



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

URQ

Unidad de
Regencia Química

**MANUAL DE SEGURIDAD PARA
LABORATORIOS DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**

Realizado por

ARIEL ALFARO VARGAS
Unidad de Regencia Química

2023

Versión 05



Índice

1. INTRODUCCIÓN
 - 1.1. RESPONSABILIDADES

2. NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD EN EL LABORATORIO
 - 2.1. CAPACIDAD DE UN LABORATORIO
 - 2.2. RECONOCIMIENTO INICIAL
 - 2.3. NORMAS GENERALES DE TRABAJO EN EL LABORATORIO
 - 2.4. VISITANTES
 - 2.5. ACTIVIDADES DE MUJERES EMBARAZADAS O EN PERIODO DE LACTANCIA EN EL LABORATORIO
 - 2.6. ACTIVIDADES DE PERSONAS DISCAPACITADAS EN SILLAS DE RUEDAS EN EL LABORATORIO

3. IDENTIFICACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS
 - 3.1. ETIQUETAS
 - 3.2. FICHAS DE DATOS DE SEGURIDAD

4. ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS
 - 4.1. REDUCCIÓN
 - 4.2. SEPARACIÓN
 - 4.3. SUSTITUCIÓN Y AISLAMIENTO

5. MANIPULACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS

6. TRANSPORTE DE PRODUCTOS QUÍMICOS

7. EQUIPO DE LABORATORIO
 - 7.1. VIDRIO
 - 7.2. BALANZAS
 - 7.3. APARATOS ELÉCTRICOS
 - 7.4 OTROS

8. ELIMINACIÓN DE RESIDUOS
 - 8.1. RESIDUOS QUÍMICOS
 - 8.2. RESIDUOS ORDINARIOS
 - 8.3. RESIDUOS VIDRIO (BOROSILICATO)

9. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL
 - 9.1. PROTECCIÓN MANOS
 - 9.2. PROTECCIÓN OJOS
 - 9.3. USO DE GABACHA
 - 9.4. PROTECCIÓN RESPIRATORIA

10. EQUIPOS DE SEGURIDAD

- 10.1. EXTINTORES
- 10.2. CAPILLAS EXTRACTORAS DE GASES
- 10.3. DUCHA Y LAVAOJOS
- 10.4. LUCES DE EMERGENCIA
- 11. QUE HACER EN CASO DE ACCIDENTES
 - 11.1. PROCEDIMIENTOS PARA EVACUACIÓN DEL EDIFICIO
 - 11.2. DERRAMES DE PRODUCTOS
 - 11.3. FUEGO EN EL LABORATORIO
 - 11.4. QUEMADURAS TÉRMICAS
 - 11.5. CORTES
 - 11.6. SALPICADURAS O CONTAMINACIÓN CON PRODUCTOS QUÍMICOS
 - 11.7. INGESTIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS

- 12. ANEXOS
 - 12.1. DIRECTORIO TELEFÓNICO PARA EMERGENCIAS
 - 12.2. RESISTENCIA DE GUANTES DE PROTECCIÓN
 - 12.3. ATENCIÓN DE DERRAMES

- 13. BIBLIOGRAFÍA

1. INTRODUCCIÓN

Las Unidades docentes y administrativas de la Universidad de Costa Rica tienen dentro de sus instalaciones diferentes tipos de laboratorios, las principales actividades que se desarrollan en estos son la docencia, la investigación y servicio a la industria. 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. Hasta ahora, los criterios y prácticas de seguridad que dichos usuarios aplican en sus prácticas no son uniformes, y además en algunos casos no se tienen de forma escrita.

Este manual de seguridad pretende unificar criterios para la correcta gestión (entiéndase gestión como todos los procesos que van desde la compra de los productos químicos, hasta el descarte de sus residuos) de los productos químicos, asociados con las diferentes actividades químicas de cada Unidad Académica y Administrativa.

Este documento incluye información sobre buenas prácticas de laboratorio, técnicas de seguridad, equipos de protección personal y sus accesorios, 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 las diferentes Unidades de la Universidad de Costa Rica.

Nota: Todos los instructivos a los que hace referencia este manual se puede encontrar en la página web de la Regencia Química Institucional <http://www.regenciaquimica.ucr.ac.cr/>

1.1-Responsabilidades

1-Decanos, director y jefes: Deberán promover la capacitación de los profesores y todo el personal involucrado en el manejo de sustancias químicas. Además, deberán verificar que se cumplan todas las medidas de seguridad adecuadas para la manipulación, almacenamiento y correcta eliminación de estas sustancias.

2-Coordinadores o jefes de sección o 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 productos químicos presentes en los laboratorios a su cargo, en este punto se incluyen las FDS, fichas de datos de seguridad <https://chemicalsafety.com/sds-search/> de los productos.

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 de su jefe o del profesor responsable.

