y negro; las aguas residuales industriales pueden tener colores muy variados.

**Olor:** el agua potable debe ser inodora, las aguas residuales domésticas tienen un olor desagradable; las aguas residuales industriales pueden tener olores desagradables; el sabor del agua está relacionado con su olor.

**Temperatura:** influye en el desarrollo de la vida acuática, el oxígeno disuelto y la velocidad de las reacciones químicas y bioquímicas.

**Turbidez:** depende de la cantidad de sólidos en suspensión; es mayor cuanto mayor es la contaminación del agua.

**pH:** mide la concentración de hidrogeniones; pH del agua potable entre 6,5-8,5;.

**Conductividad:** varía con la temperatura y depende de la concentración de sustancias disueltas; las sales minerales aumentan la conductividad y la materia orgánica la disminuye.

- *Indicadores de la contaminación orgánica:*

**Carbono orgánico total (COT):** mide la cantidad de compuestos orgánicos, naturales o sintéticos.

**Demanda bioquímica de oxígeno (DBO):** mide la cantidad de materia orgánica biodegradable; se determina midiendo la cantidad de oxígeno consumido por los

---

<sup>5</sup> Rivas Mijares, G. 1978. Tratamiento de aguas residuales. Caracas. 2ª ed. Ediciones Vega.

microorganismos cuando utilizan la materia orgánica como fuente de energía para su metabolismo.

**Demanda química de oxígeno (DQO):** indica la cantidad de contaminantes que pueden oxidarse mediante un agente químico (dicromato potásico, etc.); estos contaminantes pueden ser materia orgánica e inorgánica.

**Nitrógeno total (NT):** mide el nitrógeno de los compuestos orgánicos nitrogenados naturales (proteínas, péptidos, aminoácidos) y sintéticos (oxinas, hidracina, etc.)

- *Indicadores microbiológicos:*

**Coliformes:** bacterias aeróbicas y anaeróbicas facultativas gram-negativas, no esporuladas, con forma de bacilo, que fermentan la lactosa formando ácido y gas a las 48 h de ser cultivadas en caldo lactosado a 35 °C; en este grupo se encuentran bacterias no entéricas y entéricas (principalmente *Escherichia coli*); los coliformes sirven como indicadores de contaminación fecal.

**Estreptococos fecales:** conocidos también como enterococos al formar parte de la flora intestinal; son indicadores de la contaminación fecal.

**Otras determinaciones:** esporas de *Clostridium sulfito-reductores*, presencia de *Clostridium perfringens*, bacteriófagos fecales, microorganismos patógenos; la presencia de bacterias del gen. *Leptospira* (patógenas para el hombre y los animales) indica contaminación por deyecciones animales<sup>6</sup>.

### 2.1.3 Tipos de contaminantes.

Los contaminantes del agua se pueden clasificar de diferentes maneras. Una posibilidad bastante usada es agruparlos en los siguientes grupos:<sup>7</sup>

- **Grasas y aceites:** Son todas aquellas sustancias de naturaleza lipídica, que al ser inmiscibles con el agua, van a permanecer en la superficie dando lugar a la aparición de natas y espumas. Estas natas y espumas entorpecen cualquier

---

<sup>6</sup> Metcalf&Eddy. 1996. Ingeniería de aguas residuales. Tratamiento, vertido y reutilización. Madrid. McGraw Hill Interamericana de España.

<sup>7</sup> MILLER, Tyler (2005). «IX- Water resources and water pollution». *Sustaining the earth*. Thomson, Brooks & Cole.

tipo de tratamiento físico o químico, por lo que deben eliminarse en los primeros pasos del tratamiento de un agua residual.

- *Microorganismos patógenos*: son los diferentes tipos de microorganismos (bacterias, virus, protozoos y otros organismos microscópicos) que transmiten enfermedades como el cólera, tifus, gastroenteritis diversas, hepatitis, etc.
- *Desechos orgánicos*: son el conjunto de residuos orgánicos producidos por los seres humanos, ganado, etc. Incluyen heces y otros materiales que pueden ser descompuestos por bacterias aeróbicas, es decir en procesos con consumo de oxígeno.
- *Sustancias químicas inorgánicas*: en este grupo están incluidos ácidos, sales y metales tóxicos como el mercurio y el plomo. Si están en cantidades altas pueden causar graves daños a los seres vivos, disminuir los rendimientos agrícolas y corroer los equipos que se usan para trabajar con el agua.
- *Nutrientes vegetales inorgánicos*: Nitratos y fosfatos son sustancias solubles en agua que las plantas necesitan para su desarrollo, pero si se encuentran en cantidad excesiva inducen el crecimiento desmesurado de algas y otros organismos provocando la eutrofización de las aguas.
- *Compuestos inorgánicos*: Muchas moléculas inorgánicas como petróleo, gasolina, plásticos, plaguicidas, disolventes, detergentes, etc. acaban en el agua y permanecen, en algunos casos, largos períodos de tiempo, al ser productos fabricados por el hombre, tienen estructuras moleculares complejas difíciles de degradar por los microorganismos.
- *Sedimentos y materiales suspendidos*: Muchas partículas arrancadas del suelo y arrastradas a las aguas, junto con otros materiales que hay en suspensión en las aguas, son, en términos de masa total, la mayor fuente de contaminación del agua.
- *Sustancias radiactivas*: Hay isotopos radiactivos solubles pueden estar presentes en el agua y, a veces, se pueden ir acumulando a lo largo de las

cadena trófica, alcanzando concentraciones considerablemente más altas en algunos tejidos vivos que las que tenían en el agua<sup>8</sup>.

## 2.2. Aguas residuales con aceites

La contaminación del agua por aceite es un caso típico de las aguas residuales procedentes de procesos industriales. La descarga del agua contaminada con aceite contribuye a la polución del medio ambiente. Consecuentemente, las normas sobre los niveles de contaminación son cada vez más estrictas. En muchos procesos industriales se utilizan detergentes y productos de limpieza a presión que generan mezclas de aceite y agua.<sup>9</sup>

La liberación de aceites y grasas al medio acuático, como sustancias hidrófobas de menor densidad, además de provocar un impacto estético, aportan otros contaminantes como la elevada DQO que en gran medida afectan al intercambio gaseoso. Así, estas sustancias una vez entran al medio acuático, se difunden a la superficie reduciendo la oxigenación a través de la interfase aire-agua y la actividad fotosintética, ya que absorbe la radiación solar, disminuyendo así, además, la producción interna de oxígeno disuelto.

El vertido de aceites usados en los cursos de aguas deteriora notablemente la calidad de las mismas, al ocasionar una capa superficial que impide la oxigenación de las aguas y produce la muerte de los organismos que las pueblan.

El contenido de aceites y grasas en el agua se determina en el laboratorio mediante la extracción de todo el material soluble en un solvente orgánico tal como el hexano. Los resultados se reportan como mg/L de MEH (material extraíble en hexano).

Los aceites no se disuelven en el agua, no son biodegradables, forman películas impermeables que impiden el paso del oxígeno y matan la vida tanto en el agua como

---

<sup>8</sup> Espigares García, m. y Pérez López, ja.1985.aspectos sanitarios del estudio de las aguas. Granada. Universidad de granada. Servicio de publicaciones.

<sup>9</sup> Lafuente (1997). *Tratamiento de las aguas residuales urbanas por filtración en lechos de turba*. Ingeniería Química. Catalán

en tierra, esparcen productos tóxicos que pueden ser ingeridos por los seres humanos de forma directa o indirecta.

