

Manual del Taller de Ingeniería de Biosistemas

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. Mauricio Bustamante Román, PhD.
Licda. Katherine Porras Monge, Jefa Administrativa EIB

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



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
1.1. Responsabilidades	4
2. NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD EN EL TALLER	7
2.1. Capacidad del Laboratorio	7
2.2. Reconocimiento inicial	7
2.3. Normas generales de trabajo en el laboratorio	7
2.4. Visitantes.....	10
2.5. Actividades de mujeres embarazadas o en periodo de lactancia en el taller	10
2.6. Actividades de personas discapacitadas en el laboratorio.....	10
3. MANEJO DE RIESGOS EN EL TALLER.....	12
3.1. Riesgos mecánicos	12
3.2. Riesgos eléctricos.....	12
3.3. Riesgos por contacto térmico.....	13
3.4. Riesgos físicos.....	13
3.5. Riesgos ergonómicos.....	14
3.6. Riesgos con sustancias químicas.....	14
4. MANEJO DE RESIDUOS	16
4.1. Residuos ordinarios	16
4.2. Residuos químicos.....	17
4.3. Residuos biológicos.....	17
5. EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL.....	19
5.1. Protección de las manos.....	19
5.2. Protección de los ojos	20
5.3. Uso de gabacha.....	20
5.4. Protección respiratoria	21
5.5. Protección auditiva	21



6. EQUIPO DE SEGURIDAD	23
6.1. Extintores	23
6.2. Ducha de seguridad y lavaojos	24
7. ACTUACIÓN EN CASO DE EMERGENCIA	25
7.1. Evacuación del edificio.....	25
7.2. Incendio	26
7.3. Quemaduras térmicas.....	26
7.4. Cortes.....	26
7.5. Derrames de productos químicos	26
7.6. Salpicaduras o contaminación de la piel	27
7.7. Ingestión.....	27
ANEXOS.....	28
A. Información de emergencia.....	28
B. Listado de productos químicos.....	29

1. INTRODUCCIÓN

La Escuela de Ingeniería de Biosistemas de la Universidad de Costa Rica tiene dentro de sus instalaciones un taller, las principales actividades que se desarrollan en éste es la docencia y la investigación.

Los usuarios de este taller 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 el mismo todos los días.

Este documento incluye información sobre buenas prácticas en el taller, técnicas de seguridad, equipos de protección personal y sus dispositivos, procedimientos de atención de emergencias, uso y almacenamiento de sustancias químicas, procedimientos generales de tratamiento y disposición final de residuos que se generan. 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. Coordinador del taller:

El responsable del taller debe realizar al inicio de cada semestre la programación, estructura y planificación de las actividades experimentales que se realizarán en el taller a su cargo. Además, debe mantener actualizado el inventario de equipos, productos químicos presentes esto incluye las Fichas de Seguridad (FDS), cristalería e insumos.

Debe 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 debe verificar que los alumnos y personal que permanecen dentro del taller, cuenten con la supervisión necesaria.

1.1.4. Profesores responsables de alumnos y técnicos de taller:

El personal a cargo del taller debe verificar, por lo menos una vez a la semana, el funcionamiento de las instalaciones y los equipos de seguridad del laboratorio. Debe 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.

Debe supervisar que cada actividad experimental la realicen los alumnos apegándose a las instrucciones dictadas, esto incluye las normas presentadas en el punto 2 del presente documento.

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

Debe usar y obligar el uso de gabacha (manga corta 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. Debe velar por el cumplimiento en el uso del equipo de protección personal en el caso o en las prácticas experimentales que así lo dispongan.

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.

1.1.5. Estudiantes y personal:

Deben cumplir con los procedimientos y las normas del taller contenidos en este manual. Además, deben usar y mantener el equipo de protección personal (gabachas, lentes de seguridad y guantes) como se indica en este documento, así como disponer adecuadamente de los residuos. Deben acatar los lineamientos a seguir en caso de una emergencia.

2. NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD EN EL TALLER

2.1. Capacidad del Taller

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 m²) por alumno. El área que se debe tomar en cuenta no es el área total del laboratorio, si no el área de trabajo y mesas.

