

IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS EN EL LABORATORIO DE SÍNTESIS ORGÁNICA

José Á. Millán-Cortés ^{a*}, Kevin Mondragón-Hernández ^a, Jaime, G. Ibarra-Gutiérrez ^a, Clara Alba-Betancourt ^a, César R. Solorio-Alvarado ^a

^a Universidad de Guanajuato, Campus Guanajuato, División de Ciencias Naturales y Exactas, Departamento de Química, Noria Alta s/n, Col. Noria Alta, C.P. 36050, Guanajuato, Guanajuato, México.

ja.millancortes@ugto.mx

Resumen

El uso de los reactivos en el laboratorio de síntesis orgánica confiere al personal encargado de su manipulación, tomar las precauciones pertinentes para el manejo de estos. Con el fin de garantizar la seguridad y prevenir consecuencias adversas para la salud del personal de laboratorio. Es por ello, que se emplea el seguimiento de las prácticas prudentes del laboratorio, lo que nos garantiza la seguridad del personal y la calidad del trabajo experimental. Lo que nos lleva a implementar correctamente el uso del equipo de protección personal (EPP) y el reconocimiento adecuado de los reactivos que implementamos en la práctica a seguir. Se han creado organismos, los cuales su tarea primordial es la clasificación y comunicación de los peligros que pueden conllevar la manipulación de los productos químicos. Anteriormente, cada país presentaba su propio organismo o en dado caso, tomaban la clasificación impuesta por los países de primer mundo (diamante de NFPA implementado por Estados Unidos o el reglamento CLP utilizado por la unión europea). No obstante, este tipo de clasificación independiente de cada país genera confusión y problemas de seguridad, además, a la hora de comercializar los productos internacionalmente, los costos aumentaban, debido a la adaptación de dichos productos a la normativa vigente de ese país receptor. Por esta razón, surgió la necesidad de armonizar y estandarizar la comunicación de los productos químicos. Para esto, en el año de 1992 se creó el Sistema Globalmente Armonizado para la Clasificación y Etiquetado de Productos Químico (SGA), garantizando la comprensión mediante un sistema de clasificación unificado. El presente artículo de divulgación se centra en las prácticas prudentes de laboratorio, enfatizando en el uso correcto del equipo de protección personal y la implementación del SGA.

Palabras clave: Prácticas Prudentes De Laboratorio; Equipo De Protección Personal; Clasificación De Productos Químicos; Sistema Globalmente Armonizado; Síntesis Orgánica.

IDENTIFICATION OF HAZARDS IN THE ORGANIC SYNTHESIS LABORATORY

Abstract

The use of reagents in the organic synthesis laboratory requires personnel handling them to take appropriate precautions to ensure safety and prevent adverse health consequences for laboratory staff. Therefore, following prudent laboratory practices is essential, guaranteeing personnel safety and the quality of experimental work. This includes the correct use of personal protective equipment (PPE) and proper identification of the reagents used in the procedures. Organizations have been established whose primary task is the classification and communication of the hazards associated with handling chemical products. Previously, each country had its own organization or, in some cases, adopted the classification system established by developed countries (such as the NFPA diamond system implemented by the United States or the CLP regulation used by the European Union). However, this type of country-independent classification generates confusion and safety problems. Furthermore, when marketing products internationally, costs increase due to the need to adapt these products to the regulations of the receiving country. For this reason, the need arose to harmonize and standardize the communication of chemical products. To this end, the Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS) was created in 1992, ensuring understanding through a unified classification system. This article focuses on prudent laboratory practices, emphasizing the correct use of personal protective equipment and the implementation of the GHS.

Keywords: Prudent Laboratory Practices; Personal Protective Equipment; Classification of Chemicals; Globally Harmonized System; Organic Synthesis.

1. Introducción

El desarrollo de nuevos fármacos se sustenta en el descubrimiento o en la modificación de moléculas, donde los químicos orgánicos proporcionan los métodos y técnicas para la creación de compuestos novedosos (Cook y col., 2023). Aunque los accidentes de seguridad del laboratorio químico se derivan de diversos factores, por acciones irresponsables del personal, metodologías irracionales, y sobre todo el uso de reactivos peligrosos, por esta razón el laboratorio de química orgánica tiene el potencial de ser muy peligroso (Wang y col., 2025). Ejemplificando, el uso de solventes orgánicos puede generar irritación (cutánea y ocular), presentar potencial carcinogénico, y ser inflamables. Otro ejemplo es el empleo de ácidos y bases, utilizados por su alta reactividad. Esta cualidad les presenta propiedades corrosivas, tóxicas, explosivas e inflamables (American Chemical Society, 2017). Por esta razón, para garantizar la seguridad del personal del laboratorio, es crucial la capacitación de los químicos orgánicos, desarrollando habilidades que les permitan identificar los peligros químicos, presentes en la hoja de seguridad y en el etiquetado de los reactivos de laboratorio.