Los hidrocarburos saturados que contienen no son biodegradables (en el mar el tiempo de eliminación de un hidrocarburo puede ser de 10 a 15 años).

Se dice que 5 litros de aceite usado, capacidad corriente del cárter de un automóvil, vertidos sobre un lago cubriría una superficie de 5.000 m<sup>2</sup> con una capa oleosa que perturbaría gravemente el desarrollo de la vida acuática

A estas dificultades debemos añadir los riesgos que implican las sustancias tóxicas contenidas en los aceites usados, vertidos en el agua que pueden ser ingeridas por el hombre o los animales.

Dichas sustancias tóxicas provienen de los aditivos añadidos al aceite y engloban diversos grupos de compuestos tales como: fenoles, aminas aromáticas, terpenos fosfatados y sulfonados di-alquil-ditiofosfato de cinc, detergentes, poli-isobutilenos, poliésteres, que durante el uso del aceite a temperaturas elevadas forman peróxidos intermedios que son muy tóxicos<sup>10</sup>.

### 2.2.1. Aceites y grasas

Las grasas y aceites de origen vegetal o animal son triglicéridos o también llamados ésteres de la glicerina, con ácidos grasos de larga cadena de hidrocarburos que generalmente varían en longitud. De forma general, cuando un triglicérido es sólido a temperatura ambiente se le conoce como grasa, y si se presenta como líquido se dice que es un aceite.

#### Solubilidad

Los aceites se caracterizan principalmente por su virtual inmiscibilidad en el agua, sin embargo, son miscibles en muchos solventes orgánicos no polares. La solubilidad es

---

<sup>10</sup> Aguirre, P. (2004). Mecanismos de eliminación de la materia orgánica y de los nutrientes en humedales construidos de flujo subsuperficial. Nuevos criterios para el diseño y operación de humedales construidos. Pp. 17-29. Edic. CPET. Barcelona.

dependiente de las propiedades termodinámicas del soluto y disolvente, y de las fuerzas de atracción entre las moléculas.

## Densidad

Los valores de densidad para aceites están generalmente en el intervalo entre 0.920 y 0.964 g/L. La densidad se incrementa cuando decrece el peso molecular e incrementa con la instauración. La densidad se incrementa aproximadamente en forma lineal con el incremento de la temperatura<sup>11</sup>

### 2.2.2. Productos de limpieza biodegradable a base de aceites usados

*"Biodegradable"*: es el producto o sustancia que puede descomponerse en los elementos químicos que lo conforman, debido a la acción de agentes biológicos, como plantas, animales, microorganismos y hongos, bajo condiciones ambientales naturales, permitiendo que se reintegre a la naturaleza sin contaminar el ambiente.

*"Productos de limpieza biodegradables"*: son productos que contribuyen al equilibrio ecológico y al medio ambiente, debido a la acción de agentes biológicos que los descomponen bajo condiciones naturales manteniendo al planeta y sus mares, libre de contaminantes químicos que toman mucho tiempo en desintegrarse y regresar a la naturaleza.

*"Aceite de cocinar usado"*: Se entiende por aceites comestibles usados a los productos lipídicos de origen vegetal o animal, utilizados en acciones de fritura, el cual se desnaturaliza por las altas temperaturas, modificando sus características organolépticas y fisicoquímicas produciendo modificaciones en la composición de los ácidos grasos saturados que lo forman, perdiendo las características para el consumo humano y convirtiéndose en un residuo orgánico peligroso tanto para la salud como para el medio ambiente.<sup>12</sup>

---

<sup>11</sup>Bernardina E. (1981) Tecnología de aceites y grasa. España. Editorial Acriba S.A

<sup>12</sup> Bernal Inés. (1994) Análisis de Alimentos. Colombia. Editorial. Guadalupe LTDA.

Productos elaborados a base de aceites de cocinar usados:

- Grasas multiusos.
- Jabones industriales
- Jabones de mano.
- Ceras.
- Aceites para procesos siderúrgicos.

### 2.2.3. Contaminación del agua por aceites de cocina usados

El Residuo de Aceite Usado de Cocina (RAUC) es uno de los más graves factores de contaminación del agua, ya que es capaz de crear una capa, que es difícil de eliminar, por encima del agua, lo que dificulta el paso de oxígeno y puede matar a los seres vivos de los ríos. <sup>13</sup>

Un litro de RAUC puede contaminar hasta mil litros de agua superficial, lo que representa la cantidad de agua que toma una persona promedio durante un año. Otras estimaciones indican que el potencial contaminante es de 1 a 10 mil litros, es decir, un litro de aceite podría contaminar 10 mil litros de agua, no hay que confundir con el potencial contaminante de 1 litro de aceite usado de coche, que sí puede contaminar un millón de litros de agua.

De igual forma, tirar el aceite en las coladeras provoca la obstrucción de las tuberías, ya que la grasa al enfriarse se adhiere a las paredes del alcantarillado y actúa como un imán para otros residuos, formando un tapón que impide que el agua fluya libremente.

### 2.2.4. Impacto medio ambiental generado por aguas residuales con aceites y grasas

- Agotamiento del contenido en oxígeno

Los organismos acuáticos precisan del oxígeno disuelto en el agua para poder vivir. Cuando se vierten en las masas de agua residuos que se oxidan fácilmente, bien por

---

<sup>13</sup> Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de la Argentina.

vía química o por vía biológica, se producirá la oxidación con el consiguiente consumo de oxígeno en el medio.

Si el consumo de oxígeno es excesivo, se alcanzarán niveles por debajo de los necesarios para que se desarrolle la vida acuática, dándose una muerte masiva de seres vivos.

Además, se desprenden malos olores como consecuencia de la aparición de procesos bioquímicos anaerobios, que dan lugar a la formación de compuestos volátiles y gases.

- Daño a la salud pública.

Los vertidos de efluentes residuales a cauces públicos, pueden fomentar la propagación de virus y bacterias patógenos para el hombre.

- Eutrofización

Un aporte elevado de nitrógeno y fósforo en los sistemas acuáticos propicia un desarrollo masivo de los consumidores primarios de estos nutrientes; zoo y fitoplancton y plantas superiores. Estas poblaciones acaban superando la capacidad del ecosistema acuático, pudiendo llegar a desaparecer la masa de agua.

- Otros efectos.

Pueden ser muy variados y van a ser consecuencia de contaminantes muy específicos, como valores de pH por encima o por debajo de los límites tolerables, presencia de tóxicos que afecta directamente a los seres vivos, etc.<sup>14</sup>

### **2.3. Tratamientos de aguas residuales**

Consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes presentes en el agua efluente del uso humano<sup>15</sup>

---

<sup>14</sup> Hernández, A. (2000). "Manual de depuración Uralita". España: Thompson Learning

<sup>15</sup> Brix, H. (2004). Danish guidelines for small-scale constructed wetland systems for onsite treatment of domestic sewage. Vol. 1. pp.1-9. 9th International Conference on Wetland Systems for Water Pollution Control. Avignon (France)

- *Tratamiento físico-químico*

Tamizado

Remoción de gas

Remoción de arena

Precipitación con o sin ayuda de coagulantes o floculantes

Separación y filtración de sólidos

El agregado de cloruro férrico ayuda a precipitar en gran parte a la remoción de fósforo y ayuda a precipitar biosólidos o lodo.

