



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE QUINTANA ROO

DIVISIÓN DE CIENCIAS, INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

MANUAL DE PRÁCTICAS PARA INGENIERÍA AMBIENTAL

TRABAJO MONOGRÁFICO  
PARA OBTENER EL GRADO DE  
**Ingeniería Ambiental**

PRESENTA

**Guadalupe de la Luz Gonzalez Baltazar**

SUPERVISORES

**M. I. Laura Patricia Flores Castillo**

**Dra. Norma Angélica Oropeza García**

**Dr. José Alfonso Canché Uuh**

**M. I. A. Juan Carlos Ávila Reveles**

**M. I. José Luis Guevara Franco**



CHETUMAL QUINTANA ROO, MÉXICO, ABRIL DE 2023



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE QUINTANA ROO

DIVISIÓN DE CIENCIAS, INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

TRABAJO MONOGRÁFICO TITULADO

“Manual de Prácticas para Ingeniería Ambiental”

ELABORADO POR

Alumno: Guadalupe de la Luz Gonzalez Baltazar

BAJO SUPERVISIÓN DEL COMITÉ DEL PROGRAMA DE LICENCIATURA Y APROBADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

**Ingeniería Ambiental**

COMITÉ SUPERVISOR

SUPERVISOR:

*L.P.F.C.*  
M.I. Laura Patricia Flores Castillo

SUPERVISOR:

*N.A.G.*  
Dra. Norma Angélica Oropeza García

SUPERVISOR:

*J.A.C.*  
Dr. José Alfonso Canché Uuh

SUPERVISOR SUPLENTE:

~~*J.C.A.R.*  
M. I. A. Juan Carlos Ávila Revies~~

SUPERVISOR SUPLENTE:

~~*J.L.G.*  
M.I. José Luis Guevara Franco~~



## **Dedicatoria**

### **A Dios**

*Por haberme dado salud y sabiduría para lograr una meta mas en mi vida, además de su infinita bondad y amor.*

### **A mi madre Graciela**

*Por haberme apoyado hasta el final y no dejarme sola en todo momento, por sus consejos y motivación constante ante la adversidad, lo cual me han llevado a ser una persona de bien, pero sobre todo por su amor incondicional.*

### **A mi padre Juan**

*Por haberme apoyado y dado consejos de continuar adelante a pesar de todo, por su amor y compañía.*

### **A mi novia Yara**

*Por haberme apoyado al final de todo y desvelarse conmigo para la conclusión de esta meta, por su amor y compañía.*

### **A mis amigos**

*Que en toda la carrera profesional siempre hubo apoyo mutuo, por esos desvelos y risas que nunca faltaron, grandes amistades: Claudia Hernández Beltrán, Mariana Yassarel Rosales Esquivel, Maria Estela Hernández Gómez, Elvia Yamileth Reyes Gonzalez, Eréndira Viridiana Chávez Yam*

### **A mis maestros**

*Por sus conocimientos aportados en mí, por las enseñanzas y aventuras en salidas de campo, me llevo un gran aprendizaje y un enorme agradecimiento.*

## **Resumen**

Las prácticas de laboratorio dentro de las materias de la carrera de Ingeniería Ambiental son indiscutibles, ya que no se puede negar que el trabajo práctico en el laboratorio proporciona la experimentación y el descubrimiento, y por ende evita el concepto de un resultado correcto solo cuando se aprende mediante la teoría dada, pero sin embargo el hecho de usar el laboratorio se requiere tiempo adicional para aprender de los errores propios del alumno. Los experimentos tienen el propósito de demostrar mediciones físicas y comprensión básica, y no es necesario un equipo sofisticado, si no la habilidad del estudiante de resolver la problemática.

Como parte fundamental de la formación de los estudiantes de Ingeniería Ambiental esta, la formación práctica, en donde los estudiantes desarrollan las habilidades de laboratorio, análisis e interpretación de resultados en la determinación de contaminantes y variables ambientales. El manual de prácticas es una guía para el trabajo práctico del alumno de Ingeniería Ambiental, el cual le permitirá completar de manera eficiente lo visto en las clases teóricas y poder consolidar el aprendizaje de forma experimental en las diferentes áreas de estudio.

Esta propuesta de prácticas de laboratorio reforzará la formación teórica de las asignaturas en las áreas de biología, aire, agua y suelo; y ayudarán en el mejor entendimiento de los fenómenos que ocurren de manera natural y antropogénica.

Palabras clave: Manual de prácticas de laboratorio, Ingeniería Ambiental.

## Índice

<b>Introducción.....</b>	<b>10</b>
<b>Justificación .....</b>	<b>10</b>
<b>Objetivo general .....</b>	<b>11</b>
<b>Objetivos específicos .....</b>	<b>11</b>
<b>CAPITULO I.....</b>	<b>12</b>
<b>Reglamentos y lineamientos de laboratorio .....</b>	<b>12</b>
<b>CAPITULO II.....</b>	<b>13</b>
<b>Manual de Prácticas.....</b>	<b>13</b>
• <b>Introducción al manual de prácticas .....</b>	<b>13</b>
• <b>Toxicología de los conservadores.....</b>	<b>16</b>
• <b>Muestreo en placa de microorganismos en diferentes ambientes .....</b>	<b>18</b>
• <b>Dióxido de azufre método de la pararosanilina.....</b>	<b>20</b>
• <b>Exposición a ruido.....</b>	<b>24</b>
• <b>Conductividad hidráulica en el suelo por el método de Darcy fundamento ....</b>	<b>27</b>
• <b>Lixiviados de residuos orgánicos .....</b>	<b>29</b>
• <b>Filtrado, pH y conductividad de lixiviados .....</b>	<b>31</b>
• <b>Siembra en placa de lixiviados .....</b>	<b>33</b>
• <b>Destilación.....</b>	<b>35</b>
<b>CAPITULO III.....</b>	<b>38</b>
<b>Conclusión.....</b>	<b>38</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>40</b>

## Indice de tablas y figuras

<b>FIGURA 1. Prototipo de conductividad hidráulica .....</b>	<b>28</b>
<b>FIGURA 2. Prototipo para lixiviados. ....</b>	<b>30</b>
<b>FIGURA 3. Prototipo para filtrado de lixiviados.....</b>	<b>32</b>
<b>FIGURA 4. Equipo para la destilación simple .....</b>	<b>37</b>
<b>FIGURA 5. Equipo para la destilación fraccionada .....</b>	<b>37</b>
<b>Tabla 1. Límites máximos permisibles de Exposición.....</b>	<b>25</b>
<b>Tabla 2. Parámetros de pH y conductividad para los lixiviados .....</b>	<b>32</b>

## **Introducción**

En la actualidad las instituciones ocasionalmente presentan problemas económicos y hay una carencia tanto de equipos como de materiales e insumos en los laboratorios, y esto lleva a que las prácticas no se lleven a cabo, y no se siga con el proceso fundamental de Enseñanza-Aprendizaje; el programa educativo de la carrera de ingeniería Ambiental tiene el propósito de formar profesionistas que cuenten con conocimientos, habilidades y valores que lleven a un pensamiento crítico y de responsabilidad ambiental, haciendo una contribución al desarrollo de una prevención, control o en su dicho caso una solución, dando alternativas mediante la investigación y aplicación de experimentos.

En la carrera de ingeniería Ambiental se realizan los diagnósticos de calidad ambiental de manera fundamental en las diferentes asignaturas, debido a que las actividades de laboratorio tienen como objetivo consolidar tanto conceptos teóricos como experimentales y que el alumno pueda determinar la necesidad de proceso para el control de la contaminación, así como la eficiencia de estos. Ante esto los laboratorios en dichos casos no cuentan en su totalidad con los materiales y sustancias necesarias para realizar las prácticas y en dichos casos es necesario buscar una o varias formas para realizar las prácticas y poder cumplir los objetivos de la materia. Para establecer algunas alternativas a estas problemáticas se plantea “Manual de prácticas para Ingeniería Ambiental” el cual propone utilizar materiales de fácil acceso o en su caso una forma distinta para realizar estas actividades y tener alternativas para concluir con las prácticas.

## **Justificación**

El plan de estudios de la carrera de Ingeniería Ambiental se rediseñó en 2019 y se arraigó a un modelo de competencias el cual tiene como enfoque primordial la formación integral de los estudiantes, la vinculación con el entorno social y teniendo una flexibilidad curricular y de movilidad estudiantil. En el plan de estudios los alumnos dentro de sus competencias podrán gestionar los métodos de investigación y de análisis, así como diseñar estrategias para dar solución a los problemas ambientales; tendrán el dominio de solucionar los problemas antropogénicos de impacto ambiental mediante técnicas tanto físicas, químicas y biológicas, realizando una caracterización y monitoreo del problema, y con ello poder desarrollar proyectos ambientales, teniendo en consideración el diseño y realizando experimentos, así como el análisis y conclusión de dichas problemáticas ambientales. El alumno tendrá la capacidad para actuar y adaptarse a situaciones nuevas; tendrá un criterio propio para identificar y resolver los problemas de impacto Ambiental.

### **Objetivo general**

- Realizar un Manual de Prácticas de Laboratorio para la carrera de Ingeniería Ambiental.

### **Objetivos específicos**

- Efectuar las prácticas acorde al equipo y sustancias que se encuentran en el laboratorio o se adquieran posteriormente.
- Ejecutar las prácticas con materiales de fácil acceso para el alumno.

## CAPITULO I

### Reglamentos y lineamientos de laboratorio

EL REGLAMENTO DE SERVICIOS DE LA UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO, DE LOS SERVICIOS Y TALLERES, aprobada en última reforma por el H. Consejo Universitario el 16 de diciembre de 1997. se encuentra el artículo 39°, en el cual se establecen las obligaciones de los usuarios: La Universidad Autónoma de Quintana Roo han implementado una serie de lineamientos y reglamentaciones para el uso de laboratorios, con la finalidad de establecer las reglas de uso por parte de los usuarios y los encargados de laboratorio, entre estos lineamientos y reglamentaciones se encuentra EL REGLAMENTO DE SERVICIOS DE LA UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO, DE LOS SERVICIOS Y TALLERES.