3-Profesores encargados de alumnos y asistentes de laboratorio (ventanilleros): El personal a cargo del laboratorio 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.

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, entre otros.

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 u otras limitantes para trabajar en laboratorios.

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 algunos casos dar tratamiento químico a dichos residuos.

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.

4-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 no botar residuos químicos por las pilas o en los basureros.

5-Unidad de Regencia Química: Deberá dar las asesorías que se le soliciten para el buen cumplimiento del presente manual, así como realizar inspecciones regulares para verificar su aplicación. También deberá realizar las revisiones al presente documento.

2. NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD EN LOS LABORATORIOS

2.1-CAPACIDAD DE UN 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 m²) 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. Entonces si se tiene un laboratorio con dos mesas de trabajo y un área de 48 m², la recomendación dice que, por seguridad debería haber 8 o 9 estudiantes máximo.

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 y comunes se encuentran: Los extintores, las mantas ignífugas (si hay), material absorbente para derrames, extractores de gases (incluyendo la capilla), lavaojos, ducha de seguridad, botiquines (si hay, además, en estos solo podrá haber medicamentos aprobados por médico de empresa), 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 por 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

Conducta en el laboratorio

- 1-Por razones higiénicas, de seguridad y por ley se prohíbe fumar en los laboratorios.
- 2-No se puede comer, ni beber en el laboratorio, esto incluye guardar alimentos en los refrigeradores de los laboratorios.
- 3-No se deben realizar otras prácticas que no sea el trabajo de laboratorio, como por ejemplo reuniones, celebraciones o grupos de estudio.
- 4-Se deben utilizar todo el tiempo gabachas para trabajar en el laboratorio, estas se deben mantener abrochadas siempre.
- 5-No se debe usar enaguas o zapatos abiertos en el laboratorio.
- 6-En caso de que se tenga el cabello largo, este se debe llevar recogido.
- 7-No se deben usar pulseras, colgantes, mangas anchas, ni prendas sueltas que puedan engancharse en equipos, máquinas o botar recipientes.

- 8-Antes de salir del laboratorio se deben lavar las manos y de ser posible la cara.
- 9-No se debe tener objetos personales en las mesas de trabajo.
- 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.
- 11-Se debe usar todo el tiempo que se encuentre en el laboratorio lentes de protección.
- 12-No se deben hacer bromas, gritar o interrumpir a los que están trabajando en el laboratorio.
- 13-Siempre que el trabajo lo requiera se debe utilizar el equipo de protección personal correspondiente.

Trabajo en los laboratorios

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. Posteriormente:

- 1-Se debe trabajar con orden, limpieza y sin prisa.
- 2-Siempre que se trabaje con sustancias peligrosas deberán estar presentes al menos dos personas del laboratorio.
- 3-Todo accidente debe ser comunicado a los encargados, jefes o directores de los laboratorios. Dichos funcionarios deberán poner en práctica los lineamientos presentes en el documento Institucional **“Lineamientos para la atención de emergencias con productos químicos”**, LURQ-UCR-002.
- 4-Las mesas de trabajo se deben mantener limpias y sin productos, libros, cajas o accesorios innecesarios para el trabajo que se está realizando.
- 5-Cuando se trabaje con sustancias peligrosas (tóxicas, corrosivas, volátiles, irritantes, entre otras) se debe hacer en capillas extractoras de gases.
- 6-No se deben realizar prácticas o usar equipos de trabajo sin conocimiento previo y sin autorización del responsable del laboratorio.
- 7-Si el experimento lo requiere, se deben usar los equipos de protección individual adecuados.
- 8-No se debe trabajar separado de las mesas (más de 3 cm).
- 9-No se debe pipetear con la boca, se debe emplear para esto peras o pipeteadores automáticos.
- 10-Siempre se debe verificar el buen estado del equipo o material de laboratorio, no se debe utilizar vidrio agrietado o en mal estado.
- 11-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.
- 12-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.
- 13-Se deben desconectar los equipos, agua y gas al terminar las sesiones de laboratorio.
- 14-Se debe dejar siempre el laboratorio limpio y ordenado al terminar de trabajar.
- 15-Siempre se deben utilizar y almacenar las mínimas cantidades de productos químicos.

16-Cuando un experimento se prolongue o se tenga que dejar más de un día, o se tenga que dejar equipo o reacciones 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**”, LURQ-UCR-005.

2.4.-Visitantes

El personal externo al laboratorio sólo podrá permanecer en este 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 se 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:

1-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 prologadas en el laboratorio.

2-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:

Personales y seguridad

Normas de trabajo generales

- 1-Transferir parte de los deberes de la persona a otro empleado o estudiante.
- 2-Cambiar el horario de trabajo de la persona (comenzar antes, trabajar más tarde o completar la práctica en otra sección del mismo laboratorio).
- 3-Proporcionar formación o atención especializada o personalizada.
- 4-Modificar instrucciones, procedimientos o manuales de referencia.
- 5-Proporcionar una supervisión adecuada.
- 6-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 las 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.

