

**Manual de Laboratorios de Ingeniería de Biosistemas:**

**Aguas, Suelos y Ambiente**

**Bioenergía**

**Investigaciones Varias**

**Poscosecha**

Versión 2.0

Fecha de elaboración: 23 de agosto de 2019.  
Fecha de modificación: 17 de junio del 2022.

**Preparado por:** Ing. Anayansi Wong Monge, Representante de Regencia Química

**Aprobado por:** Ing. Alejandra Rojas González, PhD.  
Ing. Kattia Solís Ramírez, DSc.  
Ing. Ronald Aguilar Alvarado, PhD.  
Ing. Beatriz Mazón Villegas, PhD.  
Licda. Katherine Porras Monge, Jefa Administrativa EIB

**Autorizado por:** Dra. Marta Montero Calderón, Directora EIB.



## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>4</b>
1.1. Responsabilidades .....	4
1.1.1. Dirección de la Escuela de Ingeniería de Biosistemas .....	4
1.1.2. Jefatura Administrativa: .....	4
1.1.3. Coordinadores o jefes del laboratorio: .....	5
1.1.4. Profesores responsables de alumnos, técnicos y asistentes de laboratorio: .....	5
1.1.5. Estudiantes y personal:.....	6
<b>2. NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD EN LOS LABORATORIOS.....</b>	<b>7</b>
2.1. Capacidad del Laboratorio.....	7
2.2. Reconocimiento inicial .....	7
2.3. Normas generales de trabajo en el laboratorio .....	7
2.3.1. Conducta en el laboratorio.....	7
2.3.2 Trabajo en los laboratorios .....	9
2.4. Visitantes .....	10
2.5. Actividades de mujeres embarazadas o en periodo de lactancia en el laboratorio .....	10
2.6. Actividades de personas discapacitadas en el laboratorio.....	12
<b>3. MANEJO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS.....</b>	<b>14</b>
3.1 Identificación y etiquetado .....	14
3.2 Fichas de Datos de Seguridad o FDS (MSDS: Material Safety Data Sheet) .....	15
3.3 Almacenamiento .....	15
3.4 Manipulación .....	18
3.5 Transporte.....	19
<b>4. EQUIPO DE LABORATORIO .....</b>	<b>23</b>
4.1 Material de vidrio.....	23
4.2 Balanzas.....	23



4.3 Aparatos eléctricos.....	23
4.4 Equipos varios.....	24
<b>5. MANEJO DE RESIDUOS.....</b>	<b>25</b>
5.1 Residuos ordinarios (plástico-envases, papel-cartón y vidrio) .....	25
5.2 Residuos químicos .....	25
5.3 Residuos biológicos.....	26
<b>6. EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL .....</b>	<b>28</b>
6.1 Protección de las manos.....	28
6.2 Protección de los ojos .....	29
6.3 Uso de gabacha de laboratorio .....	29
6.4 Protección respiratoria.....	29
<b>7. DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD.....</b>	<b>31</b>
7.1 Extintores.....	31
7.2 Capilla extractora de gases.....	32
7.3 Ducha de seguridad y lavaojos.....	33
<b>8. ACTUACIÓN EN CASO DE EMERGENCIA .....</b>	<b>34</b>
8.1 Procedimiento para evacuación del edificio .....	34
8.2 Derrames de productos químicos .....	35
8.3 Incendio en el laboratorio .....	35
8.4 Quemaduras térmicas .....	36
8.5 Cortes.....	36
8.6 Salpicaduras o contaminación de la piel con productos químicos .....	36
8.7 Actuación en caso de ingestión de productos químicos.....	36
<b>ANEXOS .....</b>	<b>37</b>
A. Información de emergencia.....	37
B. Listado de productos químicos.....	38

## 1. INTRODUCCIÓN

La Escuela de Ingeniería de Biosistemas (EIB) de la Universidad de Costa Rica (UCR) tiene dentro de sus instalaciones diferentes tipos de laboratorios, las principales actividades que se desarrollan en estos son la docencia y la investigación. Aquí se manipulan, transportan y almacenan una gran variedad y cantidad de sustancias químicas. Los usuarios de estos laboratorios son, en su gran mayoría, estudiantes (que por lo general son los más propensos a tener accidentes). Además, como usuarios se encuentran los docentes y administrativos que laboran y permanecen en ellos todos los días.

Este manual de seguridad pretende unificar criterios para la correcta gestión de sustancias químicas (entiéndase gestión como todos los procesos que van desde la compra de los productos químicos, hasta el descarte de sus residuos). Este documento incluye información sobre buenas prácticas de laboratorio, técnicas de seguridad, equipos de protección personal y sus dispositivos, procedimientos de atención de emergencias, uso y almacenamiento de sustancias químicas y procedimientos generales de tratamiento y disposición final de residuos químicos. Además, se deberá revisar una vez cada dos años, para verificar su correcta aplicación y actualidad a las condiciones de la Escuela de Ingeniería de Biosistemas de la Universidad de Costa Rica.

### 1.1. Responsabilidades

#### 1.1.1. Dirección de la Escuela de Ingeniería de Biosistemas

Velar, coordinar y supervisar el correcto funcionamiento de los laboratorios y taller de docencia de la Escuela. En cumplimiento con la normativa nacional e institucional para las actividades de docencia, investigación y extensión que se realicen en los laboratorios.

Supervisar el manejo adecuado de los equipos, cristalería, insumos y uso de los laboratorios y/o el taller del todo el personal docente y administrativo de la Escuela.

#### 1.1.2. Jefatura Administrativa:

Supervisar y controlar los recursos de manera efectiva, asegurando la gestión de inventarios de equipos e insumos, para la realización de la práctica docente y de investigación en los laboratorios y/o taller.

### **1.1.3. Coordinadores o jefes del laboratorio:**

Los responsables de los laboratorios deben realizar al inicio de cada semestre la programación, estructura y planificación de las actividades experimentales que se realizarán en los laboratorios a su cargo. Además, deben mantener actualizado el inventario de equipos, productos químicos presentes, esto incluye las FDS (Fichas de seguridad), cristalería e insumos.

Deben dar a conocer el presente Manual, a los alumnos, profesores, asistentes de laboratorio y personal de limpieza a su cargo, vigilar su cumplimiento y crear los procedimientos de trabajo para los procesos que implican riesgo alto de accidente. También deben verificar que los alumnos y personal que permanecen dentro del laboratorio, cuenten con la supervisión necesaria.

### **1.1.4. Profesores responsables de alumnos, técnicos y asistentes de laboratorio:**

El técnico a cargo de laboratorios debe verificar, por lo menos una vez a la semana, el funcionamiento de las instalaciones y los equipos de seguridad del laboratorio. Deben revisar las medidas de seguridad específicas requeridas para el almacenamiento, transporte, uso y manipulación de sustancias químicas, así como dar las indicaciones en la evacuación del lugar en el caso de una posible emergencia.

Los docentes que desean realizar alguna actividad experimental en el laboratorio deben solicitar previamente los equipos e insumos requeridos para que el técnico se los entregue, una vez finalizada la práctica el profesor deberá devolver los materiales solicitados. Si hay algún material faltante o se dañara o quebrara durante la ejecución de la práctica debe informar al técnico.

Deben supervisar que cada actividad experimental la realicen los alumnos apegándose a las instrucciones dictadas, esto incluye lavarse las manos después del trabajo con sustancias químicas, el no comer, beber o fumar (punto 2).

Deben evitar que el laboratorio se utilice para cualquier otra actividad que no corresponda a su finalidad. Deben identificar los casos de los alumnos que padecen algún problema especial de salud.

Deben usar y obligar el uso de gabacha de laboratorio (manga larga y con botones), el cabello recogido y lentes de seguridad al realizar las actividades experimentales.



Deben etiquetar y embalar de forma adecuada los residuos químicos que resultan de las prácticas experimentales; y en el caso que se requiera dar tratamiento químico a los residuos asociados se debe coordinar con el encargado de la regencia química.

En caso de ocurrir un incendio, temblor o emergencia que requiera la evacuación del lugar, será el responsable de dirigir a los alumnos o usuarios por las salidas de emergencia, a los puntos de reunión, previamente establecidos en los respectivos protocolos del Manual de Seguridad de EIB.