En el REGLAMENTO INTERNO DE LABORATORIO DE QUÍMICA DE LA UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO, aprobado en Junio del 2012 por el Consejo Divisional se establecen las reglas y obligaciones para el personal de laboratorio, maestros y alumnos. El siguiente reglamento establece tanto el funcionamiento del laboratorio, así como los lineamientos para el personal de laboratorio, los maestros y los alumnos dentro del laboratorio, de igual manera la seguridad y el préstamo de materiales, equipos y apartados, y para finalizar las sanciones que se darán en ciertos casos, con la finalidad de tener un buen uso del laboratorio.

La reglamentación y lineamientos establecidos es el conjunto de medidas preventivas las cuales protegen la integridad de los alumnos, maestros y personal ante los riesgos y accidentes dentro de las instalaciones del laboratorio. Así mismo tienen como objetivo establecer lo que los alumnos deberán hacer respecto al uso del equipamientos e instalaciones y las sanciones que se efectuarán en dichos casos de no realizarlos. (véase **Anexo 1 y 2**)

## CAPITULO II

### Manual de Prácticas

#### Introducción al manual de prácticas

Un hecho comprobado es que los estudiantes aprenden más de los errores, y por ese motivo al realizar prácticas de laboratorio ayuda al estudiante a desarrollar un pensamiento crítico y lo lleva a la solución de problemas, el realizar los trabajos de forma práctica con ayuda de la teoría conlleva a que el alumno tenga un mayor aprovechamiento. (Reyes Aguilera, 2020). Al transcurso del tiempo numerosos trabajos y personajes han dado a conocer a detalle respecto al significado, fines, posibilidades y limitaciones de las prácticas experimentales en la educación, Arquímedes (287-212 a.C.) fue un precursor de la implementación de experimentación como un medio para descubrir y comprobar las hipótesis de las ciencias; las prácticas de laboratorio tienen como objetivo complementar la enseñanza-aprendizaje de forma verbal en el cual los alumnos obtengan las habilidades de medición y manipulación de reactivos mediante técnicas de laboratorio y para la aplicación de las teorías y posterior interpretación de resultados. (Galvis Alba, 2017)

*“Hay tres medios principales para la adquisición de conocimientos: la observación de la naturaleza, la reflexión y la experimentación. La observación recoge hechos; la reflexión los combina; y la experimentación verifica el resultado de esa combinación”*

Denis Diderot

Las prácticas de laboratorio forman parte del primer contacto de un estudiante ante la realidad y las problemáticas que se encontrará en el mundo real, la metodología más apropiada es la de aprender haciendo, tal y como Denis Diderot nos enseña dentro de su comprensión y nos da a conocer que la experimentación es la verificación de los resultados, de este modo el estudiante podrá resolver sus problemáticas de forma práctica; Desde el enfoque tradicional las prácticas de laboratorio son aquellas que plantean como objetivo complementar o verificar conocimientos teóricos o conceptuales (Cardona, 2013); el laboratorio es un espacio dinámico y de interés en los estudiantes debido a que en la carrera les da la necesidad de comprobar sus teorías y deben desarrollar la habilidad creativa y de interpretación a través del contacto con los materiales del laboratorio. El desarrollo de las prácticas tienen un punto de curiosidad dentro de los alumnos ya que tienen que debatir los conocimientos previos teóricos adquiridos en las clases y verificando con la realidad. Las clases teóricas junto con la experimentación llevan a una de las herramientas más poderosas que aporta al desarrollo de habilidades y destrezas que utilizarán más adelante en el campo laboral. (Miyerdady, 2014)

Una de las habilidades a desarrollar de un Ingeniero es el ingenio que él pueda adoptar y adaptarse a las condiciones existenciales, en donde sean eficaces y eficientes, y para alcanzar estos objetivos el plan de estudios está acreditada por La instancia Acreditadora CACEI (Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería ), institución la cual garantiza la calidad de los programas educativos, promoviendo que se cumplan los estándares mínimos para una buena calidad en la formación de los egresados de la carrera, teniendo así como resultado que el egresado pueda analizar, solucionar y aplicar los conocimientos resultantes y de igual forma pueda localizar, evaluar, integrar y aplicar mediante métodos y técnicas de investigación así como el diseño de experimentos. El Ingeniero Ambiental egresado deberá contar con un conocimiento amplio en los tópicos específicos de la carrera, así como las ciencias básicas, normatividad, legislación, y practica de simulación en laboratorios para poder analizar e interpretar sus resultados en sus prácticas profesionales y proyectos ambientales. (Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería, 2018)

En la actualización del Plan de Estudios 2019 se modificaron el número y temas de asignatura para reforzar la formación práctica de acuerdo con las observaciones de los organismos acreditadores y a los comentarios en las entrevistas con egresados, por lo anterior se crea la asignatura de Laboratorio de Química Ambiental, en donde el objetivo es que los alumnos adquieran las habilidades y competencias para el análisis de variables en las diferentes áreas de estudio.

El presente manual corresponde a prácticas que se realizaran en la materia de contaminación del aire, contaminación del suelo, materiales peligrosos, laboratorio de química; las cuales se pueden desarrollar con materiales y reactivos que se encuentran en el laboratorio, y con materiales que se pueden conseguir con facilidad por parte de los alumnos y así poder concluir dichas prácticas.

Las siguientes prácticas fueron seleccionadas de acuerdo con los materiales más accesibles y que se encontraban disponibles en el laboratorio de química, haciendo una adecuación encada una para llegar a un objetivo con otras alternativas de materiales.

---

*Prácticas*

---

1 Fotografía de pan con moho, tomada de internet



Fotografía: anónimo. Sin título. Imagen tomada de INFOALIMENTOS. [Página Web en línea]. Disponible: <https://infoalimentos.org.ar/temas/inocuidad-de-los-alimentos/440-micotoxinas-en-nuestros-alimentos-4-preguntas-a-un-especialista> [Consulta: 2023, marzo 16]

## **Toxicología de los conservadores**

### **Fundamento**

Los alimentos procesados han sido alterados para prolongar su vida útil, y que estos duren un poco más en las casas y estantes de tiendas, y dentro de estos procedimientos hay una cantidad de compuestos nocivos para la salud humana.

En la actualidad los avances tecnológicos y la globalización de la economía tiene un impacto contraproducente en la industria alimentaria; como referencia tenemos que la ciencia de la salud indica que los alimentos cada día son más procesados con un alto porcentaje de energía y un bajo porcentaje nutricional. Los estudios científicos han encontrado en común que el consumo de una gran cantidad de alimentos procesados conlleva al aumento de riesgos de obesidad y diabetes.

### **Objetivo**

Determinar que pan tiene la menor cantidad de conservadores y cuales podrían ser tóxicos para el organismo, así mismo reconocer los tipos de colonias.

### **Material**

- Guantes
- Cubrebocas
- Pan (diferentes tipos de pan)
- Bolsas ziploc

## **Método**

- Colocarse guantes y cubrebocas.
- Colocar una rebanada en la bolsa ziploc y sellar por completo. Tomar otra rebanada de pan y limpiar cualquier superficie con la rebanada, posteriormente colocar la rebanada en la bolsa ziploc y sellar por completo.
- Realizar el mismo procedimiento con el otro tipo de pan.
- Cada segundo día se hará una observación de cada rebanada y anotará resultados.

## **Resultados esperados**

Obtener cual es el pan con mayor moho y discutir el por qué; obtener los tipos de colonias creadas en el pan y con ello ver cuál podría ser el pan más toxico para el organismo.

Observar resultados obtenidos (véase **Anexo 3**) y comparar.

## **Bibliografía**

Bejarano Roncancio JJ, Suárez Latorre LM. Algunos peligros químicos y nutricionales del consumo de los alimentos de venta en espacios públicos. Rev. Univ. Ind. Santander Salud 2015; 47(3): 349-360. DOI: <http://dx.doi.org/10.18273/revsal.v47n3-2015011>.

Galindo P. (2006b) “Frente a la globalización e inseguridad alimentarias, agroecología y consumo responsable” Pág. 35-45. En Revista Archipiélago, núm. 71/2006.

Maisanaba Hernández, S. (2015). Desarrollo y evaluación toxicológica de nuevos materiales para su aplicación en la conservación de alimentos. (Tesis doctoral inédita). Universidad de Sevilla, Sevilla.

2 Obra creada por Tim Skiles, tomada del internet



*Ilustración: Tim Skiles. Descripción: Las fuentes de bioaerosoles microbianos en el entorno construido pueden incluir humanos; mascotas; plantas; sistemas de plomería; sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado; moho; resuspensión de polvo sedimentado; y aire exterior. Los puntos verde y rojo representan microorganismos que pueden ser beneficiosos o perjudiciales para la salud humana. Imagen tomada de Microbiología del entorno construido. [Página Web en línea]. Disponible: <https://link.springer.com/article/10.1186/s40168-015-0144-z> [Consulta: 2023, marzo 16]*

## Muestreo en placa de microorganismos en diferentes ambientes

### Fundamento

Diferentes tipos de microorganismos, en específico bacterias y hongos se encuentran en el aire, la existencia de un tipo u otro depende del origen, dirección e intensidad del flujo del aire y supervivencia del microorganismo. Los microorganismos pueden transportarse en forma de Bioaerosoles, a través de grandes distancias con el movimiento del aire, y en otros casos han creado otras vías que favorecen su supervivencia y la dispersión en la atmósfera; dicho transporte se realiza sobre las partículas de polvo, fragmentos de hojas secas, la piel fibras de la ropa, gotas de agua o gotas de saliva que son eliminadas al toser, estornudar o hablar.

### Objetivo

Determinar cuáles son aquellos microorganismos que comúnmente se hallan en el aire y en qué tipos de ambiente hay una mayor cantidad de ellos.

### Material

- 5 cajas de Petri
- 10 miligramos de grenetina
- 100 ml de agua destilada
- 1 pastilla de maggi (cubo de caldo de pollo)
- Parrilla con agitador
- Vaso de precipitado
- Microscopio

## **Método**

Agar:

- Disolver la pastilla maggi (cubo de caldo de pollo) en los 100 ml de agua destilada y calentar en la parrilla.
- Hidratar los 10 miligramos de grenetina, posteriormente agregarlo y con la ayuda del agitador dejar revolver hasta el punto de ebullición. Dejar reposar por unos minutos.

Muestreo:

- Verter en las cajas de Petri esterilizadas medio de agar y permitir la solidificación.
- Muestrear abriendo la caja en el laboratorio o en algún otro ambiente y dejarla así durante 30 minutos. Posterior al tiempo cerrar las cajas Petri, observar después de 3 a 4 días, identificar bajo microscopio los organismos hallados.