Instalaciones

1-Pasillos, accesos y salidas: Los pasillos, accesos y salidas del laboratorio deben cumplir con la ley 7600 (Ley de Igualdad de Oportunidades para las Personas con

Discapacidad) y sus reglamentos. Además, deben estar libres de obstáculos para permitir espacio suficiente para maniobrar una silla de ruedas. Cuando los pasillos son demasiado estrechos, se puede instalar una estación de laboratorio al final de las mesas de trabajo o se puede colocar en un área accesible una estación portátil. Siempre que sea posible, las estaciones se deben colocar cerca de una salida. Cuando sea necesario en los accesos y salidas del laboratorio se deben incluir rampas, además de proporcionar asistencia a las personas con discapacidad para asegurar que pueden salir de la instalación de forma segura.

2-Gabetas. Las gavetas asignadas a las personas con discapacidad deben estar equipadas con asas o dispositivos que faciliten la apertura de estas. Además, se debe acomodar la cristalería o equipo a una altura que no dificulte el trabajo de dichas personas.

3-Duchas de seguridad y lavaojos. Estos dispositivos de seguridad se deben colocar a lo largo de un pasillo accesible (sin barreras), preferiblemente se deben instalar separados (lavaojos y duchas), para acomodar a las personas con discapacidades en el caso de una emergencia. El Instituto Nacional Americano de Estándares (American National Standards Institute) solicita que los lavaojos y las duchas de emergencia se deben alcanzar en 10 segundos o menos (9). Lo que significa que la persona con discapacidad debe estar a pocos metros de estas instalaciones de seguridad. El mecanismo de acción de ambos dispositivos debe de ser de fácil accionar, esto incluye que la válvula de control (dispositivo que acciona la ducha), se debe instalar de manera que llegue a menos de 90 cm (3 pies) del piso, por si ocurre un derrame de productos químicos en la silla del usuario y este tenga que salir de la silla de ruedas.

Si la ducha de seguridad y el lavaojos ya se encuentran instalados y no se cumplen los criterios anteriores, se pueden hacer las siguientes adaptaciones:

a-Adaptar una cadena a la válvula de control de la ducha para cumplir con la distancia del piso a este dispositivo, para que las personas con discapacidad lo puedan accionar.

b-Adquirir dispositivos con disoluciones especiales para salpicaduras de productos químicos en los ojos (ver página 29).

c-Usar mangueras de drenaje retráctil que se asemejan a la manguera de rociado de un fregadero de la cocina, tal y como se muestra en la figura 1. Estas se pueden instalar en uno de los tubos de las pilas del laboratorio. Esta adaptación puede servir como lavaojos o como ducha de seguridad, la manguera debe proporcionar un chorro de agua de bajo impacto para evitar lesiones en los ojos.



Figura 1. Adaptaciones a tubos de pilas para usarse como dicha de seguridad o lavaojos.

4-Capillas extractoras para gases. Siempre debe haber una capilla accesible y disponible cuando la persona con discapacidad está haciendo experimentos que requieran una, por lo tanto, debe tener la altura suficiente para que, como mínimo, el pecho sobrepase el sobre de la capilla. Una alternativa a esto es que el asistente o un compañero hagan los trabajos requeridos por él en la capilla, o que la persona con discapacidad se pueda sentar en una mesa portátil de altura apropiada colocada frente a la capilla. También se podrían adquirir dispositivos similares a los de la figura 2. De hecho, estos pueden servir para ajustar el trabajo a capillas, mesas de laboratorio y anaqueles de almacenamiento.



Figura 2. Silla ajustable para labores en laboratorios.

5-Mesas de trabajo. Idealmente se debería construir como mínimo una mesa de trabajo en los laboratorios para personas discapacitadas, en este caso las medidas

recomendadas son: La parte superior de la superficie de trabajo debe estar a 76 cm (30 pulgadas) como mínimo del suelo, el fondo debe tener un espacio libre de 74 cm (29 pulgadas), la profundidad para trabajar debe ser por lo menos 51 cm (20 pulgadas) y el ancho de la mesa debe tener por lo menos 92 cm (36 pulgadas) (10).

3. IDENTIFICACIÓN Y ETIQUETADO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS

3.1-Etiquetas de sustancias químicas

Como normal 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. 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).
- 4-Indicaciones de peligros (frases H).
- 5-Consejos de prudencia (frases P).