#### **1.1.5. Estudiantes y personal:**

Deben cumplir con los procedimientos y las normas de laboratorio contenidos en este manual. Además, deben usar y mantener el equipo de protección personal (gabachas, lentes de seguridad, máscaras y guantes) como se indica en este documento, así como disponer adecuadamente de los residuos, por ejemplo si son residuos químicos no desechar por las pilas o en los basureros. Deben acatar los lineamientos a seguir en caso de una emergencia.

## 2. NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD EN LOS LABORATORIOS

### 2.1. Capacidad del Laboratorio

La Sociedad Americana de Química (ACS por sus siglas en inglés) y la Asociación Nacional de Maestros de Ciencias de los Estados Unidos de América (NSTA por sus siglas en inglés) recomiendan un máximo de 24 alumnos por aula o laboratorio en base a 60 pies cuadrados (5,57 m<sup>2</sup>) por alumno. El área que se debe tomar en cuenta no es el área total del laboratorio, si no el área de trabajo, mesas y capillas.

Tomando en cuenta el espacio de las mesas de trabajo, la capacidad de personas para cada laboratorio se muestra en el cuadro 1.

**Cuadro 1.** Capacidad de personas en los laboratorios de EIB

Código	Laboratorio	Área (m <sup>2</sup> )	Aforo real	Aforo COVID-19
LD1-259, LD1-257, LD1-256	Aguas, Suelo y Ambiente	87,07	21	10
LD1-135	Bioenergía	84,50	19	10
LD1-255, LD1-253	Investigaciones Varias	83,04	15	13
LD1-135	Poscosecha	45,06	12	8

### 2.2. Reconocimiento inicial

Antes de iniciar el trabajo, el primer día que se ingresa al laboratorio, se debe indicar a los estudiantes o al personal nuevo, la ubicación y el uso de los dispositivos de seguridad con los que cuenta el mismo. Entre los más importantes se encuentran: los extintores, material absorbente para derrames, extractores de gases (incluyendo la capilla), lavaojos, ducha de seguridad, botiquines (Decreto 39611), luces de emergencias, rutas de evacuación, salidas de emergencia. En este sentido todos los dispositivos de seguridad y las rutas de evacuación deben estar correctamente señalizados.

Un punto importante a destacar es que, mientras haya funcionarios o estudiantes trabajando en los laboratorios, las salidas disponibles deberán estar abiertas, con excepción de las salidas de emergencia.

### 2.3. Normas generales de trabajo en el laboratorio

#### 2.3.1. Conducta en el laboratorio

1. Los estudiantes que no están en clases, clases de recuperación, realizando actividades de trabajo comunal universitario (TCU), proyectos de investigación o graduación (TFG) tienen prohibido ingresar a las instalaciones.



2. No se deben realizar otras prácticas que no sea el trabajo de laboratorio, como por ejemplo reuniones, celebraciones o grupos de estudio.
3. Si se requiere la utilización de las instalaciones fuera del horario regular de clases, se debe solicitar el permiso respectivo al responsable del laboratorio, programar con anticipación y cumplir los horarios establecidos.
4. Por razones higiénicas, de seguridad y por ley se prohíbe fumar en los laboratorios.
5. No se puede comer, ni beber en los laboratorios, esto incluye no guardar alimentos en los refrigeradores de las instalaciones que no corresponden a prácticas experimentales.
6. No se debe usar enaguas o pantalones cortos, no se permite utilizar zapatos abiertos o sandalias; de tal modo que se eviten zonas descubiertas de la piel que queden expuestas a proyecciones.
7. En caso que se tenga el cabello largo, este se debe llevar recogido, pues pueden engancharse en montajes y equipos.
8. No se deben usar pulseras, collares, anillos, mangas anchas, prendas sueltas, ni ningún otro elemento que puedan engancharse en equipos, máquinas o botar recipientes.
9. Se deben utilizar todo el tiempo gabachas para trabajar en el laboratorio, estas se deben mantener abrochadas siempre.
10. No se recomienda usar lentes de contacto ya que, en caso de accidente, los productos químicos o sus vapores pueden provocar lesiones en los ojos e impedir retirar los lentes. Se debe usar todo el tiempo que se encuentre en el laboratorio lentes de protección.
11. Siempre que el trabajo lo requiera se debe utilizar el equipo de protección personal correspondiente.
12. No se deben hacer bromas, gritar, silbar o interrumpir a los que están trabajando en los laboratorios.
13. El uso de teléfonos celulares, auriculares o cualquier otro dispositivo electrónico está prohibido durante la operación de equipos o la realización de prácticas.
14. Antes de salir del laboratorio se deben lavar las manos y de ser posible la cara.
15. El responsable del taller no permitirá el ingreso o la permanencia de participantes que: a) Estén bajo los efectos del alcohol, drogas u otras sustancias análogas. b) Protagonicen actos violentos y de irrespeto a los derechos de otras personas. c) Provoquen daños a los equipos o a la infraestructura.

### 2.3.2 Trabajo en los laboratorios

- **Recomendaciones iniciales**

1. Antes de cualquier procedimiento, manipulación o práctica en el laboratorio, los que participen en estos, deberán hacer una evaluación de todos los peligros y riesgos, se incluye las propiedades fisicoquímicas y toxicológicas de las sustancias a utilizar. Además, se deben tomar las medidas necesarias para la prevención de posibles accidentes.
2. Para el ingreso al laboratorio debe apuntarse en la bitácora del mismo.
3. Siempre que se trabaje con sustancias químicas o equipos deberán estar presentes al menos dos personas en el laboratorio o bien informar al técnico de laboratorios.
4. No se deben realizar prácticas o usar equipos de trabajo sin conocimiento previo y sin autorización del responsable del laboratorio. Si se debe realizar capacitación de algún equipo se debe llenar el registro de dicha capacitación y colocar en la carpeta (ampo) de lineamientos generales del laboratorio.
5. Los usuarios deben responsabilizarse del equipo asignado. Cualquier herramienta o equipo prestado debe ser registrado en la boleta respectiva.
6. Siempre se debe verificar el buen estado del equipo o material del laboratorio, si se observa alguna irregularidad informar a la persona encargada y anotar en la bitácora.

- **Recomendaciones durante las prácticas**

1. Se debe trabajar con orden, limpieza y sin prisa.
2. Si el experimento lo requiere, se deben usar los equipos de protección individual adecuados.
3. Las mesas de trabajo se deben mantener limpias y sin materiales innecesarios como libros, cajas o accesorios. No se debe trabajar separado de las mesas (más de 3 cm).
4. Cuando se trabaje con sustancias peligrosas (tóxicas, corrosivas, volátiles, irritantes, entre otras) se debe hacer en capillas extractoras de gases.
5. No se debe pipetear con la boca, se debe emplear para esto peras o pipeteadores automáticos.
6. Antes de manipular el material de vidrio que se ha calentado, se debe verificar su temperatura con precaución, una alternativa es usar las pinzas adecuadas para cada tipo de material.
7. No se debe intentar separar o abrir materiales o equipos de vidrio (cierres de botellas, frascos, llaves de paso, entre otros) que se hayan obturado directamente con las manos, en estos casos se deben usar guantes gruesos.



8. Siempre se deben utilizar y almacenar las mínimas cantidades de productos químicos.

- **Recomendaciones Finales**

1. Se deben desconectar los equipos, agua y gas al terminar las sesiones del laboratorio.
2. Se debe dejar siempre el laboratorio limpio y ordenado al terminar de trabajar.
3. Cuando una práctica se prolongue o se tenga que dejar más de un día, o se tenga que dejar equipo en funcionamiento sin observación, el responsable deberá dejar una inscripción con su nombre, dirección y teléfono, para que se le pueda contactar en caso de emergencia. En este sentido se deben seguir las indicaciones del documento Institucional “**Lineamientos para notificación de actividades sin vigilancia en laboratorios**”, REGQ-UCR-005.
4. Todo accidente debe ser comunicado a los coordinadores o jefes del laboratorio. Dichos funcionarios deberán poner en práctica los lineamientos presentes en el documento Institucional “**Lineamientos para la atención de emergencias con productos químicos**”, REGQ-UCR-001.

