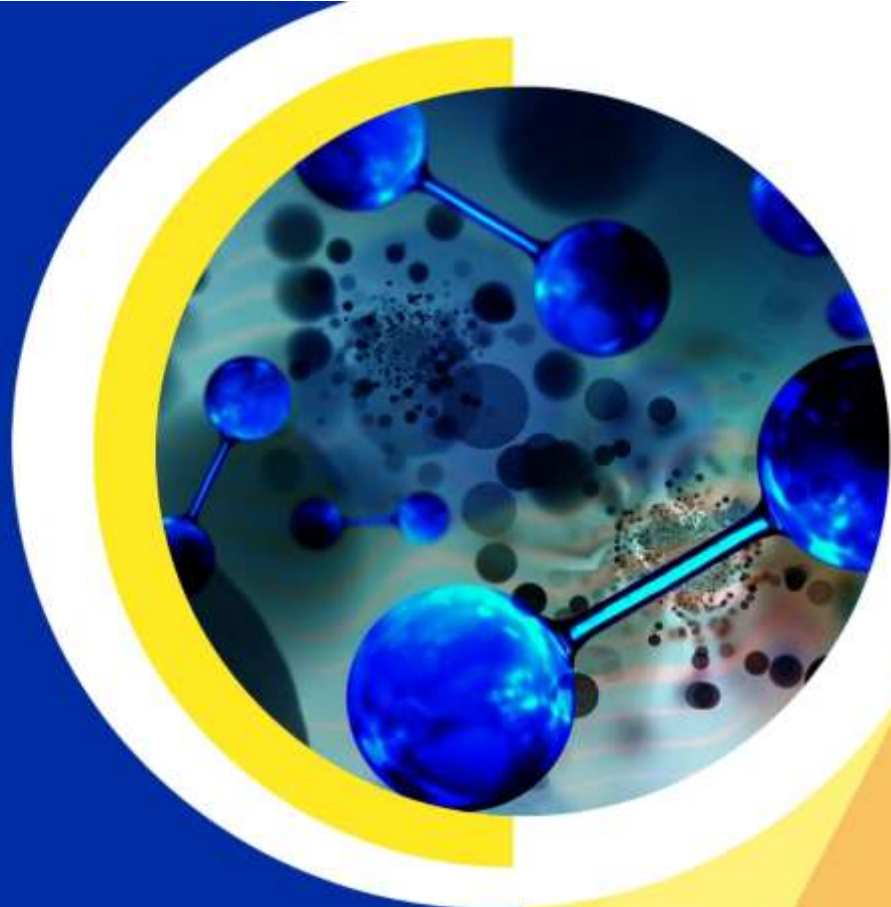




Introducción a la Química y Toxicología Forense

Carlos Alejandro Goitia Cortez

Introducción a la Química y Toxicología Forense

Primera edición

Carlos Alejandro Goitia Cortez

**La información básica que debe conocer el perito o profesional
en química y toxicología forense**

Título: Introducción a la Química y Toxicología Forense

Autor: Carlos Alejandro Goitia Cortez

Introducción: Carlos Alejandro Goitia Cortez

Prólogo: César José D Pool Fernández

Créditos:

Portada: Francelis Carolina Chávez Vargas

Derecho de Autor N° QUI-064626 : 30-oct-2023

ISBN N° 978-9942-45-048-7 : 07-nov-2023

Aval Académico de la Universidad Central del Ecuador

Quito – Ecuador

1ra. Edición noviembre 2023

Reservados todos los derechos de autor. El contenido de esta obra está protegido por la ley. Prohibida su reproducción total o parcial, arreglo u otra transformación, así como su incorporación a sistemas informáticos, su traducción, comunicación pública, adaptación, transmisión en cualquier forma o por cualquier medio, sea este electrónico, mecánico, por fotocopia, por grabación u otros métodos, sin autorización expresa y por escrito del autor.