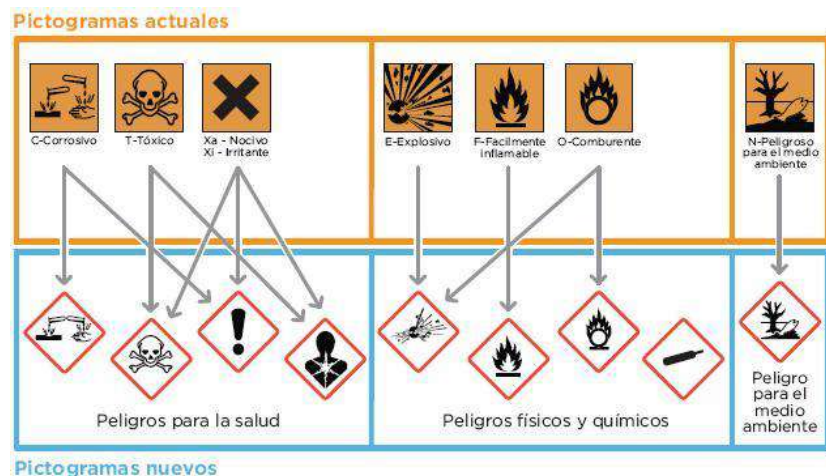


Figura 3. Pictogramas de peligrosidad de productos químicos.

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. Para el correcto etiquetado se deben ser las instrucciones del documento

Institucional “**Lineamientos para el Etiquetado de Recipientes con Sustancias Químicas**”, LURQ-UCR-006.

3.2-Ficha de datos de seguridad (FDS antiguas MSDS)

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 fisicoquímicas.
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).

4. ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS

En cuanto al almacenamiento de productos químicos, este debe seguir las directrices establecidas en el documento Institucional “**Lineamientos para el almacenamiento de sustancias químicas**”, LURQ-UCR-001. Aquí se dan las recomendaciones, requisitos y pasos necesarios para establecer y tener un almacén 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 externo al laboratorio para almacenar los productos químicos. Este debe estar correctamente señalizado y tener las condiciones adecuadas. Por lo tanto, solo se debe guardar en los laboratorios de la Unidad los productos imprescindibles de uso diario o con mucha rotación, siempre en la menor cantidad posible. Aparte del almacén principal, cada laboratorio debe tener un inventario de todas las sustancias químicas que haya en sus instalaciones.

Los productos con peligros especiales cancerígenos, muy tóxicos, inflamables y corrosivos, se deben aislar y almacenar en armarios adecuados y con acceso restringido (figura 4, lado izquierdo). 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 4, lado derecho). Los productos químicos muy reactivos (inflamables, explosivos, tóxicos, entre otros) se deben colocar siempre en los estantes inferiores (menos de 1 m de altura). Además, se debe tener un control estricto en los inventarios de las sustancias controladas, para más información se deben seguir las instrucciones del documento “**Guía para trámites relacionados con precursores y sustancias químicas esenciales**”, GURQ-UCR-012.



Figura 4. Armario de seguridad para almacenamiento de productos inflamables y corrosivos (izquierda) y estantería para productos químicos en general (derecha).

Para que el almacenamiento de productos químicos sea adecuado y cumpla con buenas normas de seguridad, siempre se deben seguir tres principios básicos: Reducir las cantidades, realizar una separación de los productos por incompatibilidades químicas y sustituir los productos muy peligrosos (cuando esto sea posible). Además, las sustancias químicas susceptibles de generar peróxidos (THF, éter etílico, sodio, entre otros), se les deberán realizar verificaciones periódicas para constatar la no generación de estos (según su poder de generación, LURQ-UCR-001).

En el caso que se tengan que almacenar cilindros, 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. Para almacenar y manipular cilindros de gas GLP se deben seguir los lineamientos del documento Institucional “**Lineamientos para la gestión de gas licuado de petróleo**”, LURQ-UCR-003.

4.1-Reducción de existencias

Como ya se mencionó, se debe seguir la máxima de almacenar tanto como sea necesario, pero tan poco como sea posible (reducir al mínimo las existencias). Este tipo de acción se hace particularmente necesaria en el caso de sustancias muy inflamables, muy

tóxicas, muy explosivas o corrosivas. También, incluye eliminar del laboratorio o almacén los productos químicos sin uso, con eliminar se refiere a sacar del almacén y no necesariamente darle un tratamiento (se pueden intercambiar, donar, entre otros).

4.2-Separación según compatibilidades

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 con 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 (sección manipulación y almacenamiento).

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.

4.3-Sustitución de productos

Siempre que sea posible se deben sustituir, los productos tóxicos o peligrosos por otros de menor riesgo. Para esto se debe realizar un estudio a fondo de los manuales de prácticas de laboratorio, de cada curso o proyecto de investigación que se vaya a llevar a cabo.

5. MANIPULACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS

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.

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 esta 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.).

6. TRANSPORTE DE PRODUCTOS QUÍMICOS

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 5). 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 de este al peso.



Figura 5. Diferentes modelos de carritos para transportar productos químicos.