#### **2.4. Visitantes**

El personal externo al laboratorio, sólo podrá permanecer en éste bajo la responsabilidad y supervisión de un integrante del laboratorio. Todos los visitantes, sin importar la razón de su visita, deben utilizar lentes de protección dentro de las instalaciones del laboratorio. Además, dependiendo del tiempo de permanencia, de las políticas internas del lugar y del tipo de trabajo, se debe usar gabacha en el tiempo de permanencia.

#### **2.5. Actividades de mujeres embarazadas o en periodo de lactancia en el laboratorio**

Las mujeres embarazadas (estudiantes o funcionarias), conforman un grupo de riesgo especial frente a los efectos producidos por los productos químicos, por las consecuencias directas que tienen estos sobre ellas, el bebé en lactancia y/o sobre el feto. Como consecuencia de esto, en algunos casos se necesitan medidas preventivas y de protección exhaustivas.

El embarazo no es un motivo en sí para dejar de trabajar en el laboratorio, sin embargo las mujeres embarazadas si deben ser mucho más cuidadosas en las labores que se llevan a cabo en estos lugares. Lo más importante es verificar con qué sustancias se va a trabajar, cuáles se encuentran almacenadas y con cuáles trabajan otras personas en el

mismo laboratorio. Los agentes o condiciones de trabajo que pueden interferir o afectar el embarazo o el periodo de lactancia son:

- **Aspectos físicos**

- Choque o vibración: Las mujeres no deberán realizar actividades en las que se expongan a vibraciones incómodas en ninguna parte del cuerpo. También se deben evitar posibles accidentes en los que se puedan golpear por condiciones inapropiadas, como por ejemplo, caídas, instalaciones defectuosas, entre otras.

- Ruido y radiaciones: Se debe evitar la exposición del feto a niveles elevados de ruido y a cualquier tipo de radiación.

- Temperatura: Las mujeres embarazadas deben evitar exponerse a temperaturas extremas y prolongadas en el laboratorio.

- **Agentes químicos**

Los productos químicos pueden ingresar al organismo por inhalación, absorción, ingestión o inyección (cortes principalmente). Por lo tanto, las mujeres embarazadas deberían evitar el contacto con las sustancias que tienen las siguientes frases H (peligro, del inglés hazard statement, Sistema Globalmente Armonizado):

- H336: Puede provocar somnolencia o vértigo.
- H340: Puede provocar defectos genéticos (R 46 en frases de riesgo).
- H341: Se sospecha que provoca defectos genéticos (R 68 en frases de riesgo).
- H350: Puede provocar cáncer (R 45 y 49 en frases de riesgo).
- H351: Se sospecha que provoca cáncer (R 40 en frases de riesgo).
- H361: Se sospecha que perjudica la fertilidad o daña al feto (R 62, 63 en frases de riesgo).
- H373: Cuando se refiere a peligro de efectos acumulativos en los órganos diana (R 33)

En la medida de lo posible se deben sustituir estos productos, de no ser posible se deben tomar medidas preventivas para evitar la exposición de las mujeres y como último recurso, se debe llevar un control estricto de dicha exposición, además de utilizar equipos de protección individual.

Además de las sustancias anteriores se debe evitar completamente el contacto con los productos que tienen las siguientes frases H:

- H360: Puede perjudicar la fertilidad o dañar al feto (R 60 y 61 en frases de riesgo).
- H362: Puede perjudicar a los niños alimentados con leche materna (R 64 en frases de riesgo).

Igualmente se debe evitar la exposición a los metales pesados, en especial al mercurio y plomo, tanto en sus formas elementales como con sus derivados, principalmente los orgánicos. Además de los productos citados anteriormente, otros grupos que requieren especial atención por las evidencias científicas sobre los efectos negativos para la salud de la embarazada, el embrión, feto o lactante son:

- Alteradores endocrinos.
- Neurotóxicos.
- Agentes que debido a su liposolubilidad, pH o peso molecular se sospecha que pueden excretarse por la leche materna.
- Productos que no tengan aún asignada una frase R o H, como por ejemplo productos que se sintetizan por primera vez, como en las tesis de los proyectos de graduación o en proyectos de investigación.

## **2.6. Actividades de personas discapacitadas en el laboratorio.**

Las discapacidades de las personas (estudiantes o funcionarios) no deben impedir que puedan trabajar exitosamente en los laboratorios. Las personas con discapacidades necesitan las mismas condiciones de seguridad en el laboratorio que las personas que no las tienen, incluso en algunos casos dichas medidas deben ser más estrictas. El primer paso para garantizar la seguridad de una persona con discapacidad en el laboratorio es identificar los posibles peligros de las actividades y del lugar de trabajo.

Para personas con discapacidad el objetivo general del laboratorio, en el caso de docencia, debe ser el mismo que para personas sin discapacidad, evaluar de manera justa el conocimiento del estudiante sobre el tema, independientemente de variables como fuerza física, agudeza visual o movilidad. Antes de ingresar al laboratorio se deben analizar todas las circunstancias individualmente, los ajustes se deben discutir con la persona involucrada y las decisiones no se deben tomar sin la participación de esa persona. Algunas medidas que se pueden tomar para facilitar el trabajo de laboratorio de estas personas son:

### **Normas de trabajo generales**

- Transferir parte de los deberes de la persona a otro empleado o estudiante.

- Cambiar el horario de trabajo de la persona (comenzar antes, trabajar más tarde o completar la práctica en otra sección del mismo laboratorio).
- Proporcionar formación o atención especializada o personalizada.
- Modificar instrucciones, procedimientos o manuales de referencia.
- Proporcionar una supervisión adecuada.
- Realizar ciertas partes de las prácticas de forma demostrativa.

### **Medidas de seguridad**

1. Gabachas. Cuando se trabaja con productos químicos, todas las personas con discapacidad deben usar gabachas que le cubran completamente las piernas. A las personas que usan sillas de ruedas, o aquellos que no tienen percepción sensorial en la parte inferior del cuerpo, se les debe advertir de la importancia de protegerse adecuadamente y de los peligros-consecuencias que se pueden dar al trabajar con productos químicos.
2. Caretas de protección. El rostro de una persona en silla de ruedas puede estar al mismo nivel del experimento que se está realizando, por lo tanto se necesita una careta que cubra todo el rostro, cuando los lentes de seguridad por sí solos no proporcionan la protección adecuada y el peligro de la sustancias así lo requiera.
3. Transporte de materiales peligrosos. Si una persona en una silla de ruedas transporta materiales peligrosos en un experimento, el responsable del laboratorio debe asegurar que se haga con seguridad, para esto se pueden usar recipientes a prueba de salpicaduras, en los que se eviten los deslizamientos de los frascos. También se puede usar carritos con ruedas para transportar los materiales o hacer que un asistente de laboratorio transporte los materiales a la mesa de laboratorio.
4. Almacenamiento de reactivos. Para que los reactivos que se van a utilizar en los trabajos de laboratorio estén accesibles a las personas con discapacidad, se deben tener unidades de almacenamiento de altura ajustable. También se pueden utilizar estanterías desmontables, carritos para transporte de productos, armarios de almacenamiento con ruedas o incluso almacenar los productos debajo de la capilla extractora de gases, solo para la práctica del día.

La Universidad de Costa Rica dispone de los Centros de Asesoría Estudiantil (CASE), que son los encargados de dar acompañamiento a la población estudiantil asociada a una discapacidad para facilitar la accesibilidad y equiparación de oportunidades, en su desarrollo académico.