Dedicatoria

A mis estudiantes de Química y Toxicología

A la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Central del Ecuador

A la Carrera de Laboratorio Clínico de la Universidad Central del Ecuador

A la Facultad de Farmacia de la Universidad Santa María

A mi esposa Carolina y a mis hijas: Amelia C., Isabel C., María E. y Leymar C.

A mis padres, los Profesores Carlos Goitia Deleones y Emma Cortez de Goitia

Al universo, a esa entidad divina en la cada uno cree y tiene fe, por permitirme
materializar esta obra en beneficio de la educación y la ciencia

Índice

	Pág.
Prólogo.....	11
Introducción.....	13
Capítulo 1. Bioseguridad en el Laboratorio.....	19
Capítulo 2. Formas Farmacéuticas.	39
Capítulo 3. Factores que Afectan la Velocidad de Disolución de un Fármaco.....	55
Capítulo 4. Detección Cualitativa de Múltiples Metabolitos en Muestras de Orina Humana. Inmunoensayo.....	61
Capítulo 5. Breve Historia de las Drogas.....	71
Capítulo 6. Drogas. Concepto. Clasificación.....	109
Capítulo 7. Nomenclatura Inorgánica.....	115
Capítulo 8. Nomenclatura Orgánica.....	137
Capítulo 9. Reacciones Químicas. Estequiometría. Ajuste de Reacciones.....	187
Capítulo 10. Soluciones Químicas.....	195
Capítulo 11. Prueba de Identificación Preliminar Homologada PIPH. Reacciones Generales y Particulares.....	215
Capítulo 12. Técnicas de Análisis Instrumental en la Identificación de Sustancias Químicas	239
Capítulo 13. Análisis Químico - Toxicológico. Informe Pericial Químico e Informe Pericial Toxicológico en el Área Forense	267
Referencias bibliográficas.....	303

Agradecimientos

A las autoridades de la Universidad Central del Ecuador

A la Dirección de Investigación de la Universidad Central del Ecuador

A los pares evaluadores de esta obra:

Dra. Yolángel Hernández Gil
Médico Toxicólogo

Dr. Juan Carlos Núñez Maisincho
Médico Toxicólogo

A todas aquellas personas que de manera directa e indirecta me apoyaron en la
realización de esta obra

Prólogo a la Primera Edición

La ciencia es el gran antídoto contra el veneno del entusiasmo y la superstición
Adam Smith

Magnífica obra nos presenta el autor para todos quienes disfrutamos profundizar en Química y Toxicología, que, en introducción a aspectos tan importantes en el mundo molecular forense, de manera magistral va desmenuzando lo que debemos tomar en cuenta y no dejar escapar al análisis verdadero del área.

Aunque de manera modesta pretende presentarnos perspectivas básicas se hace suficiente y rebosante el contenido en cada capítulo para mejor comprensión al lector, tanto al que posee conocimientos como para los estudiantes que en generaciones futuras tomarán el libro como referencia en su formación.

Colóquese el traje del Químico y Toxicólogo forense profesional también y encontrará en el desglose de temas lo necesario para orientar ampliamente sus casos, pasando por su estancia en laboratorios, el trabajo teórico en el campo orgánico e inorgánico, la vigilancia legal amplia sobre el tratamiento de muestras e interpretaciones en la resolución de problemas y situaciones cotidianas en el orden de estas ideas, con imágenes, cuadros, tablas y comparaciones tan útiles que permiten el estudio y desarrollo a conciencia y con el gusto que se le toma a las cosas que imprimen calidad al ejercicio profesional.

El Profesor Goitia nos indica el camino toxicológico forense brillantemente, ya que su amplia experiencia laboral y académica en varios países le permiten hacerlo, y qué gran oportunidad encontramos entonces los que personal y profesionalmente

sabemos que brinda lo mejor, lo menester y actual hasta para los más exigentes, no queda defraudado quien escudriña en este libro y al contrario; encuentra y usa detalles que en otros textos probablemente con el razonamiento de este gran Maestro no están...con su anterior libro Nociones de Toxicología y el que nos presenta ahora llena un campo que no termina de avanzar, pero que requiere constantemente estos replanteamientos...gracias Maestro por el honor de permitirme invitar a todos a degustar de una lectura tan fina y de tanta calidad!.