- *Tratamiento biológico*

Lechos oxidantes o sistemas aeróbicos

Post – precipitación

Liberación al medio de efluentes, con o sin desinfección según las normas de cada jurisdicción.

Biodigestión anaeróbica y humedales artificiales utiliza la materia orgánica biodegradable de las aguas residuales, como nutrientes de una población bacteriana, a la cual se le proporcionan condiciones controladas para controlar la presencia de contaminantes.

- *Estos procesos se dividen en:*

Tratamiento primario: asentamiento de sólidos

Tratamiento secundario: tratamiento biológico de la materia orgánica disuelta presente en el agua residual, transformándola en sólidos suspendidos que se eliminan fácilmente.

Tratamiento terciario : pasos adicionales como lagunas, microfiltración o desinfección<sup>16</sup>.

#### **2.4. Método de partición gravimétrica para determinación de aceites en agua**

Los aceites y grasas son cualquier material recuperado como sustancia soluble en un solvente. Incluye otros materiales extraídos por el solvente de muestras acidificadas (tales como compuestos azufrados, ciertos pigmentos orgánicos, y clorofila) y no volatilizados durante la prueba. Algunas sustancias extraíbles, como los ácidos grasos y grasas insaturadas, se oxidan rápidamente, de ahí, se incluyen precauciones especiales para minimizar este efecto.

Se utiliza el método de partición gravimétrica líquido/líquido, basado en la técnica del Standard Methods 5520B, para determinar la concentración de aceites y grasas en muestras líquidas. Los aceites y grasas disueltas o emulsificados son extraídos del agua por contacto íntimo con un solvente extractor. El solvente es n-hexano al 85% o una mezcla de solventes (80% n-hexano y 20% metil-terbutil éter) para el método gravimétrico. Se determina el contenido de aceites y grasas en la muestra inicial por diferencia gravimétrica.

Los solventes orgánicos agitados con algunas muestras pueden formar una emulsión difícil de romper. Este método incluye una forma de manejar esas emulsiones. Se recomienda en lo posible reciclar el solvente, ya que la recuperación de este reduce la emisión de vapores a la atmósfera y los costos de suministro de solvente.<sup>17</sup>

##### 2.4.1 Alcance y aplicación

- Este método es aplicable a muestras de aguas superficiales, salinas y residuales domesticas e industriales.

---

<sup>16</sup> Romero Rojas, Jairo A. Lagunas de estabilización de aguas residuales. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. 1994

<sup>17</sup> Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Method 250 D. American Public Health Association, American Water Works Association (APHA) Water Pollution Control Federation. 21 st Edition, 2005.

- En esta determinación no se mide una sustancia específica sino un grupo de sustancias con unas mismas características físico-químicas (solubilidad).
- Es aplicable para la determinación de ácidos grasos , jabones, grasas, ceras, hidrocarburos, de bajo y elevado peso molecular de origen mineral que abarca desde la gasolina hasta combustibles y aceites lubricantes y cualquier otra sustancia miscible de ser extraído con hexano.
- No es aplicable a materiales que se volatilicen a temperaturas menores a los 85°C y/o sustancias con significativo porcentaje de materiales no solubles en n-hexano.  
Nota: El aceite de combustible número dos es parcialmente perdido en la operación de remoción de solvente.
- El límite de detección del método es 1.4 mg/L y el nivel mínimo de cuantificación es 5mg/L.<sup>18</sup>

## 2.5. Medición de caudal

Son métodos que permiten conocer el flujo volumétrico o caudal que está circulando por la tubería, consiste en la determinación de la cantidad de masa o volumen que circula por la conducción por unidad de tiempo, este parámetro es de muchísima importancia en aquellos procesos que involucran el transporte de un fluido o sustancias y se dividen en método de caudales pequeños (volumétrico) y método superficie/velocidad (para caudales grandes).

- Métodos volumétricos: La forma más sencilla de calcular los caudales pequeños es la medición directa del tiempo que se tarda en llenar un recipiente de volumen conocido.

La corriente se desvía a un recipiente adecuado y el tiempo que demora su llenado se mide por medio de un cronómetro.

---

<sup>18</sup> Method 1664. Revision B: n-Hexano Extractable. Material and silica gel extractable. February 2010. Environmental. Unites States

- Método superficie-velocidad: Este método depende de la medición de la velocidad media de la corriente y del área de la sección transversal del canal, calculándose a partir de la fórmula:

$$Q = A \times V \quad \text{ecuación \# 1}$$

Q es caudal, m<sup>3</sup>/s (m<sup>3</sup>/h o L/s, cuando la corriente es menor)

A es el área de la sección transversal, m<sup>2</sup>

V es velocidad media de la corriente, m/s

## 2.6 Marco legal nacional sobre aguas residuales

El Marco legal nicaragüense sobre aguas residuales se establece en el DECRETO No. 33-95: "Disposiciones Para el Control de la Contaminación Provenientes de las Descargas de Aguas Residuales Domesticas, Industriales y Agropecuarias" en el artículo 34 que:

"Las descargas de aguas residuales en forma directa o indirecta a cuerpos receptores provenientes de la industria de extracción y refinado de aceite vegetal, deberán cumplir con los rangos y límites máximos permisibles descritos a continuación:

Tabla # 1 Rangos permisibles en agua residual de industrias de extracción y refinado de aceite vegetal.

PARAMETROS	RANGOS Y LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES PROMEDIO DIARIO
Temperatura ° C.	40
PH	6-9
Sólidos Suspendidos Totales (mg/l)	100
Sólidos Sedimentales (ml/l)	1.0
DBO (mg/l)	100
DQO (mg/l)	200
Grasas y Aceites (mg/l)	25

Y el Art.39 dicta

Las descargas de aguas residuales en forma directa o indirecta a cuerpos receptores provenientes de la Industria de Jabones y Detergentes, deberán cumplir con los rangos y límites máximos permisibles descritos a continuación:

Tabla#2 Rangos permisibles en agua residual de industrias de jabones y detergentes

PARAMETROS	RANGOS Y LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES PROMEDIO DIARIO
PH	6-9
Sólidos Suspendidos Totales (mg/l)	50
Sólidos Sedimentales (ml/l)	1.0
DBO (mg/l)	130
DQO (mg/l)	260
Grasas y Aceites (mg/l)	40
Sustancias activas al azul metileno (mg/l)	10

En la LEY GENERAL DEL MEDIO AMBIENTE Y LOS RECURSOS NATURALES  
LEY No. 217 se establece lo siguiente

Artículo 113.- Se prohíbe el vertimiento directo de sustancias o desechos contaminantes en suelos, ríos, lagos, lagunas y cualquier otro curso de agua.

El Ministerio de Salud en coordinación con el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales, dictará las normas para la disposición, desecho o eliminación de las sustancias, materiales y productos o sus recipientes, que por su naturaleza tóxica puedan contaminar el suelo, el subsuelo, los acuíferos o las aguas superficiales.

Artículo 125.- El Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales como autoridad competente determinará, en consulta con los sectores involucrados, el destino de las aguas residuales, las características de los cuerpos receptores y el tratamiento previo, así como las concentraciones y cantidades permisibles.

Artículo 141.- Toda persona que por acción u omisión deteriore el ambiente, está obligada a reparar los daños y perjuicios que ocasionen a los recursos ambientales, al equilibrio del ecosistema, a la salud y calidad de vida de la población.