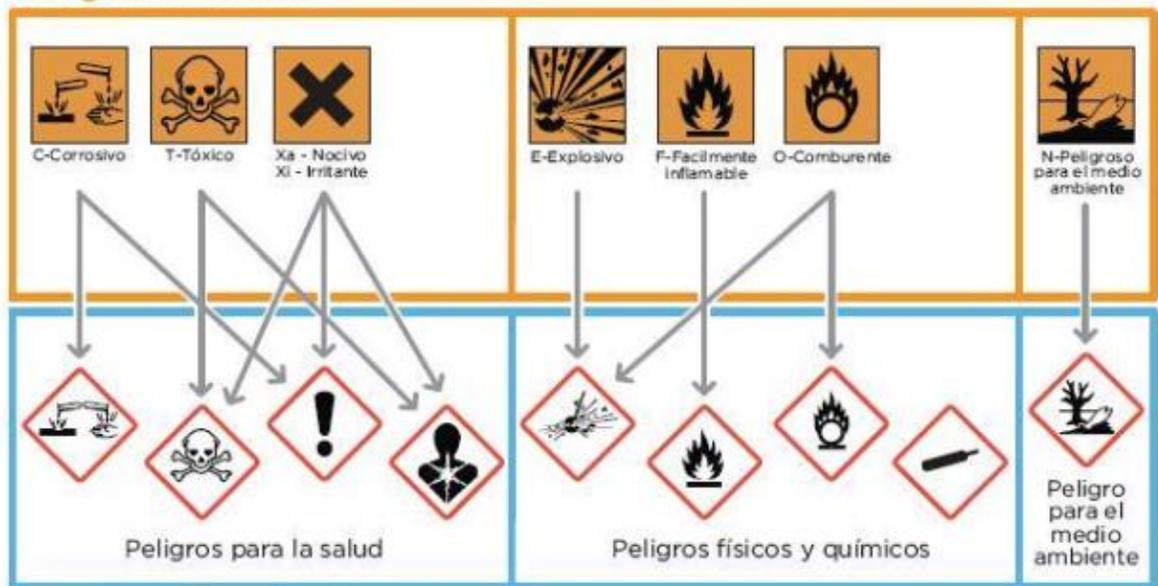
### 3. MANEJO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS

#### 3.1 Identificación y etiquetado

Como norma general, siempre antes de trabajar con cualquier sustancia química se debe leer la etiqueta y dependiendo del tipo de trabajo o del grado de peligrosidad de la sustancia, se deben consultar las fichas de seguridad de los productos (punto 3.2). Siempre que se vaya a trasvasar un producto o que se preparen y envasen mezclas de productos químicos, se deben etiquetar adecuadamente los frascos y recipientes.

La mínima información que debe contener es:

- 1- Nombre de la sustancia o el preparado (nombre y sinónimos), de ser posible número CAS (Chemical Abstracts Service).
- 2- Nombre de la persona que preparó el producto o que hizo el trasvase.
- 3- Pictograma de peligro (mediante uno o varios pictogramas, figura 3.1).
- 4- Frases de riesgos (frases R).
- 5- Frases de seguridad del uso de la sustancias (frases S).



**Figura 3.1.** Pictogramas de peligrosidad de productos químicos.

Todo recipiente que contenga un producto químico debe estar etiquetado, las etiquetas escritas a mano se permiten, sin embargo, deben ser legibles. Nunca se deben superponer etiquetas, ni se debe rotular o escribir sobre la etiqueta original. De ser posible, se debe reproducir el etiquetado original del frasco que contenía la sustancia química.

Siempre que haya etiquetas deterioradas, estas se deben sustituir por nuevas, no se deben colocar encima de las deterioradas y se debe anotar la información importante del recipiente original.

### 3.2 Fichas de Datos de Seguridad o FDS (MSDS: Material Safety Data Sheet)

Todo laboratorio debe tener un archivo físico y una base de datos con todas las MSDS de los productos que hay en el almacén o con los que se trabaje en ese laboratorio. Las hojas de seguridad deben estar en español y además, deben contener los 16 puntos siguientes (el orden en el que se presentan no es requerido):

1. Identificación de la sustancia y del responsable de su comercialización
2. Composición, o información sobre los componentes
3. Identificación de los peligros
4. Primeros auxilios.
5. Medidas de lucha contra incendios.
6. Medidas que deben tomarse en caso de vertido accidental.
7. Manipulación y almacenamiento.
8. Controles de exposición / protección individual.
9. Propiedades físico-químicas.
10. Estabilidad y reactividad.
11. Informaciones toxicológicas.
12. Informaciones ecológicas.
13. Consideraciones relativas a la eliminación.
14. Informaciones relativas al transporte.
15. Informaciones reglamentarias.
16. Otras consideraciones (variable, según fabricante o proveedor)

### 3.3. Almacenamiento

En cuanto al almacenamiento de productos químicos, este debe seguir las directrices establecidas en el documento Institucional “**Lineamientos para el almacenamiento de sustancias químicas**”, REG-QUCR-001. Aquí se dan las recomendaciones, requisitos y pasos necesarios para establecer y tener un inventario de productos químicos seguro. Se debe tomar en cuenta que los inventarios de los productos almacenados deben estar actualizados (se debe indicar la fecha de recepción o preparación), estos deben estar en formato electrónico y físico. Dicho inventario se debe actualizar por lo menos una vez al año.

Se debe tener un lugar específico en el laboratorio para almacenar los productos químicos. Este debe estar correctamente señalizado y tener las condiciones adecuada, en la menor cantidad posible.

Los productos con peligros especiales cancerígenos, muy tóxicos, inflamables y corrosivos, se deben aislar y almacenar en armarios adecuados y con acceso restringido (figura 3.2). Los productos químicos muy reactivos (inflamables, explosivos, tóxicos, entre otros) se deben colocar siempre en los estantes inferiores (menos de 1 m de altura). Sin embargo, se pueden almacenar en estantería descubierta, siempre que se tenga una ventilación adecuada, y que los estantes tengan bandas de seguridad para evitar la caída de los productos (figura 3.3).



**Figura 3.2.** Manejo de sustancias inflamables (arriba), ácidos (medio) y sales neutras (abajo) en el Laboratorio de Aguas, Suelos y Ambiente.



**Figura 3.3.** Estantería para productos químicos en general (derecha).

En el caso que se tengan que almacenar cilindros de gases, se deben almacenar en áreas ventiladas, lejos de fuentes de calor o de instrumentos eléctricos. En el caso de cilindros industriales, se deberán asegurar con cadenas o cinturones de seguridad siempre que se almacenen o estén en uso. Siempre que sea posible, los cilindros que se utilicen se deberán colocar fuera de los laboratorios.

- **Separación según incompatibilidades**

Siempre que se vayan a almacenar productos químicos se debe realizar una primera separación entre sólidos y líquidos, la otra gran separación que se debe hacer es entre sustancias orgánicas e inorgánicas. Una vez hecho esto se deben realizar las separaciones de las familias de peligrosidad de acuerdo a su incompatibilidad (ácidas de bases, oxidantes de inflamables, y separados de éstos, las sustancias tóxicas, las cancerígenas, las peroxidables, entre otras).

Finalmente, se debe realizar el estudio de incompatibilidades por sustancia, tomando en cuenta todas las posibles reacciones de peligro. Para mayor seguridad en la separación de cada sustancia química se deben verificar las compatibilidades de estas en las hojas de seguridad (punto 3.2).

Las separaciones de las familias de productos químicos se pueden realizar de varias maneras, por estantería (dedicando cada estante a una familia de compuestos); se pueden dejar espacios libres entre las sustancias que presentan incompatibilidades entre sí; o se

pueden utilizar sustancias inertes como barreras separadoras de los productos o familias de productos, la separación depende del espacio con que se disponga.

En cuanto a la altura de los estantes, los productos se deben colocar siempre que sea posible por debajo del nivel de los ojos, a menos que se tenga algún sistema que evite la caída de los frascos. Además, los recipientes más pesados y peligrosos deben ir en los estantes inferiores (más cercanos al piso).

Se debe realizar una inspección de las etiquetas y del estado de los frascos en el almacén por lo menos dos veces al año.

### **3.4. Manipulación**

A la hora de manipular productos químicos o de realizar cualquier operación en el laboratorio, se debe recordar que estos, presentan siempre algún grado de riesgo (probabilidad de que ocurra un incidente con una sustancia peligrosa o un accidente). Por lo tanto, se debe especificar las normas, precauciones, prohibiciones o protecciones necesarias para trabajar de forma segura. Además, se debe incluir en el manual de las prácticas del laboratorio de los estudiantes, las medidas mínimas de seguridad (basadas en el presente documento) y se debe indicar la obligatoriedad de seguirlas.

Siempre que se vaya a realizar una práctica de laboratorio o algún experimento en general, se deben leer y estudiar las instrucciones o procedimientos a utilizar. También se deben leer las etiquetas y hojas de seguridad de todos los productos con los que se vaya a trabajar. En el caso de prácticas de laboratorio los estudiantes como mínimo, deberán saber los peligros de las sustancias con las que van a trabajar en esa sesión de laboratorio.