Dr. César D Pool

Médico Toxicólogo

Quito – Ecuador, febrero 2024

Introducción

La química y toxicología, constituyen un binomio fundamental, ya que la realización de un análisis toxicológico, indiscutiblemente se encuentra ligado a ensayos químicos, que permitirán evidenciar o no la presencia de un xenobiótico en el organismo y los efectos que este pueda ocasionar sobre su estructura y normal funcionamiento.

Este texto que a continuación se presenta, constituye una guía teórica práctica para cualquier profesional y/o perito, independientemente de su especialidad, bien sea del área médica, farmacéutica, laboratorio, química, biológica, enfermería o afines, que ejerzan funciones o inicien estudios en las áreas clínica o forense. Además, cuenta con experiencias en química y toxicología forense, ejercicios prácticos y análisis de laboratorio que nos ubican en situaciones reales, con la finalidad de proporcionar información actualizada y concreta sobre las actividades que el analista debe realizar en su área específica de trabajo.

“Introducción a la Química y Toxicología Forense” en su primera edición, contiene la información básica que debe conocer el perito o profesional en química y toxicología forense, conformada por trece capítulos resumidos de la siguiente manera:

Capítulo 1. Bioseguridad en el laboratorio, donde se resalta que el pilar de la práctica de la bioseguridad es la evaluación del riesgo, por lo que, en cualquier tipo de laboratorios, ya sea de microbiología, químicos, toxicológicos u otros, donde se manipulen sustancias químicas u otros agentes potencialmente tóxicos, se debe guardar medidas de seguridad, a fin de prevenir riesgos laborales, enfermedades ocupacionales y daño al ambiente. Asimismo, es importante conocer el uso correcto tanto del instrumental científico, como del equipo de protección individual, así como las incompatibilidades químicas, para evitar incendios y/o explosiones.

Capítulo 2. Formas farmacéuticas, constituidas por una amplia variedad que frecuentemente están relacionadas con intoxicaciones; en este sentido, el profesional o perito químico y/o toxicólogo, del área clínica y/o forense, debería reconocer un número significativo de formas farmacéuticas de los medicamentos, en especial, las formas farmacéuticas sólidas, que por su fácil acceso y consumo, generan múltiples reportes de intoxicaciones a nivel mundial, bien sea de tipo intencional o accidental, por lo que con este conocimiento, el profesional pudiera facilitar la identificación de la sustancia, que pudo haber causado un efecto indeseado en el organismo y con esto, de ser el caso, coadyuvar a la aplicación de un tratamiento oportuno por el equipo de urgencias.

Capítulo 3. En éste, se detallan aspectos importantes tales como, los factores que afectan la velocidad de disolución de un fármaco; la toxicidad de una sustancia depende en gran parte de la dosis; la concentración de un fármaco en el lugar de acción, es consecuencia de 5 procesos: Liberación de la forma farmacéutica, Absorción, Distribución, Metabolismo, Excreción, conocidos como el sistema LADME, que de una u otra manera influenciarán el efecto que un xenobiótico pueda ejercer en el organismo. En este capítulo, se muestra de manera práctica cómo influye la temperatura, el pH y la forma farmacéutica, en la velocidad de disolución de sustancias, y se presenta un análisis, sobre su relación con la absorción en el tracto gastrointestinal y su efecto sobre el organismo, entendiendo que, en ciertas condiciones, mientras más rápido es disuelta en el estómago una forma farmacéutica sólida, es probable que así de rápido también, sea absorbida y genere el efecto terapéutico para lo que esté diseñada o el efecto nocivo en caso de sobredosis.

Capítulo 4. Detección Cualitativa de Múltiples Metabolitos en Muestras de Orina Humana. Inmunoensayo. En este apartado, se resalta la importancia de la toma de muestra para la identificación de innumerables sustancias tales como: cocaína, anfetaminas, opiáceos, barbitúricos, entre otros. Asimismo, se detalla el protocolo de conservación y manipulación de la muestra de orina, ya que, dentro de las muestras biológicas, es ideal para encontrar diversidad de metabolitos, que provienen de sustancias de uso y abuso, motivado a que muchas de ellas son eliminadas por vía renal.