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 6. 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 6. 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 7). Nunca se deben arrastrar o rodar. Esta regla también aplica para recipientes grandes plásticos o metálicos (estañones, figura 7).



Figura 7. 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 8) y de ser necesario por la base (dependiendo del peso del recipiente), nunca por la tapa o tapón.



Figura 8. 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).

7. 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:

7.1-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. Como mínimo se debe resaltar con marcador el lugar donde se golpeó.

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-Siempre que se vaya a trabajar con piezas de vidrio esmeriladas se debe colocar una capa fina de silicona entre las superficies de vidrio.

7-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.

8-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.

7.2-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.

7.3-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 esta (seguir lineamientos en REGQ-UCR-005).

No se debe utilizar multiconectores (regletas) o extensiones eléctricas de forma permanente. Además, estas no se deben saturar (figura 9).

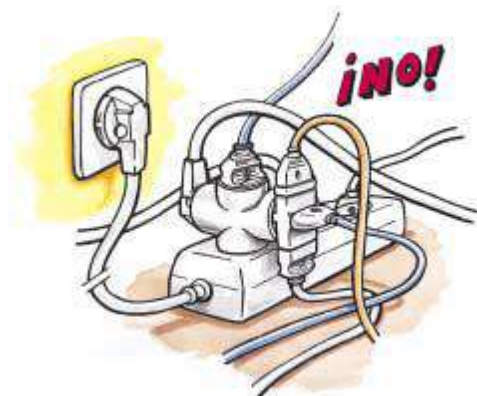


Figura 9. Mal uso de las regletas en el laboratorio.

7.4 OTROS

Operaciones con vacío o presión

Antes de iniciar los trabajos con vacío se debe verificar que las trampas estén en buen estado, para poder encender las bombas de vacío. Los sistemas que están al vacío siempre se deben abrir en forma lenta, para evitar explosiones. De ser posible, se debe trabajar en una capilla extractora de gases con puerta protectora antiexplosiones. Una vez terminada la operación, se debe asegurar que se restableció la presión atmosférica (se incluye aquí las estufas de vacío y desecadores).

Siempre que se trabaje con equipos que funcionen sobre $0,5 \text{ kg/cm}^2$ de presión, deben tener un sistema que permita medir la presión de trabajo y tener una válvula de seguridad. Además, se deben utilizar protectores faciales, lentes de seguridad y guantes de cuero, para trabajar con equipos a presión.

Equipos de secado y muflas

Para trabajos con muflas y estufas se debe verificar el buen estado de los aparatos. No se deben colocar productos químicos o equipo muy húmedos, se debe realizar un secado primario. Si el trabajo es con estufas, no se debe colocar productos volátiles con puntos de inflamación inferior a 63° C . Si se trabaja en mufla y se trata de un material combustible, se debe carbonizar previamente mediante un mechero, en la capilla extractora de gases. Se debe emplear solamente crisoles o cápsulas resistentes a altas temperaturas, para tomar el material, se debe usar pinzas de tamaño y material adecuado, y siempre usar guantes resistentes al calor.

8. ELIMINACIÓN DE RESIDUOS

El tratamiento de los residuos de los laboratorios universitarios es un campo de difícil solución, esto se agrava aún más porque los residuos no suelen estar adecuadamente envasados, identificados y almacenados. Por lo tanto, un plan de gestión de residuos debe incluir dichos puntos como parte importante de este. Además, la gestión se debe basar en el modelo del cono: Evitar, minimizar, reutilizar, coprocesar, tratar y por último eliminar (figura 10).



Figura 10. Modelo del cono en la correcta gestión de residuos.

Las principales familias de residuos que se encuentran en las Unidades y su correcta gestión son:

8.1-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 mencionar 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.

8.2-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 depositarán en los contenedores internos diseñados para la recolección de estos (figura 11, lado izquierdo). Una vez llenos, el responsable los trasladará al contenedor asignado para la Unidad (figura 11, lado derecho).