Cuando se trabaje con productos químicos se debe realizar con la seriedad correspondiente, en especial si estos tienen algún tipo de peligro (tóxico, corrosivo, inflamable, explosivo, entre otros). Algunas reglas para manipular en forma segura los productos químicos son:

- 1- Los frascos y botellas se deben cerrar una vez que se hayan terminado de utilizar.
- 2- Siempre que el peligro de la sustancia lo amerite, se debe trabajar en la capilla extractora de gases, especialmente cuando se trabaje con productos corrosivos, irritantes, lacrimógenos o tóxicos.
- 3- Nunca se deben probar los productos químicos, tampoco se deben inhalar directamente.

4- Se evitará cualquier contacto directo con los productos químicos, siempre que el peligro de la sustancia (tóxica, corrosiva o volátil-irritante) lo amerite se debe trabajar con los equipos de protección adecuados (guantes y mascarillas) para las sustancias en uso. Todos los productos se deberán considerar como peligrosos, asumiendo el máximo nivel de protección en caso de que se desconozcan las propiedades y características de la sustancia a manipular.

5- Siempre que sea posible se debe evitar la utilización de llamas abiertas en el laboratorio, por ejemplo la utilización del mechero de Bunsen o Meker. Para calentar es mejor emplear mantas calefactoras o baños o plantillas.

6- Cuando se deba calentar tubos de ensayo, la boca del tubo debe estar en dirección contraria a las personas cercanas. Además, estos no se deben llenar más de 2/3 partes de su capacidad.

7- Nunca se debe trabajar con productos químicos si no hay otras personas en el laboratorio.

Si se deben trabajar con gases contenidos en cilindros, se deben utilizar sólo con reguladores de presión de uno o dos pasos, hechos de material compatible con el contenido. Al dejar de trabajar con ellos se deben cerrar las válvulas y manómetros. Cuando se vacíe un cilindro se debe colocar una etiqueta o inscripción indicando está condición. Si los gases son criogénicos, se debe proteger las manos con toallas, guantes de asbesto de tamaño grande u otro equipo que se pueda quitar fácilmente. Además, antes de iniciar cualquier trabajo con estos materiales, se debe quitar de las manos todos los objetos metálicos (anillos, pulseras, esclavas, relojes, etc.).

### **3.5 Transporte**

Siempre que se vayan a transportar sustancias químicas dentro de un edificio o entre edificios cercanos, se deben tener las medidas adecuadas para no provocar accidentes.

Algunas medidas mínimas de seguridad que se deben tener son:

1- Al transportar los productos químicos, estos deben estar correctamente etiquetados. Las etiquetas pueden ser originales o estar escritas a mano, computadora o mecanografiadas. Además, deben estar bien adheridas al recipiente de manera de que si ocurre un accidente esta resista y sea legible si hay derrames.

- 2- Antes de iniciar el transporte de los frascos, cajas (que contengan los recipientes) o botellas, se debe verificar que todos los recipientes estén bien cerrados. Además, estos no deben tener rupturas, fugas o fracturas; por más pequeñas que sean.
- 3- Para el transporte de los productos químicos se debe emplear el ascensor de carga para el traslado de los productos de un piso a otro (nunca por las escaleras), se debe realizar el movimiento de reactivos sin la presencia de personas ajenas a la operación de traslado.
- 4- Si se deben trasladar varios recipientes al mismo tiempo, se debe utilizar un carrito de mano, este debe ser de bordes altos, para evitar caídas. Además, debe ser firme y con centro de gravedad bajo (mayor peso cerca del piso, figura 3.4). Los de ruedas grandes amortiguan mejor las irregularidades del piso y los saltos a la entrada de los ascensores. Se debe verificar la buena distribución de la carga y no sobrepasar los límites de resistencia del mismo peso.



**Figura 3.4.** Carro de transporte para manejo de sustancias químicas

- 5- Nunca se deben transportar en un mismo carrito sustancias que sean incompatibles entre ellas.
- 6- Si se trasladan botellas en los carritos, estas se deben colocar en un contenedor secundario como pueden ser cajas, bandejas o canastas, esto para evitar accidentes. Además, se deberá colocar entre ellas algún material que no permita que se golpeen entre sí, por ejemplo cartón, tal y como se puede observar en la figura 3.5. Durante el transporte

se evitará todo movimiento o sacudida abrupto o innecesario de las botellas, en especial aquellas que contengan líquidos con bajo punto de inflamación (éter, acetona, entre otros) o muy reactivos (ácido clorhídrico, ácidos fumantes, entre otros).



**Figura 3.5.** Contenedores secundarios con adsorbentes y sistemas para evitar golpes al transportar productos químicos.

7- Siempre que se transporten cilindros con gases, se debe hacer en el medio de transporte adecuado (figura 3.6). Nunca se deben arrastrar o rodar. Esta regla también aplica para recipientes grandes plásticos o metálicos (estañones).



**Figura 3.6.** Carretillas para el transporte de cilindros con gases y estañones.

8- A la hora de transportar frascos y botellas estos se deben transportar tomados por los dispositivos correspondientes (figura 3.7) y de ser necesario por la base (dependiendo del peso del recipiente), nunca por la tapa o tapón.



**Figura 3.7.** Diferentes dispositivos en frascos y botellas para transportarlos.

9- Al realizar cualquiera de las operaciones anteriores se deben usar lentes de seguridad, gabacha y guantes adecuados (resistentes al material que se transporta).

## 4. EQUIPO DE LABORATORIO

Todo el material que se va a utilizar en el laboratorio se debe examinar antes para verificar su buen estado. Se debe tener especial cuidado con:

### 4.1. Material de vidrio

- 1- Se debe examinar el estado de las piezas antes de utilizarlas y de ser necesario, se debe desechar las que presenten defectos que puedan causar explosiones o rupturas.
- 2- Se recomienda desechar el material que haya sufrido un golpe de consideración, aunque no se observen grietas o fracturas.
- 3- Se debe armar el equipo para las diferentes operaciones (destilaciones, reacciones con adición de reactivos, agitación, reacciones exotérmicas, entre otras) con especial cuidado, se debe evitar que este quede tensionado, empleando soportes y prensas adecuadas.
- 4- No se debe calentar directamente el equipo de vidrio en llama abierta (colocar cedazo de fondo de cerámica).
- 5- Siempre que se vaya a trabajar con piezas de vidrio y estas queden atascadas se deben usar guantes gruesos para intentar separar las piezas.
- 6- Si se debe cortar un tubo o varilla de vidrio se debe hacer una marca con una lima triangular, luego, se debe envolver el tubo en una franela, paño grueso, como alternativa se pueden usar guantes de lona, y posteriormente se puede quebrar en el lugar marcado.
- 7- Antes de usar un tubo o varilla de vidrio recién cortado, se debe pulir sus extremos.
- 9-Si se debe insertar un termómetro o tubo de vidrio en tapón de hule, se deberá usar algún tipo de lubricante, como glicerina o jabón. Se debe aplicar la fuerza cerca del tapón y se debe proteger las manos.

### 4.2. Balanzas

Las balanzas se deben proteger de las variaciones de temperatura, humedad y exposición a la luz solar; no se deben colocar cerca de hornos, o fuentes de calor en general. Se deben colocar en mesas que sean firmes y se deben proteger de vibraciones (de ser posible una mesa exclusiva para ellas). Si se derrama algún reactivo sobre ellas, se debe limpiar de inmediato con un paño limpio y seco. La balanza se debe proteger de corrientes de aire, pues estas producen inestabilidad.

### 4.3. Aparatos eléctricos

Antes de conectar cualquier aparato eléctrico se debe verificar que los enchufes se encuentren en buen estado (sin alambres expuestos, zonas quemadas, entre otros). Además,

se debe verificar que las manos estén secas antes de cualquier trabajo con equipo eléctrico, esto incluye conectar cualquier aparato.

Si se necesitan dejar los aparatos funcionando con reacciones sin vigilancia, se debe colocar un papel con el nombre de las sustancias químicas involucradas, el nombre de la persona responsable de la reacción (con un número telefónico donde localizarla), la fecha de inicio y la fecha de finalización de la misma (seguir lineamientos en REGQ-UCR-005). No se debe utilizar multiconectores (regletas) o extensiones eléctricas de forma permanente. Además, estas no se deben saturar más allá de su capacidad.