Capítulo 5. Breve Historia de las Drogas. Aquí, se muestra un interesante recorrido histórico mundial a través del tiempo, desde Mesopotamia hasta la actualidad, con registros de diversas culturas, de que el hombre siempre ha usado sustancias con diversos fines, ya sean mágicos, religiosos, lúdicos y terapéuticos, y entre las más antiguas tenemos: el cáñamo, café, hoja de coca, tabaco, cannabis, alcohol; De igual manera, en este capítulo, con sustento de Antonio Escohotado, se muestran los avances de la medicina y la farmacología, donde destacan las investigaciones de Paracelso y Freud, así como las de nuevas drogas en el siglo XXI.

Capítulo 6. Drogas. Definidas en mi opinión, como cualquier sustancia que ingresada en el organismo genera un efecto sobre él; en este sentido, entendemos desde el punto de vista farmacológico, que una droga, es, por ejemplo: el café que muchas personas toman al iniciar al día, o una tableta de paracetamol para aliviar el dolor de cabeza. También, se describen las principales clasificaciones de las mismas, resaltando entre otras, la clasificación por su efecto en el sistema nervioso central.

Capítulo 7. Nomenclatura Inorgánica. Tomando en cuenta, que el perito y/o profesional del área química y toxicológica, debe poseer el conocimiento mínimo sobre la manera de nombrar o reconocer un compuesto químico de acuerdo a su nomenclatura; en esta ocasión, se muestra detalladamente de acuerdo a la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada, los tipos de nomenclatura inorgánica que se manejan, lo que facilita al analista familiarizarse con los compuestos en el laboratorio.

Capítulo 8. Nomenclatura Orgánica. Motivado a los millones de combinaciones que existen de los compuestos que poseen carbono en su estructura, conocidos como orgánicos, se muestran en esta sección, los grupos funcionales en orden de prioridad desde los alcanos, señalados como los más sencillos, hasta los ácidos carboxílicos, que ocupan el primer lugar en importancia para efectos de nombrar estos compuestos; por lo que, de igual manera que en la nomenclatura inorgánica explicada en el tema anterior, es fundamental para el analista químico toxicológico, conocer la nomenclatura orgánica, a fin de proporcionar la información que se requiera respecto al tratamiento de estas sustancias.

Capítulo 9. Dedicado a las Reacciones Químicas, en las que se destaca que todo proceso en el cual, se combinan dos o más especies químicas conocidas como reactivos, se transforman en otras sustancias llamadas productos que obtienen una nueva estructura, donde es fundamental conocer su relación con la estequiometría, para dar cumplimiento a la ley de la masa; por lo tanto, para que la ecuación química exprese exactamente lo que ocurre en una reacción, una vez escritas las fórmulas correctamente, es necesario balancearla, con el objetivo de determinar la cantidad de moles de reactivos que se combinan para producir una cantidad determinada de moles de producto y con este resultado eventualmente precisar el rendimiento de la reacción.

Capítulo 10. Soluciones Químicas. Constituyen un tema especial, de necesario dominio del profesional de la química y toxicología, ya que cotidianamente en los laboratorios farmacéuticos o químicos, tanto del área clínica como forense, así como en muchos hospitales e instituciones de salud públicas o privadas, se preparan soluciones químicas, las que deben ser elaboradas con estricta precisión de acuerdo a las normas de calidad, a los requerimientos del paciente o de la técnica de análisis en la que se utilizará la solución. De tal manera que, es importante el conocimiento y uso correcto de las unidades de concentración, entre ellas las más frecuentes como los porcentajes, molaridad, normalidad, molalidad, fracción molar y partes por millón.