## **NORMA TÉCNICA OBLIGATORIA NICARAGÜENSE PARA REGULAR LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES Y SU REUSO NTON 05 027-05**

Esta norma tiene por objeto establecer las disposiciones y regulaciones técnicas y ambientales para la ubicación, operación y mantenimiento, manejo y disposición final de los desechos sólidos generados por los sistemas de tratamiento de las aguas residuales domésticas, industriales y agropecuarias; incluyendo el reusó de las aguas tratadas .

# **CAPITULO III: HIPOTESIS**

## Hipótesis

La implementación de la propuesta de un sistema trampa aceite-grasa basado en flotación-filtración disminuirá la cantidad de aceites y grasas del agua residual de la microempresa "productos verdes" del laboratorio de Biotecnología, minimizando daños y efectos negativos al medio ambiente.

# **CAPITULO IV: DISEÑO METODOLOGICO**

#### **4.1 Descripción del ámbito del estudio**

La microempresa productos verdes es un área de producción comprometida a elaborar productos de calidad que protejan al medio ambiente, cumpliendo con las BPM (Buenas prácticas de manufactura), comprometidos a satisfacer las necesidades de los nicaragüenses y contribuyendo al desarrollo eco-tecnológico, económico y social de manera sostenible bajo la dependencia del Laboratorio de Biotecnología de la UNAN – Managua.

Está ubicado en el recinto universitario Ricardo Morales Avilés (RURMA). Rotonda universitaria, una cuadra al norte, Pabellón D, forma parte del laboratorio de biotecnología UNAN Managua que es una dependencia universitaria sin fines de lucro, creada para llevar a cabo investigación en el campo de la biotecnología con el apoyo de técnicas y métodos biológicos y químicos para responder a los problemas e inquietudes de la sociedad Nicaragüense, cumpliendo los requisitos de la norma nacional NTON 04 001-05 (ISO/IEC 17025:2005).

#### **4.2 Tipo de estudio**

El trabajo se enmarca bajo la modalidad de proyecto de investigación de tipo cuantitativo, ya que se pretende estimar, calcular, evaluar las variables en problema. El mismo se realizará sin provocar situaciones fuera de la realidad, tampoco se manipulan variables deliberadamente, sino que se basan en realizar un estudio específico a fin de diseñar el tratamiento de aguas residuales con aceites y grasas provenientes del laboratorio de biotecnología.

#### **4.3 Población y muestra**

4.3.1 *Población*: son todos los efluentes de aguas residuales de los laboratorios de biotecnología del recinto Ricardo Morales Avilés UNAN- Managua.

4.3.2 *Muestra*. Se toma como muestra el efluente de aguas residuales de la microempresa "productos verdes" laboratorio de biotecnología, UNAN – Managua.

## 4.4 Variables

### 4.4.1. Variables independientes:

- Sistema de tratamiento

### 4.4.2. Variables dependientes:

- Caudal del efluente
- Concentración de aceites y grasas

### 4.4.3. Operacionalización de las variables

Dependiente	Concepto	Indicador	Valor
<b>Caudal del efluente</b>	Es la medición directa del tiempo que se tarda en llenar un recipiente de volumen conocido.	Método volumétrico; velocidad de descarga	m <sup>3</sup> /s , L/s, L/H, L/Dia
<b>Concentración de aceites en las aguas residuales</b>	Es el contenido de aceites y grasas presentes en el agua	Método de partición gravimétrica para determinación de aceites y grasas.	mg/L de MEH (hexano extraíble)
Independiente	Concepto	Indicador	Valor
<b>Sistema de tratamiento</b>	Son procesos que tienen como finalidad eliminar contaminantes presentes en el agua	Método trampa aceite grasa. Flotación y filtración	Eficiente, Asequible. Aplicable. Realizable

## 4.5 Materiales y Métodos

### 4.5.1 Métodos.

#### 4.5.1.1. Método para medir caudales.

- *Medición de caudales pequeños*

Métodos volumétricos: La forma más sencilla de calcular los caudales pequeños es la medición directa del tiempo que se tarda en llenar un recipiente de volumen conocido.

La corriente se desvía a un recipiente adecuado y el tiempo que demora su llenado se mide por medio de un cronómetro.

V= volumen conocido. (L)

t= se mide con un cronometro (s)

Para los caudales de más de 4 L/s, es adecuado un recipiente de 10 litros de capacidad que se llenará en 2½ segundos. Para caudales mayores, un recipiente de 200 litros puede servir para corrientes de hasta 50 L/s.

#### 4.5.1.2. Método de determinación de aceites y grasa en agua por el método de particion gravimétrica.

Este método es aplicable a muestras de aguas superficiales, salinas y residuales domésticas e industriales, En esta determinación no se mide una sustancia específica sino un grupo de sustancias con unas mismas características físico-químicas (solubilidad).

Es aplicable para la determinación de ácidos grasos, jabones, grasas, ceras, hidrocarburos, de bajo y elevado peso molecular de origen mineral que abarca desde la gasolina hasta combustibles y aceites lubricantes y cualquier otra sustancia miscible de ser extraído con hexano.

- Procedimiento

*Preparación de balones.*

Enjuagar y limpiar el balón en la parte externa e interna con etanol o acetona pura, adicionándole 4 perlas de ebullición, luego es colocado en el horno a 103 -105 °C durante dos horas, enfriar en el desecador y pesarlos, repetir el procedimiento hasta obtener el peso constante.

Almacenar los balones en un desecador hasta su utilización.

Extracción

Permitir que la muestra alcance temperatura ambiente antes del proceso de extracción con hexano.

Verificar el volumen de la muestra que se encuentre en el menisco de la botella. Si está por debajo del nivel, medir volumen.

Verificar  $\text{pH} < 2$ ; humedecer la cinta de papel pH con gotas de muestra tomadas con una varilla de vidrio previamente enjuagada con n-hexano. No introducir la cinta, ni algún otro material plástico directamente en la muestra.

Agitar y transferir la muestra a un embudo de separación, luego cuidadosamente enjuagar la superficie interior de la botella que contenía la muestra con 40 mL de solvente hexano y adicionarlo al embudo de separación de 1L.

Agitar vigorosamente durante dos minutos la muestra contenida en el embudo de separación, realizando liberaciones periódicas de presión producida por el solvente.

Dejar reposar por 10 min, permitiendo la separación de las dos fases (acuosa y orgánica).

Drenar suavemente la fase acuosa en la misma botella que contenía la muestra dejando pasar unos pocos mililitros de la fase orgánica.

Drenar suavemente la fase orgánica en un balón previamente limpio y secado a 105 °C en el que contenga un embudo con papel filtro, lana de vidrio y 8 g de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .

Nota: Si se observa emulsiones en la fase orgánica mayor a 5mL, drenar en un tubo de ensayo y centrifugar durante 5 min a 3000 rpm. Transferir la fase orgánica al balón que se encuentra previamente secado con su respectivo embudo, papel filtro, lana de vidrio y  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . Para muestra con emulsión menor de 5ml, directamente drenar la fase orgánica en el balón previamente preparado.

Repetir el proceso de extracción dos veces más con la fase acuosa iniciando nuevamente el paso de agitar y transferir la muestra a un embudo de separación.

La fase orgánica obtenida de la primera, segunda y tercera extracción se combina los extractos en un mismo balón y luego se adiciona 20 ml de hexano al embudo que contiene el papel filtro, lana de vidrio y  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .