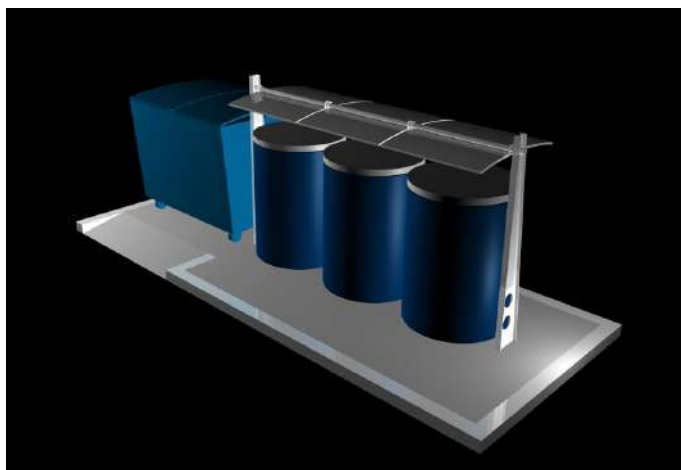


Figura 11. Recipientes contenedores para materiales reciclables

8.3-Vidrio de borosilicato

El vidrio de borosilicato (Pirex, Kimax, entre otros) se depositará en contenedores de paredes rígidas con tapa (puede ser basureros de polietileno), estos se deben situar en lugares seguros (donde haya poca circulación de estudiantes). Una vez llenos, el responsable los llevará al lugar de recolección (Laboratorio de Tratamiento de Residuos, LTR). En este sentido se deben seguir las indicaciones del documento Institucional “**Lineamientos para la Gestión de Residuos de Vidrio (cristalería y edificaciones)**”, LURQ-UCR-004. En el caso de los estudiantes, estos deben notificar al asistente de laboratorio el tipo de cristalería que se quebró en el momento que esto ocurra.

9. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

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 12). Lo más importante en este tipo de protección es que debe ser

individual (uno por persona) para evitar posibles contaminaciones, mal uso, entre otros. En el caso de dudas se deben seguir las instrucciones de documento “**Guía para Programa de Equipo de Protección Personal**”, GURQ-UCR-011.



Figura 12. Principales equipos de protección individual.

9.1-Protección de las manos

Siempre que el peligro de las sustancias químicas con las 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 corrosivas (ácidos, bases, oxidantes, deshidratantes), irritantes, tóxicas, nocivas u otras sustancias que penetren la piel (figura 13, lado derecho, neopreno o nitrilo).

2-La manipulación de sustancias, objetos o aparatos calientes o fríos (figura 13, parte central, guantes aislantes).

3-La manipulación de objetos de vidrio cuando hay peligro de rotura (figura 13, lado izquierdo, guantes tela gruesos).



Figura 13. Diferentes tipos de guantes de seguridad.

9.2-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 12). 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.

9.3-Uso de gabacha de laboratorio

A pesar de 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 de 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 14). Preferiblemente, ésta no debe tener botones sino cualquier tipo de broche fácil de abrir, ante una eventual emergencia.



Figura 14. Gabacha de uso para laboratorio.

9.4-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. Estas deben tener el filtro adecuado para las sustancias químicas con las cuales se esté trabajando, los más comunes se presentan en la figura 15, 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 amoníaco, uno para cloro-vapores de mercurio, otro para vapores ácidos-disolventes y por último uno para cloro-amoniaco. Siempre será preferible trabajar en la capilla extractora de gases a utilizar las mascarillas.



Figura 15. Principales filtros para mascarillas de seguridad, para el trabajo con productos químicos.

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.

9.5-¿Cuándo se deben usar los equipos de protección?

9.5.1-Los lentes de seguridad se deben usar siempre que se encuentren en las bodegas de productos químicos y el laboratorio.

9.5.2-Se utilizarán equipos de protección para vías respiratorias cuando:

- a-No se dé presencia de otro personal en el área de trabajo.
- b-Cuando el resto del personal presente en el área utilice respiradores apropiados a las características de la sustancia que se está utilizando.

Se recomienda utilizar respiradores y campanas de extracción cuando los productos tengan en sus etiquetas las siguientes frases de seguridad:

- H332 (R 20): Nocivo por inhalación
- H331 (R23): Tóxico por inhalación
- EUH029 (R29): En contacto con agua libera gases tóxicos
- EUH031 (R31): En contacto con ácidos libera gases tóxicos
- EUH032 (R32): En contacto con ácidos libera gases muy tóxicos
- H335 (R37): Irrita las vías respiratorias
- H336 (R67): La inhalación de vapores puede provocar somnolencia y vértigo.

Además, se debe trabajar en la capilla extractora de gases siempre que se realicen operaciones con sustancias que tengan las siguientes frases:

- Carcinogénicas: H350, H350i o H351 (R45, R49 o R40)
- Mutagénicas: H340, H371 o H370 (R46 o R68)
- Tóxicas para la reproducción: H360F, H360D, H360Df o H361d (R60, R61, R62, o R63)
- Alergénicas: H334 o H317 (R42 o R43)
- Muy tóxicas: H330, H310 o H300 (R26, R27 o R28)
- Corrosivas: H314 o H319 (R34, 35, 36)

También, cuando se exponen tales condiciones de trabajo (ventilación) en las fichas de datos de seguridad de las sustancias químicas.

9.5.3-Se recomienda utilizar guantes cuando los productos tengan en sus etiquetas las siguientes frases de seguridad:

H312 (R21) Nocivo en contacto con la piel.

H311 (R24) Tóxico en contacto con la piel.

H 310 (R27) Muy tóxico en contacto con la piel.

H341 (R34) Provoca quemaduras.

H314 (R35) Provoca quemaduras graves.

H315 (R38) Irrita la piel.