Capítulo 11. Prueba de Identificación Preliminar Homologada PIPH. La aplicación de las mismas, como ensayo orientativo, es frecuente del área química forense, aunque no es la única, donde el perito debe guardar las medidas de bioseguridad desde la preparación y uso de los reactivos químicos hasta su eliminación, ya que estos, son sustancias potencialmente tóxicas, algunas incluso propensas a causar cáncer y muchas corrosivas tanto para el organismo como para el ambiente; asimismo, en este tema se detallan las reacciones generales para la identificación de alcaloides, así como las particulares, específicas para algunas sustancias tales como: ensayos de solubilidad, color, precipitación y aniones, que permiten orientarnos ante la presencia de drogas como derivados de opiáceos, anfetaminas, cocaína, marihuana, entre otras.

Capítulo 12. Técnicas de Análisis Instrumental en la Identificación de Sustancias Químicas. Es importante reconocer, que existen las técnicas consideradas por muchos autores como orientativas, entre ellas el inmunoensayo, y las técnicas indiscutiblemente confirmatorias, como la cromatografía de gases; ambas, a fin de poner en evidencia la presencia de una sustancia, bien sea en muestras biológicas o no biológicas. También, debe considerarse, que la identificación y/o cuantificación de la sustancia objeto de estudio, bien sea en las áreas química, toxicología u otras dependerá de la aplicación de la técnica diseñada para tal análisis, por lo que debe disponerse de las instalaciones idóneas, los equipos para el análisis respectivo y el personal capacitado. Las técnicas confirmatorias, deberán validar lo encontrado en las PIPH, tomando en consideración la sensibilidad de las mismas, ya que eventualmente se podrían presentar falsos negativos en las pruebas preliminares, que serían comprobados por las pruebas confirmatorias.

Capítulo 13. Constituido por el Análisis Químico – Toxicológico como cierre temático de esta obra, donde se hace énfasis en la aplicación de las técnicas, para la identificación de una sustancia, que se sospeche pueda ser nociva en una determinada muestra y con el resultado de laboratorio, coadyuvar al equipo de salud en proporcionar un diagnóstico oportuno, así como prevenir sobre el riesgo que sustancias nocivas, podrían encontrarse en el entorno, lo que permitiría alertar a los organismos de protección ambiental y estos puedan ejercer las acciones correspondientes. Conjuntamente, se detalla la importancia del Informe Pericial, como documento legal y ético en el cual el perito emite su resultado

En este sentido, el profesional que pertenezca o apoye al equipo de salud, tiene el deber de estar capacitado, desde el punto de vista teórico y práctico para resolver situaciones reales, identificando el potencial tóxico de sustancias que pongan en riesgo la salud del organismo y del ambiente; de tal manera que, con el resultado de dicha identificación, se promueva el mejor diagnóstico, con ética y objetividad en beneficio de la población.

Carlos Alejandro Goitia Cortez

Farmacéutico

Capítulo 1

Bioseguridad en el Laboratorio

Para la Organización Mundial de la Salud (OMS), en su Manual de Bioseguridad en el Laboratorio (2005), el pilar de la práctica de la bioseguridad es la evaluación del riesgo. Aunque existen muchas herramientas, para ayudar a evaluar el riesgo que comporta un procedimiento o un experimento determinado, el componente más importante es el juicio profesional.

Al hablar de bioseguridad, se hace referencia a los peligros relativos que entrañan los microorganismos infecciosos, clasificados por grupos de riesgo y se utilizará exclusivamente para el trabajo de laboratorio que, de acuerdo a la OMS, se describen a continuación:

Tabla 1.1. Clasificación de los microorganismos infecciosos por grupos de riesgo.