2. ¿Qué son los Peligros Químicos?

Los peligros químicos son aquellas sustancias (sólidas, líquidas, gases, vapores o polvos) o mezclas que por sus propiedades fisicoquímicas representan daños potenciales contra la salud, llegando a generar desde irritaciones leves, hasta enfermedades crónicas como el cáncer, además del daño medio ambiental provocando contaminación y desequilibrio en los ecosistemas (Occupational Safety and Health Administration, 2024). Entre las sustancias químicas presentes en el laboratorio se incluyen agentes que pueden generar:

- Peligros físicos: Propiedades físicas inherentes de las sustancias químicas que pueden provocar daños al entorno y al personal que las manipule (explosiones, incendios, reacciones exotérmicas peligrosas y corrosión de metales) (United Nations, 2025).
- Peligros para la salud: Son los efectos adversos que se desencadenan en el organismo por la exposición a sustancias con propiedades tóxicas, carcinogénicas, corrosivas, irritantes, sensibilizantes, que generen daño en órganos específicos (pulmones, riñones, hígado, a nivel de sistema

nervioso central, membranas mucosas, etc.) (United Nations, 2025).

- Peligros ambientales: Es la capacidad de las sustancias de persistir y distribuirse en el medio ambiente y generar efectos tóxicos en organismos, incluyendo al ser humano (Schwarzenbach y col., 2017).

2.1 Medidas preventivas del laboratorio

Para prevenir siniestros a la hora de experimentar, además de la identificación de los peligros químicos, se deben de seguir y respetar las precauciones de seguridad, sin excepciones, para salvaguardar la integridad personal y no poner en riesgo a los compañeros de laboratorio. Para esto el seguimiento de las prácticas prudentes de laboratorio reducen en gran medida el riesgo de sufrir algún tipo de accidente laboral.

Las prácticas prudentes del laboratorio son un conjunto de normas que garantizan la seguridad y la reproducibilidad del experimento que estamos realizando. Estas prácticas incluyen el reconocimiento de las propiedades fisicoquímicas y de peligro de

los reactivos empleados, el uso correcto del equipo de protección personal (EPP) y el mantenimiento y limpieza del laboratorio de síntesis orgánica (National Research Council, 2011).

2.2 Reconocimiento de los peligros

Para el personal experimental, es de suma importancia identificar los potenciales factores de riesgo que conlleva la manipulación de los productos químicos. Para esto se deben de comprender las propiedades fisicoquímicas de los reactivos y sobre todo hacer uso de las normas estandarizadas, donde su objetivo es la comunicación de la clase de peligro a los cuales el experimentador de primera línea está expuesto (American Chemical Society. s.f.). Comúnmente se emplea la información del Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (SGH), diseñado con el fin de clasificar y definir los peligros de las sustancias químicas.

El SGH permite identificar tres clases de peligros:

- Peligros físicos.
- Peligros para la salud.
- Peligros ambientales.

Las herramientas que brinda el SGH para la comunicación de peligros consta de un código asignado, la clase y categoría de

peligro, palabras de advertencia, y pictogramas (Tabla 1) (United Nations, 2025).

Tabla 1. Asignación de Peligro por el SGH

Código	Indicación de peligro	Clase de Peligro	Categoría	Palabra de advertencia	Pictograma
H200	Suprimido				
H201	Suprimido				
H202	Suprimido				
H203	Suprimido				
H204	Peligro de incendio o proyección	Explosivos	2B, 2C	Atención	
H205	Suprimido				
H206	Peligro de incendio, onda expansiva o proyección; mayor riesgo de explosión si se reduce el agente insensibilizante	Explosivos insensibilizados	1	Peligro	
H207	Peligro de incendio o proyección; mayor riesgo de explosión si se reduce el agente insensibilizante	Explosivos insensibilizados	2	Peligro	
			3	Atención	
H208	Peligro de incendio; mayor riesgo de explosión si se reduce el agente insensibilizante	Explosivos insensibilizados	4	Atención	
H209	Explosivo	Explosivos	1, 2A	Peligro	
H210	Explosivo; muy sensible	Explosivos	1	Peligro	
H211	Explosivo; puede ser sensible	Explosivos	1	Peligro	
H220	Gases extremadamente inflamables	Gases inflamables	1A	Peligro	
			1B	Peligro	
H221	Gas inflamable	Gases inflamables	2	Atención	
H222	Aerosol extremadamente inflamable	Aerosoles	1	Peligro	
H223	Aerosol inflamable	Aerosoles	2	Atención	
H224	Líquidos y vapores extremadamente inflamable	Líquidos inflamables	1	Peligro	
H225	Líquidos y vapores muy inflamable	Líquidos inflamables	2	Peligro	
H226	Líquidos y vapores inflamable	Líquidos inflamables	3	Atención	
H227	Líquidos combustibles	Líquidos inflamables	4	Atención	Sin símbolo
H228	Sólido inflamable	Sólidos inflamables	1	Peligro	