Destilar la muestra colocando el balón en una manta de calentamiento a una temperatura de 69 °C. Después de haber terminado la condensación desmontar el equipo de destilación y dejar sobre la manta de calentamiento a la misma temperatura el balón durante 15 min más.

Colocar el balón en el desecador durante 45 minutos para que se enfríe.

Pesar el balón y anotar el valor obtenido para determinar la concentración de aceites y grasas recuperable.

Analizar un blanco reactivo bajo las mismas condiciones de la muestra (anexo 1).

- Cuantificación y análisis de los datos

Para calcular los mg/L de aceites y grasas se utiliza la siguiente fórmula:

$$mg/L = \frac{(A-B) \times 1000}{Vt} \quad \text{Ecuación \#2}$$

Donde:

A: El peso del balón previamente seco más la muestra secada por 45 min (mg)

B: El peso del balón previamente seco (mg)

Vt: Volumen de la muestra (mL)

1000 = factor de conversión.

La exactitud del método sin interferencia de matriz se calcula a partir del porcentaje de recuperación del contenido de aceite y grasa en el blanco fortificado con aceite de combustible, utilizando la siguiente ecuación:

$$\%R = \frac{BFL - BRL}{C} \times 100 \quad \text{Ecuación \#3}$$

Donde:

%R = Porcentaje de recuperación

BFL = Concentración detectada en blanco fortificado de laboratorio (mg/L)

BRL = Concentración detectada en blanco de reactivos (mg/L)

C = Concentración teórica o equivalente del analito añadido para fortificar la solución de BRL

- **Instrumentos y materiales para determinación de aceites en agua**

Mufla, Barnstead Thermolyne ajustado a 103-105 °C

Balanza analítica, con precisión de 0,1mg

Manta de calentamiento con temperatura controlada

Embudo de separación: 1 L, con llave de paso de TFE

Matraz de destilación de 125 mL

Equipo de destilación

Filtros de microfibras de vidrio, Whatman, 47 mm Ø o equivalente

Pizetas con agua destilada

Guantes de látex

Desecador

Lentes plásticos de seguridad

Soporte universal

Pinza de acero inoxidable

- Reactivos

Agua destilada.

n- Hexano (CAS 110-54-3), marca Fisher o equivalente, para el análisis.

Sulfato de Sodio,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  (CAS 7757-82-6, anhidro en cristal)

Ácido sulfúrico concentrado ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )

- **Materiales a utilizar para medición de caudal**

Recipiente de 10 litros.

Cronómetro.

#### 4.5.2 Método trampa grasa para la remoción de aceites y grasas de las aguas residuales de la microempresa

El objetivo del tratamiento es producir agua limpia (o efluente tratado) eliminando grasas y aceites de manera eficiente, sin un gasto energético, muy fácil de realizar y aplicar, siendo amigable con el ambiente.

- Materiales.

Trampa aceite grasa de acero inoxidable calibre 18.

Dimensiones aproximadas:

- Largo: 150 cm.
- Ancho: 100 cm.
- Altura: 60 cm.

Capacidad 250-280 L.

Tubo pvc de 2".

Codos pvc para tubos de 2", llave de cierre.

Filtro de membrana de bloqueo aceites y grasas.

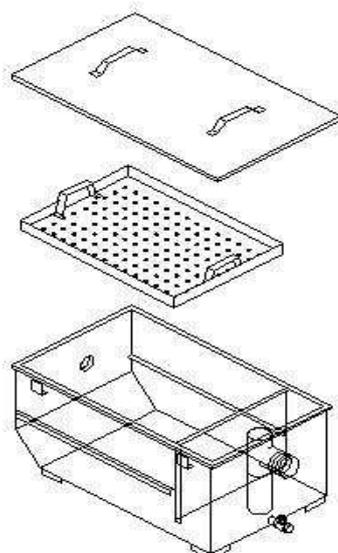


Imagen 1. Trampa aceite grasa

### **Costo de fabricación de la trampa aceite grasa.**

El costo de la elaboración de la trampa aceite-grasa es de 1200 Dólares en la empresa "Acenica" empresa especializada en acero inoxidable, la trampa elaborada de acero inoxidable calibre 18 soldada con plasma y con broches de presión, patas del mismo material, según las especificaciones del modelo.

### **Costo-beneficio de cartuchos bloqueo aceite grasa.**

Son filtros especiales elaborados de polipropileno y relleno de un co-polimero único para la absorción de aceites y grasas del agua residual, el costo de la unidad es de 60 Dólares, su capacidad de absorción es de 4kg de material graso, luego se reemplaza fácilmente, su eficiencia es de 99%.

### **Beneficios.**

- Eliminación de un 99.9% de todos los aceites en un solo paso
- Bloqueo del aceite en el cartucho después de su saturación.
- Eliminación de todos los vertidos emulsificados fuerte en un solo paso.
- La capacidad de absorción es 8 veces mayor que su propio peso.
- Bloqueo/no liberación de hidrocarburos adsorbidos
- Fiabilidad, solución sencilla, fácil manipulación y funcionamiento.

- Tratamiento de las aguas residuales con aceites y grasa empresa "productos verdes"

La trampa aceite grasa es elaborada en lámina de acero inoxidable calibre 18. Patas en el mismo material con tornillos de nivelación; tapa asegurada al cuerpo de la trampa por medio de broches de presión. Incluye una pieza de acero inoxidable, removible, para permitir el retiro de las grasas retenidas.

### Funcionamiento

La trampa retiene por flotación el material graso esta operación unitaria se emplea para la separación de líquidos de diferente densidad. El aceite siendo un líquido más denso que el agua flota en la superficie del agua.

La trampa tiene 2 compartimentos, ambos separados por una rejilla de acero inoxidable encargada de que el agua que entre no agite constantemente el agua dentro de la trampa. En el compartimento más grande, por donde llegan los líquidos, la grasa se separa al ser más liviana que el agua. Por el otro compartimento, va a salir el agua 'ya limpia'.

Es muy importante que el desagüe posterior a la trampa tenga un filtro de bloqueo aceite grasa estos son especialmente diseñados y fabricados para la eliminación eficiente de aceites que se encuentran en el agua en forma libre, dispersa o emulsionada, la trampa debe incluir un drenaje y una llave de cierre rápido que va a permitir, luego de evacuar los precipitados, hacer la limpieza, sin necesidad de emplear mangueras y otros accesorios.