#### **4.4 Equipos varios**

Se debe revisar el catálogo de documentos de equipos de la Escuela de Ingeniería de Biosistemas, en el cual se encuentran los manuales de los equipos y procedimientos relacionados a los mismos. Se recomienda revisar previamente esta bibliografía antes de ser manipulados.

Para aquellos estudiantes que van a realizar sus Trabajos Finales de Graduación, se les debe capacitar en el uso de equipos y rellenar el registro correspondiente.

## 5. MANEJO DE RESIDUOS

### 5.1 Residuos ordinarios (plástico-envases, papel-cartón y vidrio)

Para la gestión de los residuos ordinarios se deben seguir las directrices establecidas en el documento Institucional “Manejo de Residuos Sólidos Reciclables”. Los envases de plástico, el papel y el vidrio corriente se deben depositar en los contenedores internos diseñados para la recolección de estos (figura 5.1.a). Una vez llenos, el responsable los trasladara al contenedor asignado para la unidad, estos se encuentran afuera de los edificios. Además se recomienda leer el **Reglamento manejo de basuras** y la **Guía manejo residuos sólidos**.



**Figura 5.1.** Recipientes contenedores para materiales reciclables.

### 5.2 Residuos químicos

En cuanto a la eliminación de los residuos químicos, se deben seguir las directrices establecidas en el documento Institucional “**Instructivo para el manejo de residuos químicos**”, SiGAI-IT003. Aquí se dan las recomendaciones, requisitos y pasos para establecer un sistema de gestión de residuos químicos seguro y adecuado. Para realizar una gestión adecuada de los residuos siempre se debe recordar que se debe minimizar la cantidad de residuos desde el origen, limitando la cantidad de materiales que se usan y que se compran. El siguiente paso es levantar un inventario de todos los residuos que se producen en cada laboratorio. Todos los recipientes deben estar

debidamente etiquetados y hacer mención de los principales peligros de cada residuo. La responsabilidad de los estudiantes radica en conocer de antemano la peligrosidad de las sustancias químicas con las cuales trabajará y no botar residuos químicos por la pila o en el basurero. Estos se deben depositar en los recipientes establecidos para ello. Se debe dar capacitación a todo el personal del laboratorio nuevo, incluyendo a los estudiantes sobre la existencia y características del plan de gestión de residuos.

Siempre que se vayan a depositar los residuos en los recipientes correspondientes se debe efectuar de forma lenta y controlada. Dicha operación se debe interrumpir si se observa cualquier fenómeno anormal como la evolución de gas o incremento de temperatura. Se debe tomar en cuenta que la gestión de residuos de laboratorio debe respetar las exigencias de la normativa nacional existente.

Si se tienen dudas sobre el manejo de algún residuo químico se debe coordinar con el representante de regencia química para definir el procedimiento recomendado para el adecuado tratamiento de los mismos.

Si alguno de los residuos requiere de un manejo por medio del Laboratorio de Tratamiento de Residuos de la Regencia Química de la UCR, se debe coordinar con el representante ante esta unidad para seguir el procedimiento establecido.

### **5.3 Residuos biológicos**

Si los residuos biológicos no presentan ningún peligro para la salud de las personas o alguna forma de contaminación para el medio ambiente, como por ejemplo alimentos o manejo de aguas superficiales o aguas residuales de baja concentración de contaminantes se pueden disponer como residuos ordinarios, es decir se pueden colocar en basureros o pueden ser desechados a través de las pilas.

Aquellos residuos que pueden ser devueltos al medio ambiente sin generar perturbaciones, se deben disponer de dicha manera como por ejemplo suelos que han sido muestreados o algunos tipos de plantas que pueden ser trasplantadas como las utilizadas en biojardineras.

Si los residuos pueden ser tratados por medio de biodigestión se debe coordinar con el profesor Mauricio Bustamante para su manejo en EIB o en el proyecto ubicado en la Estación Experimental Alfredo Volio Mata.



Si los residuos contienen algún tipo de aprovechamiento energético deben ser almacenados en la planta de biodiésel, para ser manejados por medio del Laboratorio de Tratamiento de Residuos de la Regencia Química.

## 6. EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

La protección en el laboratorio se necesita básicamente para tres áreas principales, la cara (ojos, piel, y aparato respiratorio), las manos y el tronco junto con las extremidades inferiores (figura 6.1). Lo más importante en este tipo de protección es que debe ser individual (uno por persona) para evitar posibles contaminaciones, mal uso, entre otros.



**Figura 6.1.** Principales equipos de protección individual.

### 6.1 Protección de las manos

Siempre que el peligro de sustancias o equipos con los que se está trabajando lo amerite, se deben usar guantes protectores en el laboratorio. Se deben usar por ejemplo en:

- 1- La manipulación de sustancias que no son peligrosas, sin embargo no se desea tener contacto directo con ellas, se recomienda la utilización de guantes de látex.
- 2- La manipulación de residuos o excretas, con algún peligro bioinfeccioso, normalmente requieren de una desinfección posterior, por lo que se deberían de utilizar guantes de neopreno o nitrilo.
- 3- La manipulación de sustancias corrosivas (ácidos, bases, oxidantes, deshidratantes), irritantes, tóxicas, nocivas u otras sustancias que penetren la piel, son apropiados los guantes nitrilo, preferiblemente desechables. Se deberá definir el largo del guante, según el riesgo que presenten las sustancias químicas.
- 4- La manipulación de materiales mecánicos áspero o con bordes filosos, que pueden ejercer algún tipo de rasguños o posibles cortes se recomiendan los guantes de

cuero. Igualmente, se recomiendan estos guantes si van a manipular sustancias, objetos o aparatos calientes o fríos.

- 5- La manipulación de objetos de vidrio cuando hay peligro de rotura, se recomiendan los guantes de tela gruesos.



**Figura 6.2.** Diferentes tipos de guantes de seguridad.

## 6.2 Protección de los ojos

Siempre que un funcionario o estudiante se encuentre dentro de las instalaciones de un laboratorio, debe utilizar lentes de seguridad. Esta protección se hace imprescindible cuando puede haber riesgo de salpicaduras, proyección o explosión. No se deben utilizar lentes de contacto en el laboratorio, si no se puede prescindir de estos, se deben utilizar lentes de seguridad cerrados (figura 6.1). Se recomienda que en el caso que se tenga que usar lentes con aumento (medicados), se realicen las modificaciones necesarias a estos para que tengan la función de lentes de seguridad y mantengan el aumento necesario.

## 6.3 Uso de gabacha de laboratorio

A pesar que la gabacha no es un equipo de protección individual por sí sola, siempre se debe usar cuando se encuentre en el laboratorio, ya que es una ropa de trabajo que a pesar que no aísla a la persona del peligro de una sustancia química, sí retarda el efecto y evita el contacto directo. Las gabachas deben ser de algodón, tener un tamaño adecuado (hasta la rodilla) y las mangas deben cubrir por completo los brazos (figura 6.3). Preferiblemente, ésta no debe tener botones sino cualquier tipo de broche fácil de abrir, ante una eventual emergencia.



**Figura 6.3.** Gabacha de uso de laboratorio.

#### **6.4 Protección respiratoria**

Siempre que el peligro lo amerite y las medidas colectivas de protección no sean suficientes o posibles, se deben usar mascarillas para gases o vapores o material particulado. Estas deben tener el filtro adecuado para las sustancias químicas con las cuales se esté trabajando, los más comunes se presentan en la figura 6.4, el color de la banda no siempre es el mismo, este varía dependiendo de la compañía que los distribuya, en este caso, de izquierda a derecha se presenta un filtro para material particulado (polvo), uno para ácidos-disolventes y por último uno para gases y vapores orgánicos. Siempre será preferible trabajar en la capilla extractora de gases a utilizar las mascarillas.

El trabajo con las mascarillas de protección será tal que se siga la secuencia: Una hora de trabajo, 20 minutos de descanso, dicha secuencia se puede repetir máximo tres veces en la mañana y otras tres en la tarde. Una vez finalizado el trabajo se debe descontaminar la mascarilla, separar los filtros y guardarlos en un recipiente hermético para aumentar su vida útil.