## **Resultados esperados**

Obtener muestras de microorganismos de los diferentes espacios seleccionados y que se pueda identificar mediante el microscopio para un mejor aprendizaje

Observar resultados obtenidos (véase **Anexo 4**) y comparar.

## **Bibliografía**

DE, M., ROSA, M. M., & Ullán, C. (2002). El aire: hábitat y medio de transmisión de microorganismos. *Observatorio medioambiental*, 5(2002), 375-402.

Pérez, M. Á. D., Benavides, D. X. M., & Hernández, P. A. C. (2015). Contaminación microbiológica del aire al interior y el síndrome del edificio enfermo. *Biociencias*, 10(2), 37-50.

3 Fotografía de chimenea con humo, tomada de National Geographic



Fotografía: Matthieu Paley. Título: El humo sale de una chimenea en una central eléctrica de carbón. Ulán Bator, Mongolia. Imagen tomada de National Geographic. [Página Web en línea]. Disponible: <https://www.nationalgeographicla.com/fotografo/matthieu-paley> [Consulta: 2023, marzo 16]

## Dióxido de azufre método de la pararosanilina

### Fundamento

Los óxidos de azufre son un grupo de gases formados por el trióxido de azufre ( $\text{SO}_3$ ) y dióxidos de azufre ( $\text{SO}_2$ ). El más común es el dióxido de azufre, es un gas incoloro y no inflamable de olor fuerte e irritante. El 43% de dióxido de carbono atmosférico procede de misiones antropogénicas. Cuando entra en contacto con el aire y la humedad, se convierte en trióxido de azufre, que es fácilmente soluble en agua y forma una solución ácida.

Las principales fuentes de óxido de azufre es la quema de combustibles fósiles, en específico el carbón, ya que el azufre reacciona con el oxígeno en el proceso de combustión para formar de óxido de azufre.

### Objetivo

Determinar la concentración de  $\text{SO}_2$  (dióxido de azufre) en una fuente de emisión aplicando el método normativo de la pararosanilina.

### Material

- Frascos para almacenar soluciones
- 3 matraces volumétricos de 1000 ml
- 2 matraces volumétricos de 500 ml
- 1 matraz volumétrico de 250 ml
- 2 matraces volumétricos de 200 ml
- 7 matraces volumétricos de 100 ml
- 3 vasos de precipitado de 250 ml
- Suficientes tubos de ensayo de 2.5 cm y celdas de 1 cm según el número de muestras para analizar
- 3 pipetas volumétricas de 1 ml
- 4 pipetas volumétricas de 2 ml
- 1 pipeta volumétrica de 3 ml
- 1 pipeta volumétrica de 4 ml
- 3 pipeta volumétrica de 5 ml
- 8 pipetas volumétricas de 10 ml

- 1 pipeta volumétrica de 20 ml
- 1 pipeta volumétrica de 50 ml
- 1 bureta de 50 ml
- 3 matraces Erlenmeyer de 250 ml
- 1 espectrofotómetro con celdas de media pulgada con longitud de onda de 575 nm

#### Principios básicos del método:

El bióxido de azufre es absorbido en una solución de tetra-cloro-mercurato de potasio. Al agregar los reactivos, se desarrolla un color violeta después de cierto tiempo. La intensidad de color desarrollada está en función de la concentración de SO<sub>2</sub> absorbido. La medición de la intensidad de color se hace utilizando un espectrofotómetro. El complejo tetra-cloro-mercurato de SO<sub>2</sub> formado durante la absorción es relativamente estable, sin embargo, se han detectado pérdidas de SO<sub>2</sub> de 1 a 3% por día. De modo que, para obtener determinaciones más exactas el análisis deberá efectuarse lo más rápido posible. El rango de análisis es de 0.05 a 5 µg de SO<sub>2</sub>/ml de solución absorbente. La eficiencia de colección se considera como 100%, pero esta puede estar influenciada por la velocidad de colección y la temperatura. Usando una escala de expansión 3X, se ha determinado que se pueden obtener límites de detección más bajos de 8 µg/m<sup>3</sup> si se usan celdas de 10 mm.

La única interferencia que se encuentra normalmente es el bióxido de nitrógeno y esta es eliminada adicionando ácido sulfámico durante el análisis. La refrigeración de las muestras aumenta la estabilidad y reducen las pérdidas de SO<sub>2</sub>.

#### Método

##### Preparación de reactivos:

- Reactivo absorbente tetracloruro mercurato de potasio
  - Disolver 3.9g de cloruro mercúrico (HgCl<sub>2</sub>), 5.96g de cloruro de potasio (KCl) y 0.066g de EDTA (sal disódica) y diluir a 1000 ml con agua destilada o des-ionizada. El pH de este reactivo deberá ser aproximadamente 4.0 pero es aceptable en el intervalo de 3-5 (federal registro). Este reactivo es estable por 6 meses. Si aparece un precipitado se desecha el reactivo.
- Ácido sulfúrico
  - Disolver 0.6g de ácido sulfámico (HN<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>H) en 100 ml de agua destilada. dejar en reposo este reactivo durante un periodo de 18-24 hrs, antes de usarse, de este modo el reactivo es más efectivo y resultados más consistentes. No usar este reactivo después de 3 días de preparado.
- Formaldehído
  - Diluir un mililitro de formaldehido al 37%, en 200 ml de agua destilada. Preparar este reactivo diariamente.
- Ácido clorhídrico (1N)

- Diluir 16.6 ml de ácido clorhídrico concentrado en un matraz aforado de 200 ml y aforar con agua destilada.
- Ácido fosfórico (3M)
  - Diluir 102 ml de ácido fosfórico al 85% en un matraz aforado de 500 ml y aforar con agua destilada.
- Solución de sulfito (STOCK)
  - Disolver 7.65g de meta-bisulfito de sodio ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ ) grado reactivo en un matraz volumétrico de 1000 ml y llevar al aforo con agua destilada. Esta solución debe ser estandarizada antes de usarse por que pierde su poder reactivo con el tiempo.
- Solución de almidón
  - Disolver 2g de almidón en 500 ml de agua des-ionizada hirviendo y filtrar en caliente. Agregar de una a dos gotas de solución absorbente de tetra-cloro-mercurato para evitar el desarrollo de hongos.
- Solución de dicromato de potasio
  - Pesar exactamente 2.4518g de dicromato de potasio ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) previamente secado en la estufa, disolverlo con agua des-ionizada y aforar en un matraz volumétrico de 500 ml. Esta solución será 0.1 N y puede almacenarse el tiempo que se desee.
- Pararosanilina

#### Solución concentrada.

- Disolver 0.2g de pararosanilina en 100 ml de ácido clorhídrico 1N.
- Agitar hasta que toda la pararosanilina quede disuelta.
- Esta solución es estable hasta por 9 meses si se refrigera. Se recomienda almacenarla en frascos ámbar.

#### Reactivo de pararosanilina.

- Poner 20 ml de la solución de pararosanilina en un matraz volumétrico de 250 ml.
- Agregar 200 ml de ácido fosfórico 3M y diluir al aforo con agua destilada.
- Esta solución es estable hasta por 9 meses si se refrigera.

#### DETERMINACIÓN DE LA MUESTRA

- Medir el volumen de la solución absorbente después del muestreo. Agregar agua des-ionizada hasta el volumen original, si es que hubo evaporación durante el muestreo. Colocar 10 ml de la muestra en un tubo de ensaye de 2.5 cm proceda como se indicó anteriormente. Preparar un blanco reactivo con 20 ml de agua destilada, usando dos veces las cantidades especificadas en la preparación de la curva estándar preparada.
- Para algunos muestreos la concentración de  $\text{SO}_2$  puede ser alta. En esos casos la absorbancia puede ser también alta. Si la absorbancia encontrada es mayor de 0.9, tome una alícuota, diluya con una porción del blanco preparada al mismo tiempo y lleve a un volumen de 18 ml. Inmediatamente lea la absorbancia de la muestra diluida use el blanco remanente, determine los  $\mu\text{g}$  de  $\text{SO}_2/\text{ml}$  de la muestra diluida.

Para determinar la concentración de SO<sub>2</sub> en el aire:

$$\mu\text{g de SO}_2/\text{m}^3 = \frac{(\mu\text{g/ml})(\text{vol. Total de la sol. Abs.}) \times 18 \text{ ml (m}^3 \text{ aire muestreado en ml.)}}{\text{Alícuota}}$$

### **Resultados esperados**

Determinar el grado de contaminación en los puntos de muestreo y cuantificar la cantidad de dióxido de azufre que se obtendrá mediante la experimentación.

### **Bibliografía**

Gumuzio, J. & García, M. (s.f). Equipo de Análisis de Aire. Departamento de Material Didáctico de ENOSA.

World Health Organization. (2006). Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre: actualización mundial 2005 (No. WHO/SDE/PHE/OEH/06.02). Organización Mundial de la Salud.

4 Imagen de exposición al ruido, Tomada de la página de internet shutterst

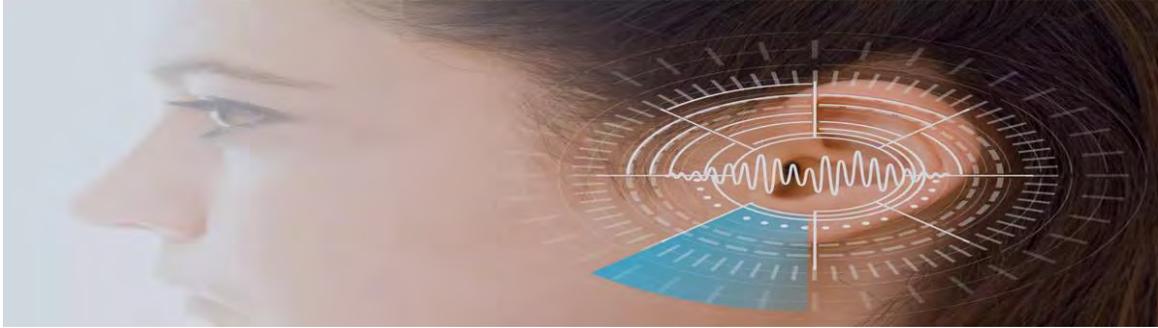


Imagen: Shutterstock. Título: Prueba de audición que muestra el oído de una joven con tecnología de simulación de ondas sonoras. Imagen tomada de shutterst. [Página Web en línea]. Disponible <https://www.shutterstock.com/es/image-photo/hearing-test-showing-ear-young-woman-709813225> [Consulta: 2023, marzo 16]

## Exposición a ruido

### Fundamento

La contaminación acústica conlleva un gran impacto ambiental notable teniendo efectos adversos, pero no todos los sonidos son considerados contaminación sonora, la Organización Mundial de la Salud (OMS) define como ruido cualquier sonido superior a 65 decibeles (dB), se convierte en dañino al superar los 75 dB y doloroso a partir de los 120 dB. Las fuentes de ruido más comunes son el tránsito vehicular (Carros y motocicletas), Infraestructura de transporte (carreteras, ferrocarriles, aeropuertos), fuentes fijas (talleres discoteca, maquinaria de construcción) y actos y conductas ruidosas (todos aquellos ruidos que están asociados a hábitos y conductas tales como las fiestas en las casas, actividades de jardinería, ferias, vendedores callejeros, conciertos al aire libre, sonidos de animales domésticos, fuegos artificiales, etc.).