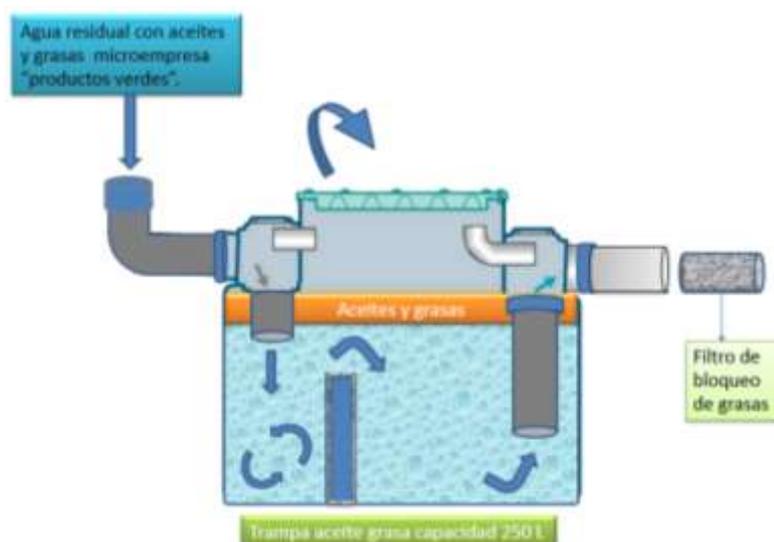


Imagen 2, trampa de grasa

**CAPITULO V:  
ORGANIZACIÓN Y  
ANALISIS DE  
RESULTADOS**

### 5.1 Análisis de medición de caudal.

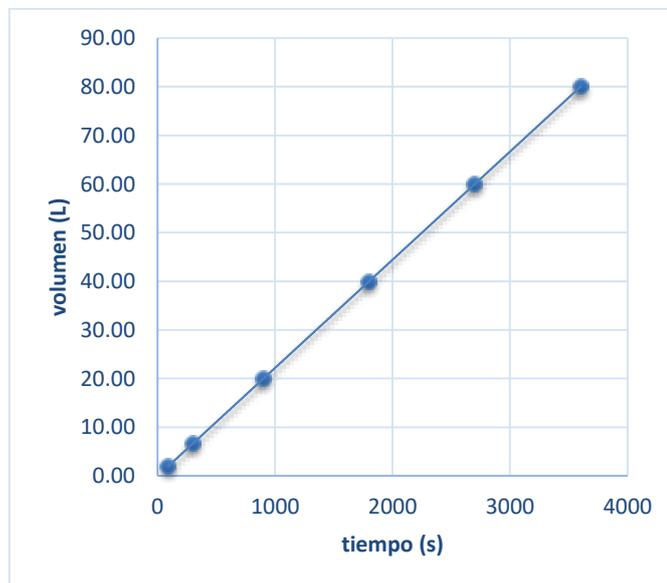
Se utilizó un balde pequeño con un volumen de 10 litros en la salida de la tubería de descarga de agua residual de la empresa productos verdes. Tomando el tiempo con un cronómetro, se calcula la velocidad en que se llena el recipiente, obteniendo el caudal en L/s.

Se tomaron réplicas para descartar errores en la mediciones, luego se estima por medio de los tiempos la cantidad de volumen de descargas de aguas residual por la hora de lavado de la empresa.

El caudal de la empresa es de aproximadamente de 78,92 L/h que genera la microempresa productos verdes del laboratorio de Biotecnología. Las muestras se tomaron durante las horas laborales, para tener el total de agua residual descargado por día. Para tener una estimación del volumen de aguas con aceites y grasas presente en el efluente.

Tabla 1.

Medición de caudal pequeño	
Tiempo s	Volumen L
450	10
675	15
900	20
1800	40,00
2700	60,00
3600	80,00



Grafica# 1 volumen vs tiempo

## Resultados

El muestreo para la medición del caudal se realizó en el efluente de la empresa, tomando en cuenta, las horas laborales en el sitio. Se inició a las 8:00 am hasta las 4:45 pm.

Los días de muestreo empezaron el Miércoles 15 de junio del 2016, hasta culminar el Martes 21 de junio del mismo año.

El volumen calculado se anota en las tablas (ANEXO2). Luego se hace un promedio de las aguas residuales, en las horas de lavados y un total por día para conocer cuánto es la cantidad de descarga producida por la empresa por día.

Muestreo por horas en la descarga de aguas residual de miércoles 15 de junio a martes 21 de junio (ANEXO 2)

Los datos del muestreo para determinar el volumen de agua residual de la microempresa productos verdes se anotan en la tabla "medición de caudal en la microempresa total diario" (ANEXO 3). Se toman en cuenta los días en que fue monitoreado el volumen de descarga en las diferentes horas, para hacer comparaciones, y evaluar la capacidad de la pila de captación de agua residual propuesta en el informe.

### 5.2 Análisis de aceites y grasas.

#### 5.2.1 Recolección de la muestra

La recolección de la muestra se tomó directamente del efluente de la microempresa en frascos de vidrio 500 mL, previamente lavados con n-hexano para eliminar cualquier partícula de detergente, para completar 1000mL se recogió en 2 frascos para el análisis.

Se agregó 2mL de ácido sulfúrico concentrado a la muestra para acidificarla y conservarla en refrigeración 2-4 grados centígrados, al día siguiente se procedió al método de partición gravimétrico para el análisis de grasas y aceites en la muestra.

## 5.2.2 Aplicación del método y resultados

Se utilizó un balón de vidrio previamente lavado , secado y calentado, y se pesó en la balanza analítica, el peso del balón fue de 129.5095g

- Peso del balón (peso B): 129,5095 g.
- Peso del balón con la muestra (peso A):129,5287g
- $V_t$ : 1000 ml = 1L

Debido a que la muestra presentaba bastantes emulsiones luego de la separación de la fase acuosa, se procedió a centrifugar a 3000 rpm por 5 minutos, se pesó el balón con la muestra en la balanza analítica y dió como resultado 129,5287 g

Conversión de gramos a miligramos.

Peso B:  $129,5095 \times 1000 = 129\ 509,5$  mg

Peso A:  $129,5287 \times 1000 = 129\ 528,7$  mg

Aplicando la fórmula del método:

$$mg/L = \frac{(A - B) \times 1000}{V_t}$$

$$mg/L = \frac{(129\ 528,7 - 129\ 509,5) \times 1000}{1000}$$

$$mg/L = 19,2$$

El resultado de la aplicación del método gravimétrico en la muestra de agua residual de la microempresa productos verdes fue de 19,2 miligramos por cada litro de agua; según la medición de caudal la empresa genera 236,8 litros de agua al día; entonces se puede decir que la empresa esta generando 4 546,5 miligramos de aceites y grasas en agua residual al día.

La empresa cumple con el rango permitido en el arto 39 del decreto33-95 sobre rangos permisibles de aceites y grasas en agua residual descargadas de forma directa e indirecta que es de 40mg/L en empresas de jabones .

CAPITULO VI:  
**CONCLUSIONES**

## Conclusiones.

1. La determinación de cantidad de aceites y grasas del efluente de la empresa "productos verdes" se determinó por el método gravimétrico para la determinación de mg/L de aceite y grasa. Lo cual presenta un cumplimiento en el porcentaje de descarga respecto a lo establecido en el decreto 33-95, Ya que la salida del vertimiento detecta una concentración de aceites y grasa de 19,2 mg/L.

Los análisis realizados dieron a conocer la concentración en mg/L de aceites y grasas en las aguas residuales del efluente, para proponer un tratamiento eficaz y disminuir la cantidad de aceites y grasas del efluente de la empresa, evitando impactos ambientales, eutrofización, malos olores, etc.

2. El caudal de la empresa se determinó por el método de caudales pequeños (método volumétrico) en L/día, ya que la empresa no genera gran cantidad de agua residual. utilizando métodos de conversión se obtuvo de aproximadamente de 236,82 L/día en la descarga del efluente de la empresa, este es un método confiable y de fácil aplicabilidad para la medición de caudales en un intervalo de 5 días.

Esto servirá como base para la ejecución del tratamiento de las aguas residuales con aceites y grasas. Para conocer la capacidad de la pila de acero inoxidable y así obtener las dimensiones de la misma.

3. El tratamiento basado en el proceso de flotación y filtración es eficaz para reducir contaminantes presentes como son aceites y grasas con el objetivo producir agua limpia (o efluente tratado) para el ambiente.