(a)



(b)



(c)

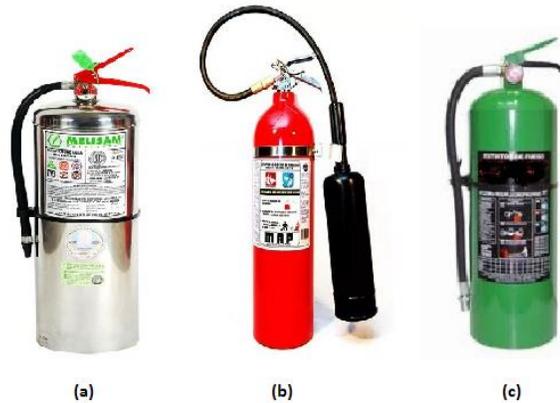
**Figura 6.4.** Tipos de filtros: (a) Material particulado (polvo), (b) vapores orgánicos y gases ácidos, (c) gases y vapores orgánicos.

## 7. EQUIPOS DE SEGURIDAD

### 7.1 Extintores

Se deben colocar en todos los laboratorios, almacenes y zonas de oficinas de la escuela los extintores portátiles necesarios (en cantidad y capacidad adecuados). Además, el personal del laboratorio debe conocer su funcionamiento, para esto se debe contactar a la Oficina de Salud Ocupacional y Ambiental (USOA).

Los extintores se deben señalar y se deben colocar a una distancia adecuada de los puestos de trabajo (10 segundos máximo desde cualquier punto del laboratorio o bodega). El acceso a estos aparatos debe ser completamente libre (sin objetos que puedan obstruir dicho acceso).



**Figura 7.1.** Tipos de extintores: (a) Agua, (b) CO<sub>2</sub> y (c) Halotron.

- **Extintor de Agua**

Estos extintores ejercen su poder de extinción del fuego por medio del enfriamiento, de tal manera que desplazan el oxígeno y los vapores de combustión del incendio, apagándolo con relativa facilidad. Se aplican a fuegos clase “A”, que corresponde a materiales combustibles como papel, cartón, madera, diversos plásticos, telas y combustibles sólidos ordinarios. Nunca se utilizan en fuego clase “C”, es decir fuego eléctrico debido a que el agua es un conductor.

- **Extintor de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>)**

Estos extintores ejercen su poder extinción del fuego por medio de sofocación, cuyo objetivo es que el CO<sub>2</sub> desplace al oxígeno de la reacción de combustión; lo anterior se logra cuando se libera abruptamente el dióxido de carbono que se encuentra bajo presión, disminuyendo su temperatura y logra que el material de combustión se enfríe rápidamente. Se aplican para controlar fuegos clase “B” que corresponde a líquidos inflamables como aceite, gasolina y

productos derivados del petróleo, así como gases como el propano y butano. También se utilizan para la extinción de fuegos clase “C”, es decir fuegos que incluyen equipo eléctrico energizado.

- **Extintor de Halotron**

La principal ventaja de estos equipos es que pueden extinguir el fuego sin dejar residuos, ya que el agente de halotron no es conductor eléctrico y no es corrosivo, ideal para proteger circuitos electrónicos sensibles de alto costo. Tiene prácticamente cero de potencial de agotamiento de la capa de ozono.

## 7.2 Capillas extractoras de gases

Antes de iniciar cualquier trabajo en la capilla extractora de gases, se debe verificar que el sistema de extracción funciona correctamente, así como de que esté limpia y que la puerta de la campana cierre bien. Al trabajar con la capilla extractora la puerta debe estar lo más cerrada posible, sin que esto implique dificultades de manipulación de frascos o equipo dentro de estas.

Las capillas extractoras de gases capturan las emisiones generadas por las sustancias químicas peligrosas. En general, siempre que se trabaje con sustancias químicas peligrosas se debe realizar en una capilla extractora. Estas deben tener los filtros correspondientes, cuando los trabajos lo ameriten. Se debe trabajar al menos a 15cm de la entrada de la capilla. La superficie de trabajo se debe mantener limpia y nunca se debe utilizar la capilla como almacén de productos químicos.

Se debe comprobar periódicamente (una vez al mes) el funcionamiento del ventilador, el cumplimiento de los caudales mínimos de aspiración, la velocidad de captación en la entrada y su estado general. Además, se debe realizar una limpieza a fondo de la capilla por lo menos una vez a la semana.



**Figura 7.2.** Capilla extractora de gases.

### 7.3 Ducha de seguridad y lavaojos

Las duchas de seguridad y los lavaojos proporcionan un tratamiento efectivo en el caso de salpicaduras o derrames de sustancias químicas sobre la piel, la ropa o los ojos. Estos deben estar claramente señalizados y se debe poder acceder a ellos con facilidad. Se pueden tener juntos (un mismo aparato, figura 7.3) o separados, si se encuentran separados se recomienda que se encuentren lo más próximo posible. En este sentido, se aconseja tenerlos separados por si ocurre una emergencia y se ven afectadas dos personas diferentes (en la piel y en los ojos).



**Figura 7.3.** Ducha y lavaojos ubicada en el laboratorio.

La ducha y lavaojos que se ubica en el laboratorio tiene una alfombra antideslizante para evitar el riesgo de caídas por una acumulación de agua en la zona si se activa este dispositivo de emergencia.

En una emergencia el agua de la ducha se debe aplicar por unos 15 minutos de manera que el flujo cubra todo el cuerpo, en especial sobre el área afectada, posteriormente se recomienda ir a un baño y quitarse la ropa para un lavado más efectivo. En el caso del lavaojos, se recomienda mantener el ojo afectado de 15 a 20 minutos con un flujo de agua no muy fuerte. Además, se debe forzar la apertura de los párpados y realizar un movimiento con los ojos de un lado a otro y de arriba hacia abajo.

Las duchas y lavaojos se deben inspeccionar como mínimo una vez al mes, esto para controlar el caudal, la calidad del agua y correcto funcionamiento. Además, los lavaojos deben tener siempre las cubiertas protectoras colocadas.

## 8. ACTUACIONES EN CASO DE EMERGENCIA

En caso de que ocurra un accidente o una emergencia en el laboratorio se debe seguir el protocolo de atención de emergencias de la Facultad de Ingeniería y los procedimientos institucionales descritos en el documento “**Lineamientos para la atención de emergencias con productos químicos**”, REGQ-UCR-002. Además, este documento está escrito acorde con los procedimientos establecidos en el Manual de Seguridad de EIB.

En el presente laboratorio en la primera página del ampo de lineamientos generales se ha colocado la información necesaria para la actuación en caso de accidente: qué hacer, responsable del laboratorio, a quién avisar, números de teléfono, direcciones y otros datos de interés.

### 8.1. Procedimiento para evacuación del edificio

En el caso de ocurrir una emergencia que requiera la evacuación del edificio, la persona responsable del laboratorio debe dirigir a los estudiantes por las rutas más rápidas y previamente establecidas hacia las zonas de seguridad, según los planes de evacuación que están colocados en cada laboratorio y los protocolos definidos en el Manual de Seguridad.

La evacuación del edificio puede ser necesaria en caso de: fugas o derrames de productos químicos, incendio, desastre natural, una explosión, entre otros.

Se debe tener una alarma de evacuación, la cual será continua, solo debe ser activada por el personal autorizado. Siempre que suene la alarma de evacuación, o cuando la Comisión de Seguridad e Higiene de la Facultad de Ingeniería ordene la evacuación del edificio, se debe caminar rápidamente (pero sin correr), siguiendo la ruta de evacuación designada en el edificio.

Una vez que se encuentre afuera del edificio, se debe alejar al menos 50 metros del mismo, en los puntos de encuentro asignados con antelación, en el protocolo. No se puede reingresar al edificio sin la autorización de la Comisión de Seguridad e Higiene de la Facultad de Ingeniería.

En el caso de que la emergencia implica la desocupación del edificio de manera que no sea temporal (daños en la infraestructura o peligros para la salud humana), la decisión deberá ser tomada por el Director de la Escuela de Ingeniería de Biosistemas o la Comisión de Seguridad e Higiene de la Facultad de Ingeniería.

## 8.2. Derrames de productos químicos

En caso de derrames de productos líquidos se debe actuar rápidamente para su contención y absorción. Posteriormente, se debe realizar la eliminación de las sustancias, una vez contenido el derrame o fuga. En función de la actividad de cada laboratorio y de los productos que se utilicen en el lugar, se debe disponer de agentes específicos de neutralización (para ácidos, bases y disolventes orgánicos), de no contar con estos se debe tener diatomita, arena o alguna sustancia semejante.