### Objetivo

- Comparar el sonido que existe en los alrededores con la ayuda del sonómetro, analizando el nivel de umbral correspondiente a cada lugar.
- Comparación con otras personas la capacidad auditiva con ayuda de videos de Prueba auditivos.

### Material

- Sonómetro
- Videos: A continuación, se proporciona las siguientes ligas de internet en donde se encuentran test auditivos para que se conozca y compare el nivel auditivo de cada integrante.

- Test auditivo por edad, escala completa de 0 a 20000Hz  
<https://www.youtube.com/watch?v=nItP4ERIKqY>
- Test de audición auditivo desde graves a agudos  
[https://www.youtube.com/watch?v=8-Mz6cRA-\\_8](https://www.youtube.com/watch?v=8-Mz6cRA-_8)
- ¿Cuántos años tienen tus oídos?  
<https://www.youtube.com/watch?v=E5n4WDscTJU>

## Método

Aula:

- Se pondrá en el aula de clases los videos y se hará una comparación entre los alumnos, se sacará conclusiones del por qué la diferencia.
- Se realizará el método de los videos con familiares y amigos de distintas edades y se sacará conclusiones.

Exteriores:

- Se identificarán los lugares previstos para la medición
- Se tomarán nota de las mediciones en los diferentes lugares
- Para la medición de los niveles de ruido, El número de medición en los puntos elegidos tendrá que ser acuerdo a la NOM-011-STPS-2001 para la evaluación acústica de dicho punto.
- Los ruidos pueden ser estacionarios, fluctuantes, esporádicos, y eventualmente una mezcla de ellos. Se realizará un análisis de la posible existencia de ruidos impulsivos.

Tabla 1. Límites máximos permisibles de Exposición

Nivel sonoro dB(A)	Tiempo
90 dB(A)	8 HORAS
93 dB(A)	4 HORAS
96 dB(A)	2 HORAS
99 dB(A)	1 HORA
102 dB(A)	30 MINUTOS
105 dB(A)	15 MINUTOS

## Resultados esperados

Identificar y discutir cuales son ruidoso dañinos y el porqué, y tener una comparación en el aula de la capacidad auditiva de cada integrante.

## **Bibliografía**

Manzo, F. E. R. (2015). Ruido ambiental, comunicación y normatividad en la Ciudad de México. Razón y Palabra, (91).

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-011-STPS-2001, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.

Peralta, J. A. (1998). El ruido en la Ciudad de México. Ciencias, (050).

5 Ilustración de la conductividad hidráulica, tomada de un documento de Internet

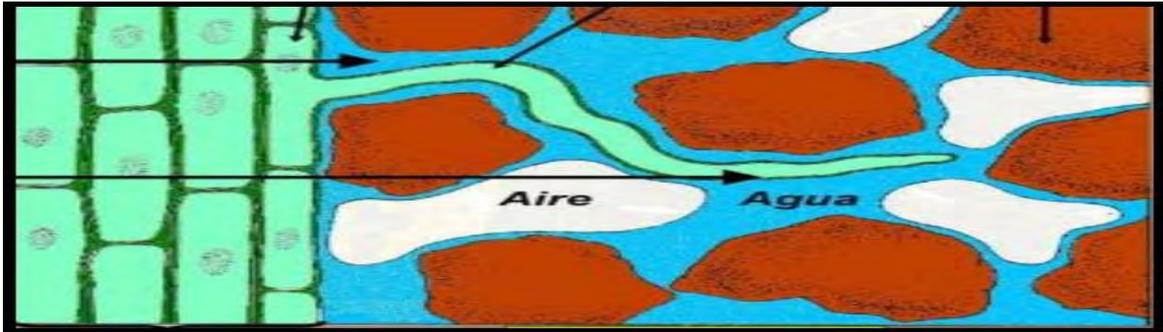


Ilustración: anónimo. Sin título. Ilustración tomada del documento "Métodos para la determinación de la conductividad hidráulica". [Página Web en línea]. Disponible <https://www.udocz.com/apuntes/38219/metodos-para-la-determinacion-de-la-conductividad-hidraulica-del-suelo>. [Consulta: 2023, marzo 16]

## Conductividad hidráulica en el suelo por el método de Darcy fundamento

### Fundamento

La conductividad de hidráulica es una propiedad muy importante de los medios porosos la cual indica la movilidad del agua dentro del suelo y depende del grado de saturación y la naturaleza de este.

### Objetivo

Determinar la conductividad hidráulica del suelo mediante el método de Darcy.

### Material

#### Campo

- 4 tubos de PVC de 3 un de diámetro y 50 cm de alto
- 4 abrazaderas
- Tela mosquitera
- Pala
- Pico
- Marro
- Barreta
- Desarmador
- Madera gruesa
- Lámina de engargolado

#### Laboratorio

- 4 Tubos de PVC con muestras
- 1 Soporte universal
- 1 Trípode
- 1 Matras

## Método

### Campo

- Marcar los tubos de PVC cada 10 cm para una mejor identificación de la profundidad del tubo en la tierra.
- Seleccionar el sitio donde se realizará la práctica, en línea recta se pondrán los tubos cada 2 metros de distancia uno del otro.
- Colocar el tubo sobre la tierra poner la madera arriba del tubo y con el marro golpear para enterrar el tubo, posteriormente escarbar alrededor del tubo y sacarlo, tapar la parte inferior con la tela mosquitera y sostenerla con la abrazadera, mantener el tubo verticalmente para que la muestra no se tire.
- Repetir el proceso para cada tubo.

### Laboratorio

- Tomar los tubos con muestra y colocarlos como se muestra en la **Figura 1**, para poder sacar la carga hidráulica.
- Se utiliza la ecuación de Darcy para calcular la conductividad hidráulica.

$$k = \frac{Q * L}{A * H}$$

Donde:

K = conductividad hidráulica (L/T) Q= caudal (L3/T)

L= largo de la muestra de suelo (L) A= área del cilindro (L2)

H= L + h = carga de agua (L) h= altura de agua sobre la muestra (L)

## Resultados esperados

Realizar el muestreo y determinar la conductividad hidráulica de las diferentes zonas.

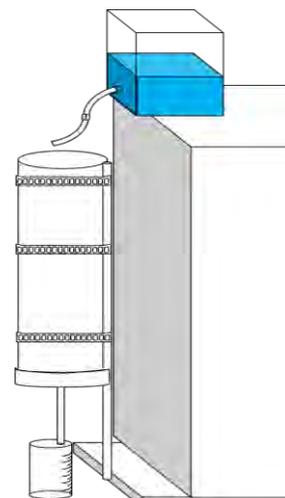


FIGURA 1. Prototipo de conductividad hidráulica

## Bibliografía

Fuentes, C., Branbila, F., Vauclin, M., Parlange, J. Y., & Haverkamp, R. (2001). Modelación fractal de la conductividad hidráulica de los suelos no saturados. *Tecnología y ciencias del agua*, 16(2), 119-137

Sánchez, J. (2011). Ley de Darcy, conductividad hidráulica. Departamento de Geología-Universidad de Salamanca (España).

6 Fotografía de muestra de lixiviados, tomada del internet



Fotografía: anónimo. Sin título. Imagen tomada de Compost- On nutriendo a tu jardín. [Página Web en línea]. Disponible <https://compost-on.com/tag/lixivados/> [Consulta: 2023, marzo 16]

## Lixiviados de residuos orgánicos

### Fundamento

Los lixiviados hoy son el resultado de la percolación de líquidos, como el agua de lluvia, la humedad de los desechos del drenaje, es decir, los líquidos que germinan hacia la superficie o se filtran al terreno donde se instala un relleno sanitario o basurero. Los lixiviados Los contaminantes líquidos que se generan en el relleno sanitario, también conocidos como lixiviados los cuales son caracterizados como una solución acuosa que contienen cuatro grupos de contaminantes; la materia orgánica disuelta, macrocomponentes inorgánicos, metales pesados y componentes orgánicos xenobióticos.

### Objetivo

Simular las condiciones existentes en un relleno sanitario, para posteriores prácticas.

### Material

- Desechos del hogar, hojas secas, arena
- Medio metro de manguera para pecera
- Un cilindro, cubeta o bidón
- Malla mosquitera
- Silicon

### Método

- Con una muestra de basura de más o menos  $0.033 \text{ m}^3$  puesto en un recipiente de plástico y compactado adecuadamente para llegar a un peso aproximado de 16.5 kg se prepara el modelo de acuerdo con la **Figura 2**.

- El modelo se regará diariamente con un volumen de agua de 300 ml para simular las condiciones reales de una precipitación que hay en un relleno sanitario, este proceso se hará durante un período de 60 días.
- El lixiviado que se obtenga a través de este proceso será desechado, y el lixiviado final es decir el de después del periodo será utilizado para practicas posteriores.