Para el taller se tiene una capacidad de 49 personas, tomando en cuenta el espacio de las mesas de trabajo. El aforo máximo permitido según los protocolos ante la pandemia de Covid-19 es de 13 personas.

2.2. Reconocimiento inicial

Antes de iniciar el trabajo, el primer día que se ingresa al taller, 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, lavajos, 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 el taller, las salidas disponibles deberán estar abiertas, con excepción de las salidas de emergencia.

2.3. Normas generales de trabajo en el taller

2.3.1. Conducta en el taller

1. Los estudiantes que no están en clases, clases de recuperación, realizando actividades de trabajo comunal universitario (TCU), proyectos académicos, de investigación o graduación tienen prohibido ingresar a las instalaciones.
2. No se deben realizar otras prácticas que no sea el trabajo de taller, 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 taller, programar con anticipación y cumplir los horarios establecidos.



4. Por razones higiénicas, de seguridad y por ley se prohíbe fumar en el taller.
5. No se puede comer, ni beber en el taller, esto incluye no guardar alimentos en los refrigeradores del taller.
6. No se debe usar enaguas o pantalones cortos, ni ropa holgada o mangas anchas que se pueda enganchar en algún equipo.
7. No se permite utilizar zapatos abiertos o sandalias; de tal modo que se eviten zonas descubiertas de la piel que queden expuestas a proyecciones. El calzado debe ser cerrado, de cuero, preferiblemente la suela debe ser de material aislante (dieléctrico), depende del uso de equipos en el taller.
8. En caso que se tenga el cabello largo, este se debe llevar recogido, pues pueden engancharse en montajes y equipos.
9. No se deben usar pulseras, collares, anillos, relojes y cualquier otro artículo de oro y plata mientras se opere maquinaria.
10. Siempre que el trabajo lo requiera se debe utilizar el equipo de protección personal correspondiente.
11. No se deben hacer bromas, gritar, silbar o interrumpir a los que están trabajando en el taller.
12. El uso de teléfonos celulares, auriculares o cualquier otro dispositivo electrónico está prohibido durante la operación de equipos o la realización de prácticas.
13. 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 el taller

- **Recomendaciones iniciales**

1. Antes de cualquier procedimiento, manipulación o práctica en el taller, los que participen en estos, deberán hacer una evaluación de todos los peligros y riesgos. Además, se deben tomar las medidas necesarias para la prevención de posibles accidentes.
2. Para el ingreso al taller debe apuntarse en la bitácora del mismo.
3. Siempre que se trabaje con equipo o máquinas deberán estar presentes al menos dos personas en el taller o bien informar al técnico de taller.
4. No se deben realizar prácticas o usar equipos de trabajo sin conocimiento previo y sin autorización del responsable del taller, se debe solicitar la lectura o capacitación del manual respectivo. Si se debe realizar capacitación de algún equipo se debe



llenar el registro de dicha capacitación y colocar en el ampo de lineamientos generales del taller.

5. Los usuarios deben responsabilizarse del equipo asignado. Cualquier herramienta o equipo prestado debe ser registrado.
 6. Siempre se debe verificar el buen estado del equipo o material del taller, 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 la práctica lo requiere, se deben usar los equipos de protección individual adecuados y recomendados por el profesor responsable.
 3. Las mesas de trabajo se deben mantener limpias y sin materiales innecesarios: como libros, cajas o accesorios.
 4. Los resguardos o protecciones móviles deben estar colocados cuando se va a trabajar con el equipo, según lo indicado en su respectivo manual.
 5. Nunca se deberá anular o “puentear” cualquier dispositivo de seguridad de que disponga la máquina, ni tampoco retirar las protecciones o resguardos.
 6. Nunca se emplearán las manos, ni herramientas ni otros objetos, para detener o frenar el movimiento de las máquinas.
 7. 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 taller.
 2. Se debe dejar siempre el taller limpio y ordenado al terminar de trabajar. Informar al técnico de taller.
 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 taller. Dichos funcionarios deberán poner en práctica los lineamientos presentes en el protocolo.

2.4. Visitantes

El personal externo al taller, sólo podrá permanecer en éste bajo la responsabilidad y supervisión de un responsable. Dependiendo del tiempo de permanencia, de las políticas internas del lugar y del tipo de trabajo, se les debe facilitar a los visitantes el equipo de protección personal debido.