Desde el punto de vista económico, la alternativa seleccionada posee costos de operación relativamente bajos. Se alcanzará un gran beneficio para el ecosistema y un aporte valioso para el desarrollo de la empresa por la importancia que tiene la depuración de las aguas residuales domésticas.

CAPITULO VII:  
**RECOMENDACIONES**

## Recomendaciones

1. Se debe tener en cuenta que la descarga provenientes de la empresa productos verdes, debe estar en constante vigilancia, para evitar bloqueos de sólidos en los poros del filtro.
2. Controlar y monitorear el volumen de descarga de la microempresa para evitar pérdidas de agua innecesaria en el Recinto Universitario Ricardo Morales Avilés.
3. La limpieza de la trampa de grasa y aceites se debe hacer diariamente, para no disminuir la capacidad de almacenaje del volumen de descarga del caudal.
4. Cambiar el filtro cada tres meses, para no provocar daños al ambiente.
5. El aceite y la grasa recuperados por la trampa se reutilizara en la empresa.

# **BIBLIOGRAFÍA**

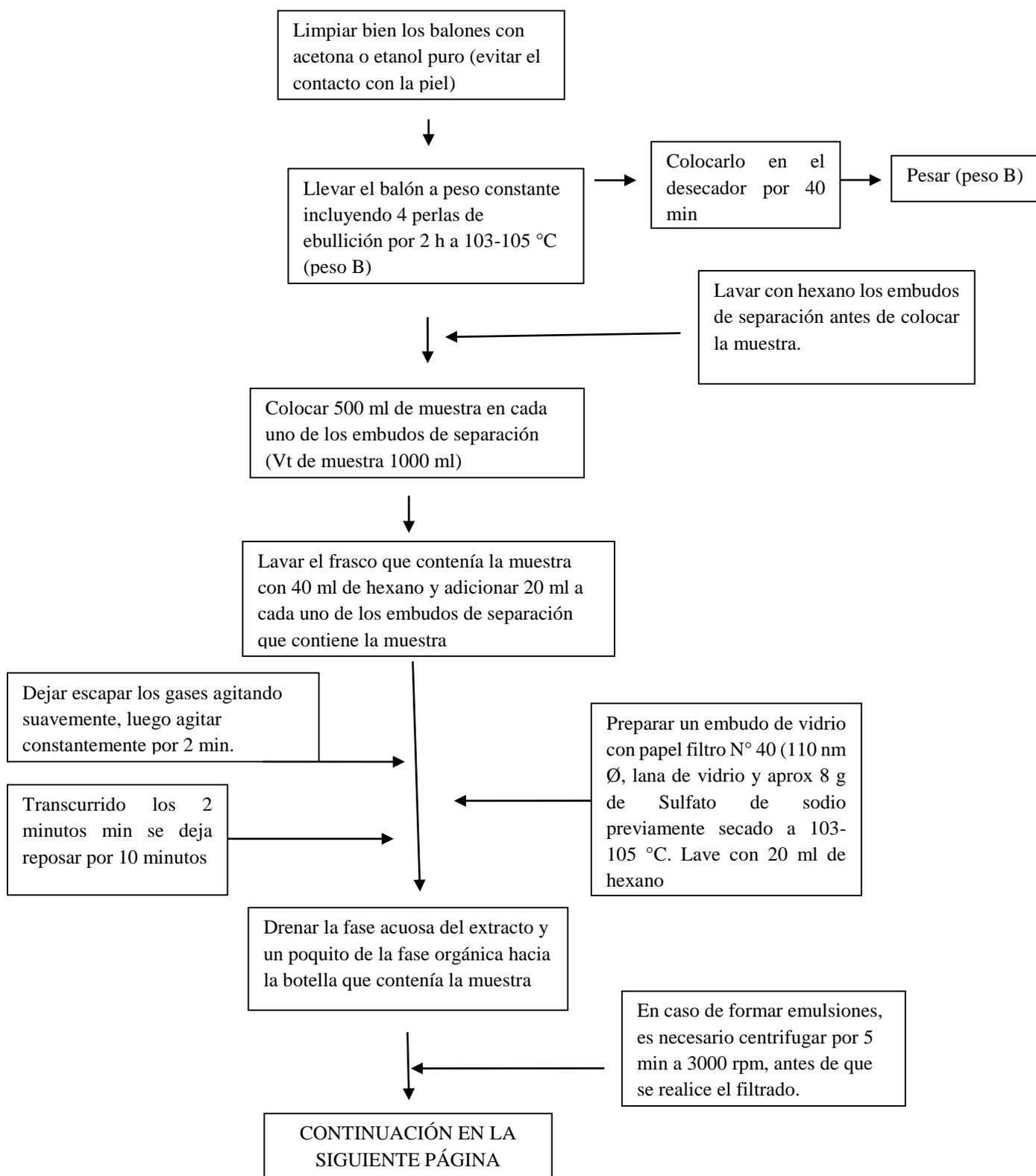
## Bibliografía.

- Aguirre, P. (2004). Mecanismos de eliminación de la materia orgánica y de los nutrientes en humedales construidos de flujo subsuperficial. Nuevos criterios para el diseño y operación de humedales construidos. Pp. 17-29. Edic. CPET. Barcelona.
- Bernardina E. (1981) Tecnología de aceites y grasa. España. Editorial Acriba S.A
- Bernal Inés. (1994) Análisis de Alimentos. Colombia. Editorial. Guadalupe LTDA.
- Brix, H. (2004). Danish guidelines for small-scale constructed wetland systems for onsite treatment of domestic sewage. Vol. 1. Pp.1-9. 9th International Conference on Wetland Systems for Water Pollution Control. Avignon (France)
- Casaret&Doull. 2001. Manual de toxicología. La ciencia básica de los tóxicos. México. McGraw Hill Interamericana.
- Espigares García, m. y Pérez López, ja.1985.aspectos sanitarios del estudio de las aguas. Granada. Universidad de granada. Servicio de publicaciones.
- Hernández, Sampieri. R.1998. Metodología de la investigación, segunda edición, México, editorial McGraw-Hill.
- Hernández, A. (2000). "Manual de depuración Uralita". España: Thompson Learning
- Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de la Argentina.
- Lomelí, M. (2007). ¿Por qué degradar la naturaleza? México
- Lafuente (1997). *Tratamiento de las aguas residuales urbanas por filtración ellechos de turba*. Ingeniería Química. Catalán
- Method 1664. Revision B: n-Hexano Extractable. Material and silica gel extractable. February 2010. Envairomental. Unites States.
- Metcalf&Eddy. 1996. Ingeniería de aguas residuales. Tratamiento, vertido y reutilización. Madrid. McGraw Hill Interamericana de España.