## Resultados esperados

Obtener los residuos de lixiviados del composteo realizado

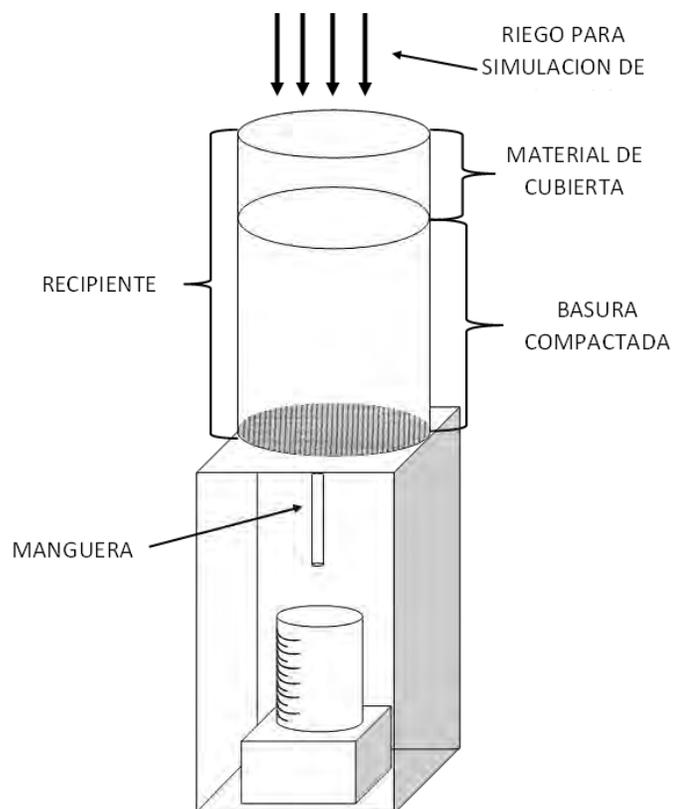


FIGURA 2. Prototipo para lixiviados.

## Bibliografía

- Giraldo, E. (2001). Tratamiento de lixiviados de rellenos sanitarios: avances recientes. Revista de ingeniería, (14), 44-55.
- Torri, S. (2017). ¿Qué es un relleno sanitario? Centro de Estudios y Desarrollo de Políticas Pública.4

7 fotografía de prototipo de filtración.



Ilustración de medición de pH.



Ilustración: anónimo. Escala de pH. Imagen tomada de shutterstock.

[Página Web en línea]. Disponible:

<https://www.shutterstock.com/es/search/ph> [Consulta: 2023, marzo 16]

## Filtrado, pH y conductividad de lixiviados

### Fundamento

- pH: Medida de acidez o alcalinidad que indica la cantidad de iones de hidrogeno presentes en una solución o sustancia.
- Conductividad: la capacidad de un material o sustancia para conducir o transmitir energía, ya sea eléctrica o térmica.

### Objetivo

Realizar la toma de pH y conductividad de los lixiviados salientes de los próximos días y la filtración de la última muestra de lixiviado.

### Material

- 750 ml Lixiviado (practica anterior)
- Arena, tierra negra y gravilla
- 3 botellas 2.5 o 3 litros (lisas de preferencia)
- Silicon
- Potenciómetro (medición de pH y Conductividad)

### Método

- Tomar a las primeras muestras de lixiviados se le tomara muestra de pH y conductividad con ayuda del potenciómetro, se realizará una comparación y se sacara conclusiones del por qué la variabilidad.
- Tomar la última muestra de lixiviados posterior al tiempo dicho con anterioridad y se dividirá en tres recipientes (250ml por cada recipiente).

- o Verter los lixiviados en los tres tipos de filtración tal como se muestra en la **Figura 3**

Tabla 2. Parámetros de pH y conductividad para los lixiviados

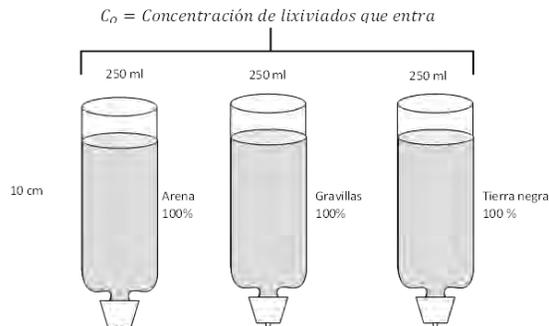


FIGURA 3. Prototipo para filtrado de lixiviados.

Muestra de lixiviados	pH	Conductividad
1		
2		
3		
4		
5		
6		

$C_1 C_2 C_3 =$  Concentraciones finales del lixiviado filtrado

## Resultados esperados

Obtención y medición de pH y conductividad de las muestras, conclusión de variabilidad de resultados.

## Bibliografía

Bernache, G. (2006). Cuando la basura nos alcance: el impacto de la degradación ambiental. Ciesas.

Castellanos, P. R. (2003). Residuos: alternativas de gestión. Universidad de Salamanca.

de Fonseca, A. E., Amaya, N. M., Diazgranados, N. L., Camargo, A. S., & González, M. A. I. (2009). La gestión sostenible de los residuos. Memorias II Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos. Universidad del Norte.

8 Imagen de siembra en placa, tomada de



Imagen: Shutterstock. Título: Plato de Petri. Laboratorio microbiológico. Imagen tomada de shutterstock. [Página Web en línea]. Disponible: <https://www.shutterstock.com/es/image-photo/petri-dish-microbiological-laboratory-mold-fungal-1216887037> [Consulta: 2023, marzo 16]

## Siembra en placa de lixiviados

### Fundamento

Los lixiviados contienen una gran cantidad importante de sólidos suspendidos y disueltos, debido a que hay una reacción química y bioquímica, se produce gases como el metano, dióxido de carbono y amoníaco. Siempre existirá una generación de lixiviados, aunque no haya un ingreso de agua pluvial debido a la liberación del agua contenida en los mismos residuos confinados y la generada por la actividad microbiana, y la composición típica de los lixiviados variará y dependerá del tipo y composición de los residuos a disponer.

### Objetivo

Observar los tipos de colonias que se forman, después de la filtración.

### Material

- 6 Cajas Petri
- 10 gramos de grenetina
- 1 pastilla de maggi (cubo de caldo de pollo)
- 100 ml de agua destilada
- Parrilla con agitador
- Vaso de precipitado
- Microscopio
- Asa de siembra
- Mechero

### Método

Agar:

- Disolver la pastilla maggi (cubo de caldo de pollo) en los 100 ml de agua destilada y calentar en la parrilla.

- Hidratar los 10 miligramos de grenetina, posteriormente agregarlo y con la ayuda del agitador dejar revolver hasta el punto de ebullición. Dejar reposar por unos minutos.

Muestreo:

- Verter en las cajas de Petri esterilizadas medio de agar y permitir la solidificación.
- Posterior tomar las 3 muestras de lixiviados previamente filtradas, con ayuda del asa de siembra se toma una muestra de la población y a continuación se hacen estrías sobre la superficie y cerrar la caja Petri.
- Realizar nuevamente el procedimiento con un segundo agar. (dos agares por cada muestra de lixiviado filtrado)
- Dejar por unos días y observar mediante el microscopio, sacar conclusiones.

### **Resultados esperados**

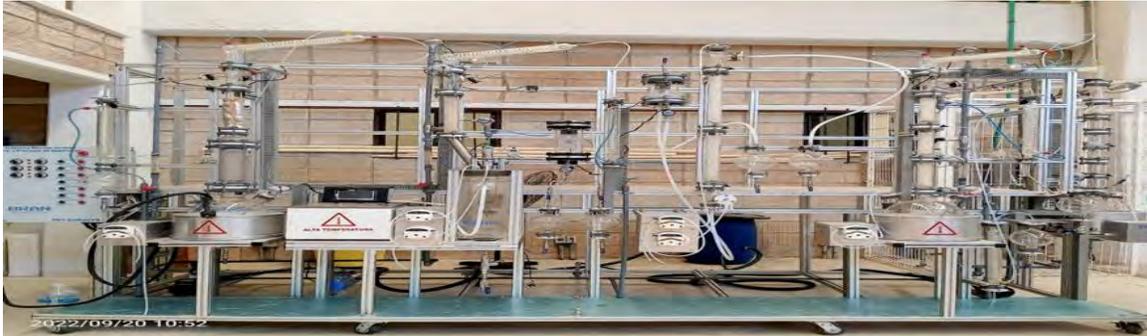
Obtener muestras de microorganismos de las diferentes siembras, identificar mediante el microscopio las diferentes poblaciones y comparar.

### **Bibliografía**

Jiménez, B. E. (2001). La contaminación ambiental en México. Editorial Limusa.

Rojas-Valencia, María & Negrete, Rene & Mier, Mabel & Nájera-Aguilar, Hugo & Gutiérrez, Rubén & Araiza, Juan. (2021). Generación, monitoreo, caracterización y tratamiento de lixiviados generados en sitios de disposición final.

9 fotografía de equipo didáctico instalado en el Laboratorio de Ingeniería Ambiental de la Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo, equipo didáctico para diferentes tipos de destilación.



## Destilación

### Fundamento

La destilación es uno de los principales métodos para la purificación de líquidos volátiles, éste consiste en evaporar las sustancias por calentamiento y posteriormente condensar de nuevo el vapor a líquido. existen varias maneras de llevar a cabo la destilación, la elección dependerá de las propiedades del líquido que se trate de purificar y de las propiedades de las impurezas que se quiera separar.

#### ➤ Destilación simple:

Técnica utilizada cuando la mezcla de productos líquidos a destilar contiene únicamente una sustancia volátil, o bien cuando ésta contiene más de una sustancia volátil pero el punto de ebullición del líquido más volátil difiere del punto de ebullición de los otros componentes, al menos 80 °C, y se obtiene como resultado el producto más volátil.

Destilación atmosférica: se realiza a presión normal y se utiliza cuando el punto de ebullición hoy está por debajo de la temperatura de descomposición química del producto.

Destilación a presión reducida: se utiliza principalmente cuando el punto de ebullición del compuesto a destilar es superior a la temperatura de descomposición química del producto

#### ➤ Destilación fraccionada:

Técnica utilizada cuando la mezcla de productos líquidos que se quiera destilar contiene sustancias volátiles de diferentes puntos de ebullición con diferencia entre ellos menores a 80 °C. El objetivo de la destilación fraccionada es conseguir la separación de 2 líquidos de punto de ebullición próximos, mediante una sola destilación. La destilación fraccionada se puede hacer a presión atmosférica o a presión reducida como la destilación simple.

La destilación fraccionada utiliza múltiples ciclos de hoy condensación de vapor. Hoy el proceso general es el mismo que realizar múltiples destilaciones de la mezcla. Es mayormente utilizada para purificar solventes, productos químicos, productos naturales, biodiesel y petróleo crudo.

### ➤ Destilación por arrastre de vapor:

Técnica de destilación muy útil para sustancias de punto de ebullición superiores a 100 °C y que se descomponen antes o al alcanzar la temperatura de su punto de ebullición. Esta técnica permite separar sustancias de baja volatilidad e insolubles en agua de otros productos no volátiles presentes en la mezcla, como resinas, sales inorgánicas y otros compuestos orgánicos no absorbibles.