H317 (R43) Posibilidad de sensibilización en contacto con la piel.

EUH066 (R66) La exposición repetida puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel.

10. EQUIPOS DE SEGURIDAD (protección colectiva)

10.1-Extintores

Se deben colocar en todos los laboratorios, almacenes y zonas de oficinas de la Unidad 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 de la UCR. 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).

10.2-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.

10.3-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 16, lado izquierdo) o separados. Si se encuentran separados se recomienda que se encuentren próximos (figura 16, imagen central y derecha). 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 16. Duchas y lavaojos de seguridad.

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 ojo 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.

Una alternativa a los lavaojos son los dispositivos con disoluciones especiales para salpicaduras de productos químicos en los ojos, tal y como se muestra en la figura 17.



Figura 17. Dispositivos especiales para salpicaduras de productos químicos en los ojos.

10.4-Luces de emergencia

Son necesarias en los laboratorios, el sótano o edificio en general, si se trabaja de noche o no tiene suficiente luz natural. En caso de que haya un corte en el flujo eléctrico, se deben tener luces de emergencia en una cantidad suficiente para no entorpecer la evacuación del lugar.

11. 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 Unidad y los lineamientos Institucionales descritos en el documento **“Lineamientos para la atención de emergencias con productos químicos”**, LURQ-UCR-002.

Además, en todo laboratorio se debe colocar en un lugar visible 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.

11.1-Procedimientos para evacuación del edificio

En el caso de ocurrir una emergencia que requiera la evacuación del edificio, la decisión deberá ser tomada por el director de las Unidades o la Comisión de Seguridad e Higiene de la Unidad. Los pasos que se deben seguir deben estar escritos en un protocolo. 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 Unidad 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 de este, 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 Unidad.

11.2-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 (ver definición en el Anexo 12.2) para evitar la contaminación de aguas, alcantarillas, entre otros, se debe aislar el derrame, tal y como se muestra en la figura 18 (lado izquierdo). Por el contrario, en derrames grandes lo que se debe aislar es la fuente que se puede contaminar (lado derecho figura 18).

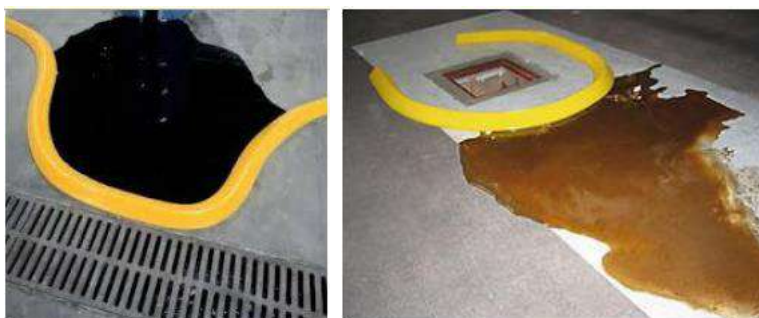


Figura 18. Diferentes maneras de aislar un derrame dependiendo del tamaño de este.

11.3-Fuego 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 (nunca utilizar agua para apagar el fuego provocado por la inflamación de un disolvente o circuito eléctrico). 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.

11.4-Quemaduras térmicas

Si le 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 o 15 minutos. Si hubiera ropa pegada a la piel, esta no se debe quitar. No se

deben aplicar cremas a menos que se encuentren en el botiquín y estén dentro de la lista oficial de medicamentos de la UCR. 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.

11.5-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.

11.6-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, lavajos 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.

11.7-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.

12-ANEXOS

Anexo 12.1-Números telefónicos importantes

DEPENDENCIAS INTERNAS

1-Guardia Universitaria

Sección de Seguridad y Tránsito: 2511-5543

Emergencias: 2511-4911

2-Servicios Médicos

Oficina de Bienestar y Salud: 2511-5807

Emergencias: 2511-4769 ó 2225-6981

Emergencias (Ambulancia): 2511-4422

3-Regencia Química Institucional: 2511-8513/8847-3775

DEPENDENCIAS EXTERNAS

Centro Nacional de Intoxicaciones: 2523-3600

Emergencias: 911

Anexo 12.2-Resistencia de los guantes de uso personal

COMPUESTO QUÍMICO	COMPOSICIÓN DE LOS GUANTES			
	Látex	Neopreno	Nitrilo	Butilo
Ácidos				
Ácido clorhídrico 38%	B	E	B	B
Ácido fluorhídrico 48%	B	E	B	B
Ácido fosfórico	B	E	B	B
Ácido nítrico 70%	M	B	I	B
Ácido sulfúrico 95%	E	E	R	B
Ácido acético	E	E	B	B
Aminas				
Anilina	R	R	B	B
Dietilamina	R	B	E	NC
Disolventes aromáticos				
Benceno	M	I	B	NC
Tolueno	M	M	E	M
Xileno	M	I	B	R
Acetona	E	B	I	B
Disolventes				