- Miller, Tyler (2005). «IX- Water resources and water pollution». *Sustaining the earth*. Thomson, Brooks & Cole.
- Rivas Mijares, G. 1978. Tratamiento de aguas residuales. Caracas. 2ª ed. Ediciones Vega.
- Romero Rojas, Jairo A. 1994 Lagunas de estabilización de aguas residuales. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Sans, R. (1999). "Ingeniería ambiental: Contaminación y tratamientos". México: Alfa omega
- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Method 250 D. American Public Health Association, American Water Works Association (APHA), Water Pollution Control Federation. 21 st Edition, 2005.
- White, G. C. 1972 Handbook of chlorination for potable water, wastewater, cooling Water, industrial processes, and swimming pools. Cincinnati, Ohio. Van Nostrand ReinholdCo

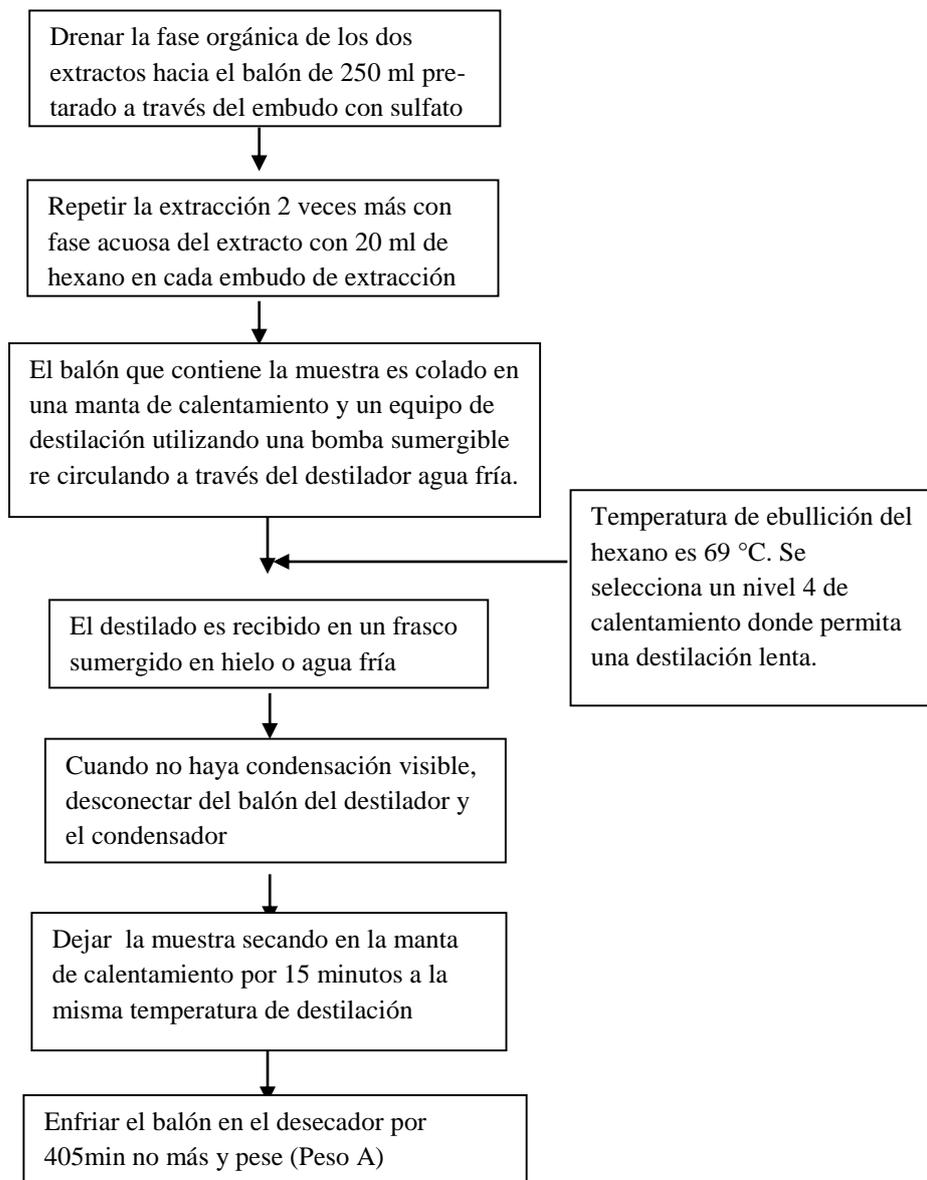
# **ANEXOS**

### Flujograma del método de partición gravimétrica.



## (Método 5520 B – Partición gravimétrica)

### Continuación



## ANEXO 2

Tablas de medición de caudal de miércoles 15 de junio a martes 21 de junio.

medición de caudal en la microempresa		
Miércoles		
Horas	volumen	Unidades
8:00 AM	0,00	L/h
9:00 AM	0,00	L/h
10:00 AM	85,00	L/h
11:00 PM	0,00	L/h
1:00 PM	0,00	L/h
2:00 PM	78,00	L/h
3:00 PM	0,00	L/h
4:00 PM	0,00	L/h
4:45 PM	79,00	L/h
<b>Promedio</b>	80,66	L/h
<b>Total</b>	242,00	L/días

medición de caudal en la microempresa		
Jueves		
Horas	volumen	Unidades
8:00 AM	0,00	L/h
9:00 AM	0,00	L/h
10:00 AM	76,00	L/h
11:00 PM	0,00	L/h
1:00 PM	0,00	L/h
2:00 PM	81,00	L/h
3:00 PM	0,00	L/h
4:00 PM	0,00	L/h
4:45 PM	80,00	L/h
<b>Promedio</b>	79,00	L/h
<b>Total</b>	237,00	L/día

medición de caudal en la microempresa		
Viernes		
Horas	volumen	Unidades
8:00 AM	0,00	L/h
9:00 AM	0,00	L/h
10:00 AM	82,00	L/h
11:00 PM	0,00	L/h
1:00 PM	0,00	L/h
2:00 PM	73,00	L/h
3:00 PM	0,00	L/h
4:00 PM	0,00	L/h
4:45 PM	81,00	L/h
<b>Promedio</b>	78,66	L/h
<b>Total</b>	236,00	L/día

medición de caudal en la microempresa		
Lunes		
Horas	volumen	Unidades
8:00 AM	0,00	L/h
9:00 AM	0,00	L/h
10:00 AM	80,00	L/h
11:00 PM	0,00	L/h
1:00 PM	0,00	L/h
2:00 PM	80,00	L/h
3:00 PM	0,00	L/h
4:00 PM	0,00	L/h
4:45 PM	81,00	L/h
<b>Promedio</b>	80,30	L/h
<b>Total</b>	241,00	L/días

**ANEXO 2(continuación)**

<b>medición de caudal en la microempresa</b>		
<b>Martes</b>		
<b>Horas</b>	volumen	Unidades
<b>8:00 AM</b>	0,00	L/h
<b>9:00 AM</b>	0,00	L/h
<b>10:00 AM</b>	75,00	L/h
<b>11:00 PM</b>	0,00	L/h
<b>1:00 PM</b>	0,00	L/h
<b>2:00 PM</b>	73,00	L/h
<b>3:00 PM</b>	0,00	L/h
<b>4:00 PM</b>	0,00	L/h
<b>4:45 PM</b>	80,00	L/h
<b>Promedio</b>	76,00	L/h
<b>Total</b>	228,00	L/días

### ANEXO 3

#### Tabla de medición de caudal total diario

Medición de caudal en la microempresa total diario					
Día	horas de limpiezas			V Promedio	V total
Miércoles	10:00 AM	2:00 PM	4:45 pm	80,66 L/h	242,00 L/días
Jueves	10:00 AM	2:00 PM	4:45 pm	79,00 L/h	237,00 L/días
Viernes	10:00 AM	2:00 PM	4:45 pm	78,66 L/h	236,00 L/días
Lunes	10:00 AM	2:00 PM	4:45 pm	80,30 L/h	241,00 L/días
Martes	10:00 AM	2:00 PM	4:45 pm	76,00 L/h	228,00 L/días
Promedio				<b>78,92 L/h</b>	<b>236,8 L/días</b>