La destilación por arrastre de vapor emplea con una mayor frecuencia en la separación de aceites esenciales de tejidos vegetales, los aceites esenciales son mezclas complejas de hidrocarburos, terpenos, alcoholes, hola aldehídos aromáticos y fenoles, estos se encuentran en hojas cáscaras o semillas de alguna planta.

### Objetivo

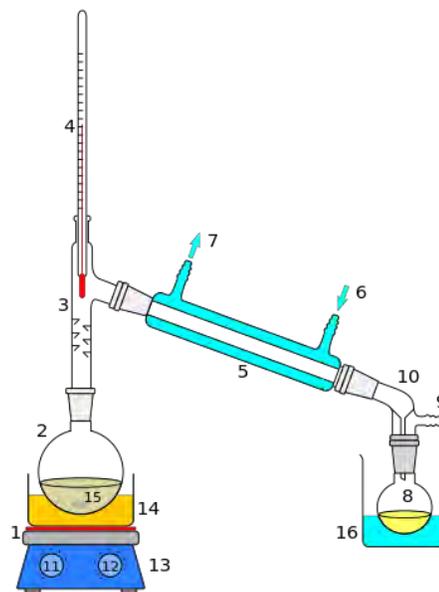
Conocer los tipos de destilación (Simple, Fraccionada y Arrastre de vapor) y cómo funciona cada uno.

### Material

- Hojas de menta, mezcal, alcohol de caña, hojas de neem, hueso de guanábana.

El proceso en general de la destilación interviene los siguientes elementos:

- Fuente de calor.
- Matraz de fondo redondo.
- Cabezal fijo.
- Termómetro / Temperatura de punto de ebullición.
- Condensador.
- Agua de enfriamiento.
- Salida de agua de enfriamiento.
- Destilado / matraz de recepción.
- Vacío / entrada de gas.
- Receptor fijo.
- Control de calor.
- Control de velocidad del agitador.
- Agitador / placa de calentamiento.
- Baño de calentamiento (aceite / arena).
- Medios de agitación, por ejemplo (imagen), virutas de ebullición o agitador mecánico.
- Baño de enfriamiento.



## Método

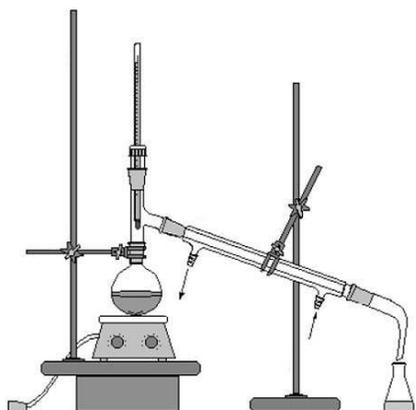


FIGURA 4. Equipo para la destilación simple

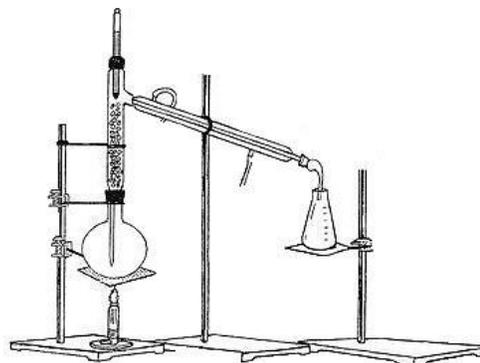


FIGURA 5. Equipo para la destilación fraccionada

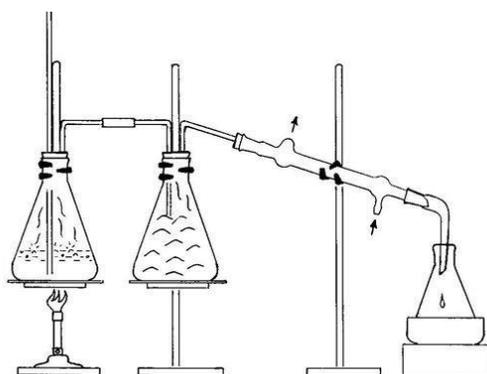


FIGURA 7. Equipo para la destilación por arrastre de vapor

## Resultados esperados

Obtener la destilación de hojas de menta, mezcal, alcohol de caña, hojas de neem, hueso de guanábana; mediante la destilación adecuada.

## Bibliografía

Buendía, P. M. (1989). Prácticas de química orgánica (Vol. 15). EDITUM.

Cesar, G. V. J., & Sebastián, O. B. (2019). Destilación simple y fraccionada: método de purificación de líquidos.

Palomino Echeandia, R., & Alemañy Socarrás, L. (2015). Módulo Destilación para el Laboratorio Virtual de Química (Bachelor's thesis, Universidad de las Ciencias Informáticas. Facultad 5).

## CAPITULO III

### Conclusión

Con la realización del Manual de Prácticas de Laboratorio Ambiental se dio la finalidad de revisar los procedimientos experimentales y se desarrollaron las diferentes prácticas de manera sencilla utilizando reactivos que se encuentran disponibles en el laboratorio y de igual forma con materiales que son de fácil acceso, demostrando así que la propuesta fue factible.

Ante el desarrollo de las prácticas se demostró el cumplimiento de los objetivos de las asignaturas de Laboratorio de Química Ambiental, Contaminación del aire, contaminación del suelo. Así como el cumplimiento de los objetivos de formación práctica para los estudiantes de la carrera de ingeniería ambiental asegurando que adquieren las competencias necesarias para su desarrollo profesional.

Como recomendación se deja desarrollar más prácticas alternas a las expuestas en el presente manual, verificando la disponibilidad de reactivos y materiales con los que cuenta el Laboratorio de Química para reforzar las habilidades prácticas de los alumnos.

Para finalizar este Manual de Prácticas deja como aprendizaje, que hay más opciones para realizar las cosas y llegar a un objetivo, siempre hay una alternativa simplemente hay que buscar nuevas formas de aprender y experimentar.

**\*Las prácticas seleccionadas servirán como apoyo a ciertas materias de la carrera de Ingeniería Ambiental.**

Prácticas probables en:

**Contaminación del Aire**, en la cual los alumnos podrán identificar y analizar el comportamiento de los contaminantes atmosféricos, así como identificar las fuentes de contaminación en el aire, efectos en la salud y en el ambiente.

- TOXICOLOGÍA DE LOS CONSERVADORES
- MUESTREO EN PLACA DE MICROORGANISMOS EN DIFERENTES AMBIENTES
- DIOXIDO DE AZUFRE METODO DE LA PARAROSANILINA
- EXPOSICIÓN A RUIDO

Prácticas probables en:

**Contaminación del suelo**, en el cual el alumno llegara a conocer y evaluar la problemática de la contaminación del suelo, así como adquirir los conocimientos y habilidades para seleccionar el tratamiento adecuado para dar solución a la problemática del sitio contaminado.

**Materiales peligrosos**, en el cual el alumno integrará los conocimientos que debe tener un ingeniero ambiental con respecto a los materiales peligrosos, podrá conocer e identificar las propiedades que hay en una sustancia peligrosa, sus efectos en el ambiente y los daños que causa tanto en la salud como en el ambiente utilizarán métodos y tecnologías para el tratamiento y disposición final del residuo.

- **CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA EN EL SUELO POR EL METODO DE DARCY**
- **LIXIVIADOS DE RESIDUOS ORGANICOS**
- **FILTRADO, PH Y CONDUCTIVIDAD DE LIXIVIADOS**
- **SIEMBRA EN PLACA DE LIXIVIADOS**

Prácticas probables en:

**Laboratorio de Química Ambiental**, en el cual los alumnos apliquen los conocimientos de química ambiental a través de experimentos de laboratorio en muestras de agua aire y suelo, teniendo como objetivo establecer las características fisicoquímicas que posteriormente le lleven a plantear procesos para modificar dichos parámetros o para el cumplimiento de la normatividad ambiental.

- **DESTILACIÓN**

## **Anexos**

### **Anexo 1**

#### **REGLAMENTO DE SERVICIOS DE LA UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO, DE LOS SERVICIOS Y TALLERES.**

CAPÍTULO TERCERO. De los servicios de laboratorio y talleres de la Universidad de Quintana Roo

Artículo 39º. - Son obligaciones de los usuarios:

- a) Previo al ingreso al laboratorio o taller, Identificarse, y portar la ropa de seguridad que requiera la actividad;
- b) Ingresar y llevar a cabo sus actividades en el área asignada y retirarse de las instalaciones dentro del horario autorizado. El ingreso, permanencia y salida fuera del horario asignado a la actividad solo podrá ser autorizado por la Jefatura del laboratorio o taller;
- c) Cuidar las instalaciones, así como el material y equipo que se les provea para el desarrollo de su actividad;
- d) Reportar cualquier daño o desperfecto al responsable o a la jefatura del laboratorio o taller;
- e) Al terminar la práctica, dejar limpia el área de trabajo y regresar completo, limpio y en buen estado el material, cristalería y equipo que haya utilizado;
- f) En caso de que se derramen sustancias peligrosas, como ácidos o bases fuertes, notificar inmediatamente al responsable o a la jefatura del laboratorio o taller, para evitar accidentes y riesgos;
- g) Abstenerse de fumar, e introducir e ingerir alimentos y bebidas al laboratorio o taller;
- h) Cubrir los daños ocasionados a las instalaciones, equipo y material;
- i) Respetar las normas y disposiciones vigentes.

## Anexo 2

### REGLAMENTO INTERNO DEL LABORATORIO DE QUIMICA DE LA UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO

El presente reglamento es de observancia obligatoria para el personal del laboratorio, académico y alumnos que realicen trabajo experimental, sea de docencia o de investigación en el Laboratorio.

#### 1. Del Funcionamiento de los Laboratorios

a. Para llevar a cabo cualquier actividad dentro de los laboratorios, se debe llenar una requisición especificando el material y reactivos necesarios para la realización de sus prácticas 72 horas antes de la fecha programada, con el propósito de preparar el material, equipo y reactivos solicitados.

b. Al realizar actividades experimentales, nunca deberá estar una persona sola en el laboratorio. El mínimo de personas deberá ser, invariablemente, de 2. En el caso de que uno de ellos sea alumno, deberá haber siempre un profesor como segunda persona.

a) Profesor – profesor

b) Profesor – alumno

c) Profesor – personal del laboratorio

1.3. Por ningún motivo será autorizada la estancia de personas ajenas a la actividad que se realiza dentro del laboratorio.