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, por consecuencias directas que se puedan dar 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 taller, sin embargo las mujeres embarazadas si deben ser mucho más cuidadosas en las labores que se llevan a cabo en estos lugares. 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 taller.

2.6. Actividades de personas discapacitadas en el taller.

Las discapacidades de las personas (estudiantes o funcionarios) no deben impedir que puedan trabajar exitosamente en el taller. Las personas con discapacidades necesitan las mismas condiciones de seguridad en el taller 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 taller es identificar los posibles peligros de las actividades y del lugar de trabajo.



Para personas con discapacidad el objetivo general del taller, 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 taller 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 taller 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 taller).
- 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 en el taller, 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.
2. Caretas de protección. El rostro de una persona en silla de ruedas puede estar al mismo nivel de la práctica 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 así lo requiera.

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 RIESGOS EN EL TALLER

Si alguna persona debe trabajar con un equipo del taller debe recibir la capacitación respectiva (completar registro), debe estar informada de los riesgos y peligros asociados, así como tener conocimiento del manual respectivo (se ubican en el ampo de lineamientos generales) y tener la autorización del profesor encargado.

Todo el material y equipos que se van a utilizar en el taller se deben examinar antes para verificar su buen estado y reportar cualquier mal funcionamiento o desperfecto en la bitácora del laboratorio.

3.1. Riesgos Mecánicos

Entre los riesgos mecánicos que pueden presentar algunos equipos se pueden mencionar: cortes, atrapamientos, aplastamientos, punzonamientos o perforaciones, impactos, proyecciones, golpes, entre otros.

Entre las medidas preventivas para evitar los riesgos antes mencionados están la aplicación de barreras de protección, ya sea fijas o ajustables; así como la aplicación de sistemas de seguridad en las que se pueden incluir controles o cables de interrupción.

Se debe contar con procesos de inspección periódica de condiciones y prácticas de trabajo, en los distintos equipos del taller. Otra recomendación es mantener áreas de trabajo libres de objetos que puedan provocar caídas o ser una obstrucción que no permita un manejo adecuado de los equipos.

3.2. Riesgos Eléctricos

Se debe evaluar si los equipos presentan riesgo eléctrico por contacto directo, es decir cuando se podrían tocar partes activas o conductores; o bien por contacto indirecto que correspondería a tocar alguna parte metálica puesta accidentalmente en tensión. Además, se podrían presentar accidentes por electrocuciones o la formación de arcos voltaicos en caso de cortos circuitos.

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. No se debe utilizar multiconectores (regletas) o extensiones eléctricas de forma permanente. Además, estas no se deben saturar más allá de su capacidad.

Nunca se deberá anular o “puentear” cualquier dispositivo de seguridad de que disponga la máquina, ni tampoco retirar las protecciones o resguardos.

Para evitar el contacto a tierra algunos equipos cuentan con alfombras de hule, para que las personas puedan trabajar sobre estas superficies, por lo que no se deben remover.

Toda operación de ajuste, limpieza, engrase y reparación deberá realizarse, siempre que sea posible, con la máquina desconectada de la fuente de alimentación de energía. Se deben de dar procesos de mantenimiento regular a los equipos para asegurar su adecuado funcionamiento.

Debe evitarse realizar reparaciones provisionales. Los cables dañados hay que reemplazarlos por otros nuevos. Los cables y enchufes eléctricos se deben revisar, de forma periódica y sustituir los que se encuentren en mal estado.

Las herramientas manuales deben estar; convenientemente protegidas frente al contacto eléctrico y libres de grasas, aceites y otras sustancias deslizantes.

Si se necesitan dejar los aparatos funcionando sin vigilancia, se debe colocar un papel con el nombre de la persona responsable (con un número telefónico donde localizarla), la fecha de inicio y la fecha de finalización de la misma (seguir lineamientos en REGQ-UCR-005).

3.3. Riesgos por Contacto Térmico

Las quemaduras se pueden dar por: la manipulación de piezas o materiales a alta o muy baja temperatura; o bien por elementos de máquinas o instalaciones sin aislamiento. Se debe tener presente estos riesgos en equipos como el torno, la fresadora, el reactor pirolítico, la briqueteadora, cortadora plasma, soldadora y el equipo cortador de oxiacetileno.