En el caso de derrames pequeños (menores de 5 litros) para evitar la contaminación de aguas, alcantarillas, entre otros, se debe aislar el derrame y se le debe agregar diatomita, para posteriormente disponer de los residuos.

Si se produjera algún tipo de derrame de sustancia química se debe revisar la ficha de seguridad respectiva (FSD, punto 3.2), si se requiere utilizar la tierra de diatomeas (figura 8.1), se debe agregar una cantidad que controle el derrame y posteriormente recoger la diatomita impregnada del químico y desechar como corresponda.



**Figura 8.1.** Diatomita para utilizar en el control de derrames de sustancias químicas.

## 8.3. Incendio en el laboratorio

En el caso que se produzca un conato de incendio en el laboratorio, el responsable del grupo (asistente o profesor) debe intentar controlar y extinguir el fuego lo más rápidamente posible. Para esto, se debe utilizar el extintor adecuado según lo descrito en el punto 7.1.

Siempre se debe evacuar el laboratorio, por pequeño que sea el fuego, y mantener la calma. Si el fuego se da en alguna prenda como la gabacha, se debe pedir ayuda inmediatamente, se debe cubrir la persona con material no inflamable. Nunca se debe correr o tirar al suelo y rodar sobre sí mismo, ya que esto aumenta la cantidad de oxígeno evitando que se apaguen las llamas. Tampoco se deben utilizar extintores sobre la persona que tiene la emergencia, a menos que sea de agua.

#### **8.4. Quemaduras térmicas**

Si ocurre una quemadura pequeña en alguien (producidas por material de laboratorio caliente, placas, entre otros), se debe colocar la parte afectada en agua fría durante 10 ó 15 minutos. Si hubiera ropa pegada a la piel, esta no se debe quitar. No se deben aplicar cremas. Posteriormente siempre se debe acudir al médico aunque la superficie afectada sea pequeña. En el caso de quemaduras graves se debe acudir al médico lo más rápidamente posible.

#### **8.5. Cortes**

Las cortaduras con material de laboratorio (vidrio, espátulas acanaladas, frascos de aluminio, entre otros) se deben limpiar bien, con agua corriente, durante diez minutos como mínimo. Si son cortes pequeños se deben desinfectar y dejar secar al aire o colocar un apósito estéril adecuado. Si son grandes y no deja de sangrar, se debe solicitar asistencia médica inmediatamente.

#### **8.6 Salpicaduras o contaminación de la piel con productos químicos**

Si se produce un derrame o salpicadura de un producto químico sobre la piel o los ojos, se deben quitar los restos de este mediante la ducha de seguridad, lavaojos o agua directamente del tubo (dependiendo del área afectada) durante 15 a 20 minutos. Siempre es bueno posteriormente acudir al médico, en el caso de que los ojos sean afectados es esencial este punto.

#### **8.7 Actuación en caso de ingestión de productos químicos**

En el caso de ingestión de productos químicos es esencial que se solicite asistencia médica lo más rápido posible. En caso de que la sustancia ingerida sea un producto corrosivo, volátil o tóxico nunca se debe provocar el vómito. Se recomienda facilitar la ficha de seguridad del producto químico al médico para su información.

## ANEXOS

### A. INFORMACIÓN DE EMERGENCIA

**Cuadro A.** Teléfonos de dependencias internas y externas

<b>Dependencias internas</b>	
1. Guardia Universitaria	
Seguridad (24horas)	2511-4911/2511-5429/2511-3742
Unidad de Transito	2511-8952
2. Servicios Médicos	
Emergencias	2511-4911
Emergencias (Ambulancias)	2511-4422
Recepción y reporte de emergencias	2511-5643
<b>Dependencias Externas</b>	
Emergencias	911
Estación de bomberos Guadalupe	2283-7058
Centro Nacional de control de Intoxicaciones	2223-1028
<b>Administrativos</b>	
Escuela de Biosistemas	2511-6643/2511-4614
Decanato de Ingeniería	2511-6639/2511-4915

## B. LISTADO DE PRODUCTOS QUÍMICOS

**Cuadro B.** Sustancias químicas presentes en los laboratorios

Sustancia Química	Fórmula	No. CAS	Laboratorio	Volumen (l)	Densidad (kg/	Masa (kg)
Aceites	-	-	P. Biodiésel	1246,00	0,88	1096,48
Aceite filtrado	-	-	P. Biodiésel	140,00	0,88	123,20
Ácido dipicolínico	C <sub>7</sub> H <sub>5</sub> NO <sub>4</sub>	499-83-2	Aguas	-	-	0,008
Ácido nítrico	HNO <sub>3</sub>	7697-37-2	Aguas	2,50	1,51	3,775
Ácido sulfúrico	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	7664-93-9	Aguas	5,00	1,84	9,200
Acido sulfúrico	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	7664-93-9	P. Biodiésel	0,60	1,84	1,10
Bicarbonato de sodio	NaHCO <sub>3</sub>	144-55-8	Aguas	-	-	0,400
Biodiésel	-	67784-80-9	P. Biodiésel	530,00	0,88	466,40
Carbonato de sodio	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	497-19-8	Aguas	-	-	0,400
Cloruro de bario	BaCl <sub>2</sub> * 2H <sub>2</sub> O	10326-27-9	Poscosecha	-	-	0,25
Cloruro de litio	LiCl	7447-41-8	Poscosecha	-	-	0,00
Cloruro de magnesio	MgCl <sub>2</sub> * 6H <sub>2</sub> O	7791-18-6	Poscosecha	-	-	0,25
Cloruro de sodio	NaCl	7647-14-5	Poscosecha	-	-	1,00
Hexametáfosfato de sodio	Na(PO <sub>3</sub> ) <sub>6</sub>	10124-56-8	Aguas	-	-	0,500
Hidróxido de potasio	KOH	1310-58-3	P. Biodiésel	-	-	23,00
Hidróxido de sodio	NaOH	1310-73-2	P. Biodiésel	-	-	50,00
Metanol	CH <sub>3</sub> OH	67-56-1	Aguas	4,00	0,79	3,160
Metanol	CH <sub>3</sub> OH	67-56-1	P. Biodiésel	322,00	0,79	254,38
Nitrato de magnesio	Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> * 6H <sub>2</sub> O	13446-18-9	Poscosecha	-	-	0,00

### Disoluciones Patrón o Estándar para Cromatografía Iónica (CI)

Estándar de anión fluoruro	NaF	7681-49-4	Aguas	0,07	1,0006	0,07
Estándar de anión cloruro	NaCl	7647-14-5	Aguas	0,07	0,9995	0,07
Estándar de anión nitrito	NaNO <sub>2</sub>	7632-00-0	Aguas	0,05	0,9994	0,05
Estándar de anión bromuro	NaBr	7647-15-6	Aguas	0,05	0,9993	0,05
Estándar de anión nitrato	NaNO <sub>3</sub>	7631-99-4	Aguas	0,07	0,9992	0,07
Estándar de anión fosfato	Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	7601-54-9	Aguas	0,05	1,0000	0,05
Estándar de anión sulfato	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	7757-82-6	Aguas	0,05	0,9996	0,05
Estándar de catión litio	LiCl	7447-41-8	Aguas	0,05	1,0047	0,05
Estándar de catión sodio	NaNO <sub>3</sub>	7631-99-4	Aguas	0,05	1,0007	0,05
Estándar de catión amonio	NH <sub>4</sub> Cl	12125-02-9	Aguas	0,05	0,9993	0,05
Estándar de catión potasio	KNO <sub>3</sub>	7757-79-1	Aguas	0,05	0,9999	0,05
Estándar de catión calcio	CaCO <sub>3</sub>	471-34-1	Aguas	0,05	1,0019	0,05
Estándar de catión magnesio	Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	13446-18-9	Aguas	0,03	1,0033	0,03

### Disoluciones de Calibración

Estándar pH 4	-	-	Aguas	0,50	1,00	0,50
Estándar pH 7	-	-	Aguas	0,50	1,00	0,50
Estándar pH10	-	-	Aguas	0,50	1,00	0,50
Estándar conductividad	-	-	Aguas	0,50	1,00	0,50
Oxígeno Cero	-	-	Aguas	0,50	1,00	0,50