1.4. Cuando no exista suministro de agua serán suspendidas las actividades de aquellos laboratorios que ocupen reactivos peligrosos, para evitar posibles accidentes.

1.5. Para un buen funcionamiento de las tarjas no se debe depositar en ellas basura, solventes, sustancias corrosivas, medios de cultivo.

1.6. Todos los equipos analíticos deberán contar con una bitácora, en la cual, tanto profesores como alumnos deberán hacer las anotaciones correspondientes cuando utilicen dichos equipos.

1.7. Todas las actividades que se realicen en el laboratorio deberán estar supervisadas por el titular de la materia, incluyendo el seguimiento de las prácticas que se realicen en más de una sesión.

1.8. Las personas a quienes se sorprenda haciendo mal uso de equipos, materiales, instalaciones, etc. propias de los laboratorios o de las señalizaciones instaladas para protección civil, serán sancionadas según la gravedad de la falta cometida.

1.9. En los laboratorios queda estrictamente prohibido:

a) El ingreso de los alumnos a los laboratorios cuando el (los) profesor (es) titular (es) del grupo de laboratorio responsable (s) no esté (n) presente (s).

b) El ingreso de los alumnos y personas ajenas al cubículo de reactivos y cristalería.

c) La entrada de alumnos en horarios que no correspondan a los de su práctica. Es responsabilidad del laboratorista y de (los) profesor (es) en turno, que permita la entrada a los alumnos para sacar o guardar material fuera de su horario de trabajo.

d) Hacer uso del equipo del laboratorio (balanzas, muflas, estufas, etc.) sin autorización del profesor responsable.

#### 2. De la Seguridad

Para trabajar en los laboratorios es obligatorio que los estudiantes, personal académico y del laboratorio usen bata blanca y cerrada. Usar lentes de seguridad o guantes de protección, en caso de que se especifique.

- a. El alumno que no tenga protección no podrá permanecer en el laboratorio
- b. El responsable de laboratorio entregará el equipo de seguridad cuando así se requiera.
- c. En el laboratorio, deberá existir al alcance de todas las personas que en él trabajen, un botiquín de primeros auxilios. El responsable del área deberá verificar, al menos una vez cada semana, el contenido del botiquín, para proceder a reponer los faltantes y/o enriquecerlos de acuerdo a las necesidades del trabajo realizado en el laboratorio.
- d. En los laboratorios queda prohibido: fumar, consumir alimentos o bebidas, el uso de lentes de contacto y el uso de zapatos abiertos, teléfono celular, audífonos y accesorios grandes (aretes largos, anillos, collares, etc.).
- e. Todas las sustancias, equipos, materiales, etc. deberán ser manejados con el máximo cuidado, atendiendo a las indicaciones de los manuales de seguridad, según el caso.
- f. Queda prohibido desechar sustancias al drenaje o por cualquier otro medio sin autorización del responsable del área correspondiente. Los manuales de prácticas correspondientes deberán incluir la forma correcta de desechar los residuos.
- g. Para transferir líquidos con pipetas, deberá utilizarse una pipeta por cada reactivo o solución y usarse la pro-pipeta correspondiente. Queda prohibido pipetear con la boca.
- h. Las puertas de acceso y salidas de emergencias deberán de estar siempre libres de obstáculos, accesibles y en posibilidad de ser utilizadas ante cualquier eventualidad. El responsable del área deberá verificar esto en cada sesión de prácticas.
- i. Las regaderas deberán contar con el drenaje correspondiente, funcionar correctamente, estar lo más alejadas que sea posible de instalaciones o controles eléctricos y libres de todo obstáculo que impida su correcto uso. El responsable del área deberá verificar esto, por lo menos una vez cada semana.
- j. Los controles maestros de energía eléctrica y suministros de gas para cada laboratorio deberán estar señalados adecuadamente, de manera tal que sean identificados fácilmente.
- k. Los extintores de incendios deberán ser de CO<sub>2</sub> y de polvo químico seco, según lo determine la Comisión Mixta de Higiene y Seguridad de la Universidad; deberán de recargarse cuando sea necesario, de conformidad con los resultados de la revisión o por haber sido utilizados.
- l. Los sistemas de extracción de gases deberán de mantenerse siempre sin obstáculos que impidan que cumplan con su función, deberán de evaluarse al menos una vez cada mes, y deberán recibir el mantenimiento preventivo o correctivo que los responsables de cada área soliciten.
- m. Tanto los sistemas de suministro de agua corriente como de drenaje, deberán de recibir el mantenimiento preventivo o correctivo que los responsables de cada área soliciten.
- n. Los lugares en que se almacenen reactivos, disolventes, equipos, materiales, medios de cultivo, y todo aquello relacionado o necesario para que el trabajo en los laboratorios se lleve a cabo, estarán sujetos a este Reglamento en su totalidad.
- o. Al finalizar las actividades en el laboratorio, el responsable del área deberá verificar que queden cerradas las llaves de gas, agua, vacío, tanques de gases y aire, según sea el caso; apagadas las bombas de vacío, circuitos eléctricos, luces, etc.

p. Cuando se trabaje con sustancias tóxicas, preparación de soluciones y reactivos; nunca deberán tomarse frascos por la tapa o el asa lateral, siempre deberán tomarse con ambas manos, una en la base y la otra en la parte media. Además, se deberá trabajar en área con sistema de extracción (campanas de extracción) y equipo de protección personal (según el manual correspondiente).

q. Deberá existir, de manera clara, visible y legible, la información acerca de los teléfonos de emergencia a los cuales llamar en caso de requerirlo.

r. Se observarán las siguientes medidas de seguridad en torno al manejo y almacenamiento de productos químicos, así como las siguientes disposiciones generales de trabajo y protección de equipos de laboratorio.

a) Todos los productos inflamables deberán ser almacenados en un gabinete adecuado. Las puertas de acceso a estos gabinetes deberán permanecer cerradas.

b) Los ácidos inorgánicos deberán almacenarse separados de los productos inflamables.

c) Se mantendrán almacenados en lugares separados los ácidos de las bases, así como los reactivos oxidantes de los combustibles.

d) Los ácidos y bases cuya concentración sea superior a 0.1 N, deberán ser almacenados por debajo del nivel de los ojos.

e) Los gabinetes con productos químicos deberán contar con señalamientos de peligro.

f) Se reducirá la cantidad de productos químicos almacenados en gabinetes y refrigerados a un mínimo absoluto.

g) Todos los cilindros de gases que no se encuentren en uso deberán contar con protección en las válvulas y estar asegurados con cadenas.

h) En las campanas de los laboratorios no deberán encontrarse productos químicos, equipos y materiales no indispensables.

i) En las áreas de guardado de material de los laboratorios deberá existir un espacio libre de 50 cm entre el techo y el anaquel más alto.

2.1. Todas aquellas cuestiones que no estén específicamente señaladas en el presente Reglamento deberán ser resueltas por la Dirección de Ciencias e Ingenierías con la opinión de la Coordinación de Seguridad, Prevención de Riesgos y Protección Civil.

2.2. Cualquier alteración en las condiciones de seguridad o en el cumplimiento del presente reglamento, deberá ser reportado al responsable correspondiente.

### 3. Del personal de laboratorio

3.1. Deberán asistir a cursos de primeros auxilios y de manejo de cilindros y tanques de gases. También deberán contar con adiestramiento en manejo de extintores y demás equipo de seguridad disponible en el laboratorio.

3.2. Al inicio de sus actividades el personal de laboratorio debe asistir al laboratorio con bata e implementos de seguridad necesarios.

3.3. No deberá fumar ni ingerir alimentos y bebidas dentro del laboratorio.

- 3.4. Preparar el material y reactivos solicitados para la realización de la práctica, siempre y cuando la requisición sea entregada con un mínimo de 72 y máximo 24 horas de anticipación.
- 3.5. Los reactivos altamente tóxicos deberán estar debidamente resguardados y serán proporcionados sólo por el personal de laboratorio autorizado en las cantidades solicitadas.
- 3.6. Verificar que se dé el uso adecuado de equipo, aparatos y material del laboratorio durante el desarrollo de la práctica.
- 3.7. Apoyo a los alumnos en la utilización y manejo de equipos de laboratorio, a fin de enseñar el uso correcto y cuidado de los mismos para evitar accidentes dentro del laboratorio o el deterioro de los equipos.
- 3.8. Podrá llamar la atención a los alumnos cuando éstos se encuentren haciendo mal uso del laboratorio e inclusive solicitar que abandonen el mismo cuando no tengan actividades académicas que realizar.
- 3.9. Serán responsables de verificar el estado físico y buen funcionamiento de los equipos antes de que estos sean entregados a los alumnos y después de que se haya concluido la práctica, asegurándose que le sea entregado en las mismas condiciones físicas y de funcionamiento en que se le entregó.
- 3.10. Verificar que al término de cada práctica los alumnos realicen de manera correcta el lavado del material utilizado.
- 3.11. Reportará el mantenimiento preventivo y correctivo de las instalaciones eléctricas, campanas, extractores de gases y equipos de laboratorio a las instancias correspondientes.
- 3.12. Llevará a cabo la supervisión de los trabajos que se realicen por personal externo a los laboratorios.
- 3.13. Llevará el control del equipo, reactivo y material que entra y sale de los laboratorios. Así también dar aviso para la adquisición de reactivos antes de que éstos sean agotados en su totalidad, así como de la reparación de equipos en cuanto se detecten fallas en su funcionamiento.
- 3.14. Llevará el control de los manuales y estará al tanto de las garantías de los equipos de laboratorio.
- 3.15. Realizará las altas y bajas correspondientes al material, equipo y reactivos del laboratorio.
- 3.16. Llevará el control de las formas tanto de solicitud de equipo y reactivos como de vales de préstamo internos y externos.
- 3.17. Llevará el control de herramientas y equipos de medición para proveer el servicio a cualquier investigador o alumno para que pueda disponer adecuadamente de éstos.
- 3.18. Al retirarse del laboratorio deberán asegurarse de que todos los equipos, llaves de suministros, tanques de gases, materiales y reactivos se encuentren debidamente resguardados.
- 3.19. Deberán organizar y resguardar el material y reactivos empleados en las prácticas de laboratorio de cada día.
- 3.20. Efectuará un reporte semestral tanto de material, equipo y reactivos existentes (actualización de inventario), solicitudes de servicio, material nuevo, material mandado a reparación, material reparado, material en trámite de adquisición, material dado de baja, adeudos de material y préstamos a profesores no reintegrados al final del semestre escolar.
4. De los Profesores
- 4.1. Proporcionará al inicio del semestre, el manual de prácticas a realizar, así como el calendario de las mismas al responsable del de laboratorio.