			2	Atención	
H229	Contiene gas a presión: Puede reventar si se calienta	Aerosoles	1	Peligro	
			2	Atención	
			3	Atención	Sin símbolo
H230	Puede explotar incluso en ausencia de aire	Gases inflamables	1A, gas químicamente inestable A	Peligro	
H231	Puede explotar incluso en ausencia de aire; a presión y/o temperaturas elevadas	Gases inflamables	1A, gas químicamente inestable B	Peligro	
H232	Puede inflamarse espontáneamente en contacto con el aire	Gases inflamables	1A, gas pirofórico	Peligro	
H240	Puede explotar al calentarse	Sustancias autorreactivas; y peróxidos orgánicos	Tipo A	Peligro	
H241	Puede incendiarse o explotar al calentarse	Sustancias autorreactivas; y peróxidos orgánicos	Tipo B	Peligro	
					
H242	Puede incendiarse al calentarse	Sustancias autorreactivas; y peróxidos orgánicos	Tipos C y D	Peligro	
			Tipos E y F	Atención	
H250	Se inflama espontáneamente en contacto con el aire	Líquidos pirofóricos; Sólidos pirofóricos	1	Peligro	
H251	Se calienta espontáneamente; puede inflamarse	Sustancias que experimentan calentamiento espontaneo	1	Peligro	
H252	Se calienta espontáneamente en grandes cantidades; puede inflamarse	Sustancias que experimentan calentamiento espontaneo	2	Atención	
H260	En contacto con el agua desprende gases inflamables que pueden inflamarse espontáneamente	Sustancias que, en contacto con el agua, desprenden gases inflamables	1	Peligro	
H261	En contacto con el agua desprende gases inflamables	Sustancias que, en contacto con el agua, desprenden gases inflamables	2	Peligro	
			3	Atención	

H270	Puede provocar o agravar un incendio; comburente	Gases comburentes	1	Peligro	
H271	Puede provocar un incendio o una explosión; muy comburente	Líquidos comburentes; Sólidos comburentes	1	Peligro	
H272	Puede agravar un incendio; comburente	Líquidos comburentes; Sólidos comburentes	2	Peligro	
			3	Atención	
H280	Contiene gas a presión; puede explotar si se calienta	Gases a presión	Gas comprimido, licuado, disuelto	Atención	
H281	Contiene gas refrigerado; puede provocar quemaduras o lesiones criogénicas	Gases a presión	Gas licuado refrigerado	Atención	
H282	Producto químico a presión extremadamente inflamable; puede explotar si se calienta	Productos químicos a presión	1	Peligro	
H283	Producto químico a presión inflamable; puede explotar si se calienta	Productos químicos a presión	2	Atención	
H284	Producto químico a presión; puede explotar si se calienta	Productos químicos a presión	3	Atención	Sin símbolo
H290	Puede ser corrosiva para los metales	Sustancias corrosivas para los metales	1	Atención	
H300	Mortal en caso de ingestión	Toxicidad aguda por ingestión	1, 2	Peligro	
H301	Tóxico en caso de ingestión	Toxicidad aguda por ingestión	3		
H302	Nocivo en caso de ingestión	Toxicidad aguda por ingestión	4	Atención	
H303	Puede ser nocivo en caso de ingestión	Toxicidad aguda por ingestión	5	Atención	-
H304	Puede ser mortal en caso de ingestión y de penetración en las vías respiratorias	Peligro por aspiración	1	Peligro	
H305	Puede ser nocivo en caso de ingestión y de penetración en las vías respiratorias	Peligro por aspiración	2	Atención	
H310	Mortal en contacto con la piel	Toxicidad aguda por vía cutánea	1, 2	Peligro	
H311	Tóxico en contacto con la piel	Toxicidad aguda por vía cutánea	3		