Se recomienda el aislamiento de las áreas o partes que pueden calentarse en un equipo, si no es posible se debe minimizar los tiempos de exposición y señalar el peligro para advertir a los usuarios.

3.4. Riesgos Físicos

Uno de los principales problemas generados por algunos equipos es el ruido, que se puede explicar por el choque de piezas, el mal mantenimiento o la ubicación de máquinas, ruidos propios del proceso, que puede provocar en las personas desconcentración, efectos psicológicos e inclusive a altos niveles de exposición puede resultar en pérdida auditiva.

Se debe prestar atención a aquellos equipos como el molino o la chipeadora que pueden generar polvo, el cual por poseer partículas con una granulometría pequeña pueden ser inhaladas por las personas, por lo que se recomienda el uso de mascarillas para partículas sólidas. Además, la presencia de polvo puede provocar el desgaste excesivo, atasco de elementos móviles y válvulas, señales incorrectas en detectores.

Asimismo, otros riesgos físicos que se pueden presentar en los equipos están las vibraciones y radiaciones que generan hacia las personas.

3.5. Riesgos Ergonómicos

En algunos equipos se deben llevar a cabo tareas o labores con movimientos repetitivos o las personas podrían realizar una mala aplicación de fuerzas, lo que podría provocar trastornos músculo-esqueléticos.

3.6. Riesgos con Sustancias Químicas

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 (FDS). 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.

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.

- **Fichas de Datos de Seguridad (FDS)**

Todo laboratorio debe tener un archivo físico y una base de datos con todas las FDS 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)

En cuanto al almacenamiento de productos químicos, deben estar inventariados y actualizados (se debe indicar la fecha de recepción o preparación), estos deben estar en formato electrónico y físico. La actualización se debe llevar a cabo por lo menos una vez al año. Se debe tener un lugar específico en el taller para almacenar los productos químicos. Este debe estar correctamente señalizado y tener las condiciones adecuadas, en la menor cantidad posible.

A la hora de manipular productos químicos, 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. En el caso de prácticas de taller los estudiantes como mínimo, deberán saber los peligros de las sustancias con las que van a trabajar en esa sesión de laboratorio.

4. MANEJO DE RESIDUOS

4.1. 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 depositaran en los contenedores internos diseñados para la recolección de estos (figura 4.1.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 4.1. Recipientes contenedores para materiales reciclables.

Para un manejo adecuado de los residuos se han utilizado contenedores de diferentes colores:

- Azul: Maneja plásticos.
- Naranja: Aplica para residuos de vidrio (se recomienda colocar envueltos en papel periódico o similar para evitar cortes a las personas que posteriormente manejarán el residuo).
- Gris: Colocar papeles y cartones no contaminados con otras sustancias como aceites o comidas.
- Negro: Se utiliza para residuos ordinarios o no reciclables

4.2 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.

4.3 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.

5. EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

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

5.1. 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 taller. 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 5.1. Diferentes tipos de guantes de seguridad.

5.2. Protección de los ojos

Siempre que un funcionario o estudiante se encuentre dentro de las instalaciones del taller, 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 taller, si no se puede prescindir de estos, se deben utilizar lentes de seguridad cerrados. Si alguna práctica experimental o equipo específico requiere el uso de lentes de seguridad el estudiante deberá cumplir este requisito.

5.3. Uso de gabacha de taller

A pesar que la gabacha no es un equipo de protección individual por sí sola, siempre se debe usar cuando se encuentre en el taller, ya que es una ropa de trabajo que a pesar que no aísla a la persona del peligro, 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 ser cortas (Figura 5.2). Preferiblemente, ésta no debe tener botones sino cualquier tipo de broche fácil de abrir, ante una eventual emergencia.



Figura 5.2. Gabacha de uso de taller.

5.4. 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 5.3, 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.



Figura 5.3. Tipos de filtros: (a) Material particulado (polvo), (b) vapores orgánicos y gases ácidos, (c) gases y vapores orgánicos.