Cloroformo	M	B	B	R
Diclorometano	R	B	B	NC
Tetracloruro de carbono	M	R	B	M
Hexano	M	R	E	NC
Acetato de etilo	I	B	B	B
Disulfuro de carbono	M	R	B	M
Peróxido de hidrógeno	B	B	B	B

E = excelente **B** = bueno **R** = regular **I** = inferior **M** = malo **NC** = no comprobado

Anexo 12.3-Atención de derrames

La clasificación de los derrames y el tipo de tratamiento que se debe seguir en cada caso se presentan en el cuadro I. El tratamiento y la atención de la emergencia se deben ser llevadas a cabo por personal con conocimientos químicos, siempre y cuando el derrame no sea con sustancias tóxicas, en cuyo caso siempre se debe notificar al Comité de Salud Ocupacional y a la Unidad de Regencia Química Institucional.

Cuadro I. Clasificación y tratamiento de los derrames en los laboratorios químicos.

Categoría	Cantidad	Respuesta	Materiales para usar
Pequeño	Menos de 300 ml	Tratamiento Químico	Reactivos específicos
Mediano	De 300 ml a 5 l	Absorción	Kit absorción
Grande	Más de 5 l	Llamar a ETMEQ	*

PROCEDIMIENTOS	
Sustancia derramada	Procedimiento
Ácido fluorhídrico	Solución de hidróxido de calcio o de carbonato de calcio
Aldehídos	Solución de bisulfito de sodio en exceso
Aminas	Bisulfato de sodio, ácido sulfúrico diluido (pH=5-6) o ácido sulfámico
Derivados de ácidos orgánicos	Bicarbonato de sodio
Bromuro de etidio	Carbón activo, Amberlita XAD-16 o Azul algodón (colorante)
Cetonas	Solución de bisulfito de sodio en exceso.
Cianuros	Solución de hipoclorito de sodio, se deja en reposo por 24 horas. Se debe mantener siempre un pH básico

Compuestos orgánicos con azufre	Solución de hipoclorito de sodio en exceso y agua jabonosa con hipoclorito de sodio
Fluoruros	Solución de cloruro de calcio
Halogenuros orgánicos	Mezcla de carbonato de sodio, diatomita y arena (1:1:1 en masa) en exceso, lavar con agua y jabón el lugar
Metales alcalinos	Alcohol isopropílico en exceso
Disoluciones de Metales pesados	Formar derivados insolubles o recoger y precipitar a continuación
Oxidantes	Solución de algún reductor (bisulfitos, tiosulfatos) 6 mol/L y se neutraliza
Peróxidos	Mezcla de carbonato de sodio, diatomita y arena (1:1:1 en masa) en exceso
Reductores	Carbonato de sodio y agua hasta formar una suspensión, se deja reposar por 2 horas y se neutraliza
Sales inorgánicas	Carbonato de sodio, se deja reposar por 24 horas y se neutraliza con HCl 6 mol/L
Sulfuros	Solución de hipoclorito de sodio en exceso y agua jabonosa con hipoclorito de sodio

13-BIBLIOGRAFÍA

- 1-Hackett, W. J. y Robbins, G. P. Manual técnico de seguridad. Representaciones y servicios de ingeniería S.A. México D.F.,1989.
- 2-Rivera, F. P. Sustancias Químicas y peligrosas: Selección, Manipulación, Uso y Almacenamiento. Cámara de Industrias de C. R. San José, 2005.
- 3-Bernabei, D. Seguridad, Manual para el laboratorio. Merck, Darmstadt, 1994.
- 4-Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Gestión racional y sostenible de sustancias químicas. Nairobi, 2008.
- 5-Regencia Química UCR. Lineamientos para el Almacenamiento de Sustancia Químicas. UCR, San Pedro, 2010.
- 6-Regencia Química UCR. Instructivo para el Manejo de Residuos Químicos. UCR, San Pedro, 2009.
- 7-Regencia Química UCR. Lineamientos para la Atención de Emergencias con Productos Químicos. UCR, San Pedro, 2009.
- 8-American Chemical Society, Guidelines and Recommendations for the Teaching of High School Chemistry. Washington, 2012.
- 9-ANSI Z35859.1-1990, Standard Requirements, 4.6.1 and 7.4.4.
- 10-Teaching Chemistry to Students with Disabilities: A Manual for High Schools, Colleges, and Graduate Programs, ACS, 2001.

**MANUAL DE SEGURIDAD PARA
LABORATORIOS DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**



He recibido el Manual de Seguridad para Laboratorios de la UCR, me comprometo a leer y cumplir con las medidas preventivas básicas del trabajo en el laboratorio descritas en dicho documento.

No cédula: _____

Fecha: _____

Nombre y firma: _____