H312	Nocivo en contacto con la piel	Toxicidad aguda por vía cutánea	4	Atención	
H313	Puede ser nocivo en contacto con la piel	Toxicidad aguda por vía cutánea	5	Atención	-
H314	Puede provocar graves quemaduras en la piel y lesiones oculares	Corrosión/irritación cutánea	1A, 1B y 1C	Peligro	
H315	Provoca irritación cutánea	Corrosión/irritación cutánea	2	Peligro	
H316	Provoca una leve irritación cutánea	Corrosión/irritación cutánea	3	Atención	
H317	Puede provocar una reacción cutánea alérgica	Sensibilización cutánea	1, 1A, 1B	Atención	
H318	Provoca lesiones oculares graves	Lesiones oculares graves/irritación ocular	1	Peligro	
H319	Provoca irritación ocular grave	Lesiones oculares graves/irritación ocular	2A	Atención	
H320	Provoca irritación ocular grave	Lesiones oculares graves/irritación ocular	2B	Atención	-
H330	Mortal si se inhala	Toxicidad aguda por inhalación	1, 2	Peligro	
H331	Tóxico si se inhala	Toxicidad aguda por inhalación	3		
H332	Nocivo si se inhala	Toxicidad aguda por inhalación	4	Atención	
H333	Puede ser nocivo si se inhala	Toxicidad aguda por inhalación	5	Atención	-
H334	Puede provocar síntomas de alergia o asma o dificultades respiratorias si se inhala	Sensibilización respiratoria	1, 1A, 1B	Peligro	
H335	Puede irritar las vías respiratorias	Toxicidad específica de órganos diana; irritación de las vías respiratorias	3	Atención	
H336	Puede provocar somnolencia o vértigo	Toxicidad específica de órganos diana; efecto narcótico	3		

H340	Puede provocar defectos genéticos	Mutagenicidad en células germinales	1A, 1B	Peligro	
H341	Susceptible de provocar defectos genéticos	Mutagenicidad en células germinales	2	Atención	
H350	Puede provocar cáncer	Carcinogenicidad	1A, 1B	Peligro	
H351	Susceptible de provocar cáncer	Carcinogenicidad	2	Atención	
H360	Puede perjudicar la fertilidad o dañar al feto	Toxicidad para la reproducción	1A, 1B	Peligro	
H361	Susceptible de perjudicar la fertilidad o dañar al feto	Toxicidad para la reproducción	2	Atención	
H373	Puede provocar daños en los órganos, tras exposiciones prolongadas o repetidas	Toxicidad específica en órganos diana (exposiciones repetidas)	2	Atención	

*Para consultar la tabla completa, consúltese *Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals Rev. 11*

En primera instancia la etiqueta del recipiente de los reactivos nos transmite el grado de peligrosidad inmediato de manera general,

mediante el uso de pictogramas y la leyenda de advertencia. Tomando como ejemplo el mesitileno (Figura 1).



Figura 1. Ejemplo del etiquetado del Mesitileno, enfatizando en los símbolos de seguridad

Para obtener información adicional de la identificación de los peligros de la sustancia se consulta a las fichas de datos de seguridad, que incluyen un código, categoría, clase e

indicaciones de peligro, asimismo palabras de advertencia, síntomas de exposición, reactividad, y estabilidad del reactivo.

Se tomará como ejemplo la ficha de datos de seguridad de nueva cuenta del mesitileno, enfatizando únicamente en los datos proporcionados por el sistema globalmente armonizado, complementando con esto la

información que proporciona la etiqueta del envase del reactivo (Figura 2).

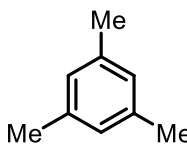
Nombre del reactivo: Mesitileno		
Clasificación del SGH		
Líquidos inflamables	:	Categoría 3
Irritación cutánea	:	Categoría 2
Irritación ocular	:	Categoría 2A
Toxicidad específica de órganos diana (exposición única)	:	Categoría 3 (Sistema respiratorio)
Peligro de aspiración	:	Categoría 1
Peligro para el medio ambiente acuático (toxicidad aguda)	:	Categoría 3
Peligro para el medio ambiente acuático (peligro crónico)	:	Categoría 2
Elementos etiquetados SGH		
Pictogramas de peligro	:	  
Palabra de Advertencia	:	Peligro
Indicaciones de Peligro	:	H226 Líquidos y vapores inflamable.
	:	H304 Puede ser mortal en caso de ingestión y de penetración de las vías respiratorias.
	:	H315 Provoca irritación cutánea.
	:	H319 Provoca irritación ocular grave.
	:	H335 Puede irritar las vías respiratorias si se inhala
	:	H402 Nocivo para los organismos acuáticos
	:	H411 Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos duraderos