4.2. Entregará su requisición de equipo, reactivos y material de laboratorio con 72 o por lo menos 24 horas de anticipación a la práctica de laboratorio.

4.3. Deberá conocer el uso de los aparatos y equipo que se requiera en la práctica para poder verificar que se dé el uso adecuado a éste y así evitar su deterioro.

4.4. En caso de que el profesor no pueda asistir al laboratorio, se suspenderá la práctica. El profesor no podrá por ninguna razón abandonar el laboratorio durante el desarrollo de la práctica por más de 15 minutos.

4.5. El maestro de cada clase será el responsable del uso adecuado del material asignado a los alumnos para realizar las prácticas en los laboratorios.

4.6. En caso de que un catedrático o investigador requiera las instalaciones de los laboratorios de docencia en horarios fuera de clase o bien para el desarrollo de prácticas de laboratorio de alumnos de los últimos semestres, tesistas o alumnos que realicen estancias cortas de investigación, deberá enviar al departamento de ingenierías y/o ciencias y al personal de laboratorio un documento en que indique:

- a) horarios en que se utilizarán los laboratorios
- b) nombre de los alumnos autorizados para trabajar en los laboratorios
- c) actividades que realizarán y equipos que serán utilizados

4.7. El profesor será totalmente responsable de la integridad física de los estudiantes y de los daños que se ocasionen a instalaciones, aparatos y otros objetos del laboratorio durante el desarrollo de sus actividades en el laboratorio. Por lo tanto, el profesor deberá asegurarse que sus estudiantes tienen experiencia en las labores que desempeñarán, que conocen las medidas de seguridad y precauciones que deben tener durante el desarrollo de sus actividades, así como de sus reacciones en situaciones de emergencia.

4.8. En caso de que el profesor responsable de la práctica no pueda vigilar las actividades que desarrollan sus alumnos en el laboratorio, podrá solicitar al responsable del Laboratorio para que los alumnos realicen la práctica, previa notificación al personal de laboratorio. En caso de no haber responsable que esté al pendiente de las actividades de sus alumnos no se permitirá que los estudiantes continúen sus actividades en el laboratorio.

## 5. De los Alumnos

5.1. Previo a su primera clase de laboratorio deberán asistir a una plática de medidas de seguridad, en donde conocerán y aprenderán el uso del equipo y elementos de protección personales disponibles en el laboratorio.

5.2. Se permitirá un retardo de máximo de 10 minutos, pasado este tiempo ya no se permitirá su asistencia a la práctica.

5.3. Ningún alumno podrá ausentarse de la práctica durante el desarrollo de la misma.

5.4. Deben asistir en los horarios que correspondan a su sesión de laboratorio con bata blanca de algodón (debidamente abotonada); zapatos cerrados (tenis, zapatos bajos); e implementos de limpieza y seguridad necesarios de acuerdo al tipo de laboratorio y práctica a realizar.

5.5. Podrá introducir ciertas cosas de valor como cartera, calculadora, teléfonos celulares apagados, etc.

5.6. Los alumnos NO deben entrar y salir del laboratorio sin la autorización del maestro o instructor. Deben esperar fuera del laboratorio hasta que el maestro o instructor llegue y les permita el acceso.

5.7. Podrán permanecer en el laboratorio siempre y cuando estén dentro de sus horarios estipulados y con el consentimiento explícito del profesor responsable. Por ningún permanecerán en el laboratorio después de la salida del maestro o instructor.

5.8. Es responsabilidad del alumno conocer y usar el equipo de seguridad necesario para el desarrollo de cada práctica.

5.9. Para el préstamo de material y equipo de laboratorio de campo deberá presentar su credencial actualizada que lo acredite como alumno regular de la institución y llenar el formato correspondiente.

5.10. Revisará el material de vidrio, cantidad y estado físico, así como también el equipo que utilizará en la práctica, el cual debe estar en buen estado y devolverlo en las mismas condiciones.

5.11. El material y equipo que se rompa o deteriore estando en poder los alumnos, deberá ser repuesto por otro de las mismas características.

5.12. Al final de la práctica entregará el material limpio (el material de cristalería no necesariamente seco) y libre de marcas y etiquetas y reportar si hubo alguna anomalía.

5.13. Al retirarse del laboratorio deberá dejar su área de trabajo en orden; mesa limpia y seca, y bancos sobre la mesa.

5.14. Deberá guardar respeto y seguir las indicaciones del profesor y del personal del laboratorio responsable del área.

5.15. Los alumnos no podrán solicitar material ni aparatos si tienen adeudos anteriores o en otros laboratorios. Únicamente podrán solicitar material y equipo para la práctica en turno.

5.16. Existen prácticas que pueden prolongarse o que requieren seguimientos fuera del horario señalado. El estudiante deberá de coordinarse con compañeros de equipo y el responsable del laboratorio para programar la fecha y hora en que podrá acceder al laboratorio para la continuación de la práctica.

5.17. Los alumnos que dejen bajo resguardo del laboratorio, material, equipo o muestras para su utilización en práctica deberán indicar claramente con un letrero o etiqueta los siguientes datos:

- a) nombre alumno
- b) matrícula
- c) materia y nombre del profesor
- d) fecha

5.18. Deberá de notificar al responsable del laboratorio acerca del material que solicita para resguardar y registrarlo en el formato correspondiente. De no contar con esa información se desecharán las muestras o soluciones preparadas,

## 6. Del Almacén

6.1. Ninguna persona tiene autorización para entrar a áreas restringidas, salvo el personal de laboratorio.

6.2. No se autorizará ningún préstamo de material, equipo ni salida de reactivos sin que sea especificado en el formato correspondiente.

6.3. Cuando los alumnos soliciten préstamo de material deberán llenar el vale respectivo y dejar su credencial actualizada.

6.4. La solicitud de reactivos queda restringida únicamente a catedráticos e investigadores.

6.5. Al término de cada semestre escolar, el personal del laboratorio recopilará los vales de adeudo de material y equipo dado en calidad de préstamo que no hayan sido devueltos y serán capturados en el portal SAIES (sistema de adeudos).

#### 7. Del Préstamo de Material, Equipos y Aparatos de Laboratorio

7.1. Al recibir el material se deberá revisar la cantidad y estado físico del mismo, anotando en el formato de prácticas correspondiente las observaciones pertinentes.

7.2. Una vez utilizados los aparatos y equipos serán entregados en el mismo estado físico que se prestó; en caso de cristalería ésta se devolverá limpia y seca, en caso de equipos, calibrados y limpios.

7.3. En caso de presentarse pérdida o daño al material prestado al alumno o maestro deberá de reponerse el material o quipo con las mismas características, antes de finalizar el semestre correspondiente.

#### 8. SANCIONES

8.1. El incumplimiento a estas normas será sancionado por el profesor o el responsable del Laboratorio

8.2. En la primera ocasión suspendiendo al alumno de la práctica correspondiente a esa sesión.

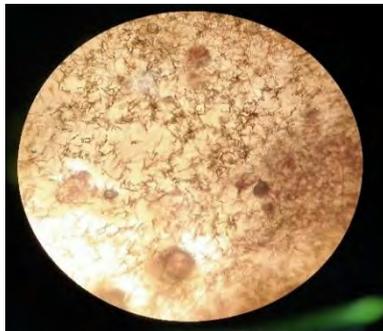
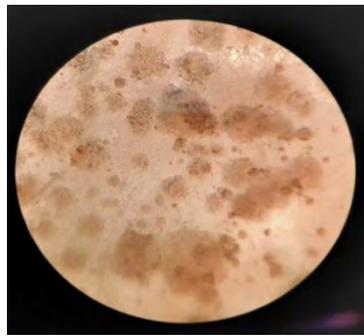
8.3. Ante otra reincidencia será suspendido de las prácticas durante todo el semestre.

## ANEXO 3, TOXICOLOGÍA DE LOS CONSERVADORES



Fotografías: Procedimiento de la descomposición del pan ante la exposición de diferentes ambientes, experimento elaborado en el Laboratorio de Ingeniería Ambiental.

## ANEXO 4, MUESTREO EN PLACA DE MICROORGANISMOS EN DIFERENTES AMBIENTES



Fotografías: procedimiento y resultados de muestra en placa en diferentes ambientes. Experimento elaborado en Laboratorio de Ingeniería Ambiental.

## ANEXO 5, CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA



Fotografías: Muestreo en campo para realizar el experimento de conductividad hidráulica; prototipo y experimentación en laboratorio de la conductividad hidráulica. Experimento elaborado en el Laboratorio de Química Ambiental.

## ANEXO 6, LIXIVIADOS DE RESIDUOS ORGÁNICOS



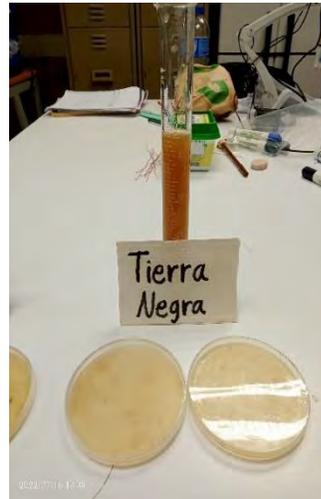
*Fotografías: prototipo y composteo de residuos orgánicos, así como la obtención de lixiviados, experimento elaborado en el Laboratorio de Ingeniería Ambiental.*

## ANEXO 7, FILTRADO, PH Y CONDUCTIVIDAD DE LIXIVIADOS



Fotografías: prototipo y experimentación de filtrado, toma de pH y conductividad de los lixiviados. Experimento elaborado en el Laboratorio de Ingeniería Ambiental.

## ANEXO 8, SIEMBRA EN PLACA DE LIXIVIADOS



Fotografías: proceso y muestreo de lixiviados posterior a su filtración. Experimento elaborado en el Laboratorio de Ingeniería Ambiental.

## ANEXO 9, DESTILACIÓN



Fotografías: Proceso de destilación del neem. Experimento elaborado en el Laboratorio de Ingeniería Ambiental.