5.5. Protección auditiva

Los sonidos se escuchan en condiciones normales como una variación de las diferencias de presión, las cuales llegan al oído para ser transmitidas al cerebro, produciendo diferentes sensaciones, de acuerdo al tipo de sonido. Se considera ruido a aquellos sonidos que excedan los niveles de exposición permitidos (85-90 dB), como medida de mitigación se recomienda realizar disminuciones en la fuente de emisión, sin embargo algunas veces no es suficiente y se debe aplicar la protección auditiva, utilizando tapones en su la parte interna del oído, u orejeras directamente en los canales auditivos.



Figura 5.5. Protección auditiva: (a) tapones desechables, (b) tapones reutilizables y (c) orejeras.

6. EQUIPOS DE SEGURIDAD

6.1. 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 6.1. Tipos de extintores: (a) Agua, (b) CO₂.

- **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 (CO₂)**

Estos extintores ejercen su poder de extinción del fuego por medio de sofocación, cuyo objetivo es que el CO₂ 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.

6.2. 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 6.2).



Figura 6.2. 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 el ojos de un lado a otro y de arriba hacia abajo.

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



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

EIB Escuela de
Ingeniería de Biosistemas

7. ACTUACIONES EN CASO DE EMERGENCIA

En caso de que ocurra un accidente o una emergencia en el taller se debe seguir el protocolo de atención de emergencias de la Facultad de Ingeniería y los lineamientos Institucionales descritos en el documento “**Lineamientos para la atención de emergencias con productos químicos**”, REGQ-UCR-002.

En el presente taller 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.

7.1. Procedimientos 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.

7.2. Incendio en el taller

En el caso que se produzca un conato de incendio en el taller, 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 6.1.

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.

7.3. Quemaduras térmicas

Si ocurre una quemadura pequeña en alguien (producidas por material del taller 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.

7.4. Cortes

Las cortaduras con material de taller (vidrio, frascos de aluminio, metales, 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. La persona que presta ayuda debe utilizar los guantes que hay en el botiquín. Si las cortaduras son grandes y no deja de sangrar, se debe solicitar asistencia médica inmediatamente.

7.5. 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.

Si se produjera algún tipo de derrame de sustancia química se debe revisar la hoja de seguridad respectiva (MSDS, punto 3.6), si se requiere utilizar la tierra de diatomeas (diatomita, figura 7.1), se debe agregar una cantidad que controle el derrame y posteriormente recoger la diatomita impregnada del químico y desechar como corresponda.



Figura 7.1. Diatomita para utilizar en el control de derrames de sustancias químicas.

7.6. 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.

7.7. 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.

ANEXOS

A. INFORMACIÓN DE EMERGENCIA

Cuadro A. Teléfonos de dependencias internas y externas

Dependencias internas	
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
Dependencias Externas	
Emergencias	911
Estación de bomberos Guadalupe	2283-7058
Centro Nacional de control de Intoxicaciones	2223-1028
Administrativos	
Escuela de Biosistemas	2511-6643/2511-4614
Decanato de Ingeniería	2511-6639/2511-4915
Coordinador del Taller: Mauricio Bustamante	2511-5337

B. LISTADO DE PRODUCTOS QUÍMICOS

Cuadro B. Sustancias químicas presentes en el taller

Sustancia Química	Fórmula	No. CAS	Volumen (l)	Densidad (kg/l)	Masa (kg)
Aceite lubricante (Emkarate)	-	-	1,00	0,98	0,98
Ácido cítrico	C ₆ H ₈ O ₇	77-92-9	3,00	1,67	5,01
Aguarrás o Varsol	-	-	4,00	0,80	3,20
Biodiésel	-	67784-80-9	0,50	0,88	0,44
Cemento de contacto	-	-	3,00	1,22	3,65
Cloruro de metileno	CH ₂ Cl ₂	75-09-2	2,00	1,33	2,66
Diésel	-	68476-34-6	0,00	0,82	0,00
Gasolina	-	-	0,00	0,74	0,00
Pintura en aceite	-	-	4,00	1,27	5,08
Pintura en agua	-	-	4,00	1,19	4,76
Thinner	-	64742-89-3	4,00	0,80	3,20
WD-40	-	-	1,00	0,81	0,81