Figura 2. Ficha de datos de seguridad del mesitileno, enfatizando en los elementos proporcionados por el SGA

3. Equipo de protección personal

El EPP se emplea para eliminar o minimizar el riesgo de sufrir un accidente dentro del

laboratorio de química. El EPP empleado va a depender de la metodología que se esté aplicando. Habitualmente se incluyen

protectores oculares, guantes y vestimenta adecuada.

- **Protectores oculares:** Utilizados para evitar cualquier tipo de salpicadura o explosiones, y prevenir daños graves oculares, como irritación o corrosión. (California State University, s. f.).

- **Guantes:** Se requiere el uso de guantes adecuados para el manejo de sustancias químicas. El tipo de material a elegir va a depender en gran medida de la capacidad de penetración del producto químico, ejemplificado en la siguiente tabla (Tabla 2) (Dartmouth College, 2024).

Tabla 2.- Materiales de guantes empleados en el laboratorio de química orgánica

Material	Uso
Butilo	Resistente a aldehídos, cetonas y esteres
Nitrilo	Usados más comúnmente en el laboratorio de química orgánica por su resistencia a la penetración y abrasión
Neopreno	Amplia gama de ácidos, cáusticos y alcoholes.
PVC	Resiste ácidos y cáusticos, excluyendo disolventes orgánicos
Látex/caucho natural	No apropiados
Laminados flexibles	Su tecnología emplea 5 capas plásticas, ofreciendo la mejor protección en la mayoría de los casos

- **Vestimenta apropiada:** la ropa implementada debe de minimizar la cantidad de piel expuesta, ofreciendo protección contra salpicaduras y derrames. Para evitar accidentes la vestimenta corta o muy holgada y el uso de accesorios (por ejemplo, collares, corbatas, anillos, etc.) está prohibida. Es imprescindible el uso de bata, que sea resistente a las llamas o 100% de algodón. El

calzado debe de cubrir en su totalidad los pies y los dedos y ofrecer la mayor estabilidad posible, evitando el uso de zapatos fabricados con material poroso. El cabello que sobre pase los hombros deben de ser recogido, (American Chemical Society, 2017).

4. Conclusión

En resumen, se exponen dos puntos principales de las prácticas prudentes de laboratorio, que es el reconocimiento de los peligros de las sustancias químicas y el correcto uso del equipo de protección personal. Por ello, es necesario la capacitación constante de los químicos experimentales para la prevención de accidentes. No obstante, en este artículo de divulgación, únicamente se expone la identificación de peligros, lo cual es conveniente consultar dentro de la misma guía del Sistema Globalmente Armonizado, los consejos de prudencia, y manuales del equipo de protección personal.

Referencias bibliográficas

American Chemical Society. (2017). Safety in Academic Chemistry Laboratories. 8th Edition.

American Chemical Society. (s.f.). *What Is RAMP?* <https://institute.acs.org/acs-center/lab-safety/safety-basics-and-ramp/what-is-ramp.html>.

California State University (s. f.). Topic 1: Safety in the Organic Chemistry Laboratory. https://www.csub.edu/chemistry/files/Topic1_Safety.pdf.

Cook, A. (2023). Medicinal and organic chemistry and The Goals of medicinal chemistry. *Journal of Medicinal and Organic Chemistry*, 1(2).

Dartmouth College (2024). *Personal Protective Equipment in Chemistry*. <https://ehs.dartmouth.edu/laboratory-research-safety/chemical-safety/personal-protective-equipment-chemistry>.

National Research Council (2011). *Prudent Practices in the Laboratory: Handling and Management of Chemical Hazards*.

Occupational Safety and Health Administration (2024). *Types of Chemical Hazards in the Workplace*. <https://www.osha.com/blog/types-of-chemical-hazards>.

Schwarzenbach, R. P.; Gschwend, P. M.; Imboden, D. M. (2017). *Environmental Organic Chemistry: 3rd ed.* John Wiley & Sons, Inc.

United Nations. (2025). *Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS Rev. 11)*.

Wang, W., Su, Y., Cao, H., & Li, D. (2025). Enhancing Chemical Laboratory Safety with Hazards Risks Mitigation and Strategic Actions. *Laboratories*, 2(1), 5.