Grupo de riesgo 1 (riesgo individual y poblacional escaso o nulo) Microorganismos que tienen pocas probabilidades de provocar enfermedades en el ser humano o los animales.
Grupo de riesgo 2 (riesgo individual moderado, riesgo poblacional bajo) Agentes patógenos que pueden provocar enfermedades humanas o animales pero que tienen pocas probabilidades de entrañar un riesgo grave para el personal de laboratorio, la población, el ganado o el medio ambiente. La exposición en el laboratorio puede provocar una infección grave, pero existen medidas preventivas y terapéuticas eficaces y el riesgo de propagación es limitado.
Grupo de riesgo 3 (riesgo individual elevado, riesgo poblacional bajo) Agentes patógenos que suelen provocar enfermedades humanas o animales graves, pero que de ordinario no se propagan de un individuo a otro. Existen medidas preventivas y terapéuticas eficaces.
Grupo de riesgo 4 (riesgo individual y poblacional elevado) Agentes patógenos que suelen provocar enfermedades graves en el ser humano o los animales y que se transmiten fácilmente de un individuo a otro, directa o indirectamente. Normalmente no existen medidas preventivas y terapéuticas eficaces.

Fuente: Manual de Bioseguridad en el Laboratorio OMS (2005). Elaborado por el autor.

En los laboratorios, las designaciones del nivel de bioseguridad se basan en una combinación de las características de diseño, construcción, medios de contención, equipo, prácticas y procedimientos de operación necesarios para trabajar con agentes patógenos de los distintos grupos de riesgo, tal como se muestra a continuación:

Tabla 1.2. Relación de los grupos de riesgo con los niveles de bioseguridad, las prácticas y el equipo.

GRUPO DE RIESGO	NIVEL DE BIOSEGURIDAD	TIPO DE LABORATORIO	PRÁCTICAS DE LABORATORIO	EQUIPO DE SEGURIDAD
1	Básico Nivel 1	Enseñanza básica, investigación	TMA	Ninguno; trabajo en mesa de laboratorio al descubierto
2	Básico Nivel 2	Servicios de atención primaria; diagnóstico, investigación	TMA y ropa protectora; señal de riesgo biológico	Trabajo en mesa al descubierto y CSB para posibles aerosoles
3	Contención Nivel 3	Diagnóstico especial, investigación	Prácticas de nivel 2 más ropa especial, acceso controlado y flujo direccional del aire	CSB además de otros medios de contención primaria para todas las actividades
4	Contención máxima Nivel 4	Unidades de patógenos peligrosos	Prácticas de nivel 3 más cámara de entrada con cierre hermético, salida con ducha y eliminación especial de residuos	CSB de clase III o trajes presurizados junto con CSB de clase II, autoclave de doble puerta (a través de la pared), aire filtrado

Fuente: Manual de bioseguridad en el laboratorio OMS (2005).

De acuerdo al Manual de Bioseguridad en el Laboratorio de la OMS, el personal que trabaja en los laboratorios de microbiología está expuesto no sólo a microorganismos patógenos, sino también a los peligros que entrañan las sustancias químicas, por lo que es importante, que el personal tenga los debidos conocimientos acerca de los efectos tóxicos de esas sustancias químicas, las vías de exposición y los peligros que pueden estar asociados a su manipulación y almacenamiento.

En concordancia con la OMS, es importante resaltar que no solo en los laboratorios de microbiología, sino, además, en los laboratorios químicos y toxicológicos, donde se manipulen sustancias químicas, se debe guardar medidas de seguridad y cumplir normas generales de trabajo que garanticen la seguridad de las personas que allí laboran.

Para garantizar la seguridad, al realizar actividades en un laboratorio se debe tener presente algunos aspectos fundamentales, como se detalla a continuación:

Seguridad Química:

De acuerdo a la Seguridad y Normas en el Laboratorio de Toxicología de la Universidad de Murcia, la seguridad química es: “el conjunto de actividades encaminadas a garantizar, a corto y a largo plazo, la protección de la salud de las personas y del medio ambiente, de la exposición a los productos químicos en cualquiera de las fases de sus ciclos de vida”. Entendiendo que estas actividades van desde la fabricación, almacenamiento, transporte, Comercialización, uso y eliminación.



Figura 1.1. Seguridad en el laboratorio. Fuente: Imagen de Wikipedia

Entendiendo, el significado de la seguridad química en el laboratorio, se hace necesario cumplir con una serie de reglas descritas así:

1.1. NORMAS GENERALES DEL TRABAJO EN EL LABORATORIO:

1.1.1. Conocer los sistemas de evacuación y actuación en emergencias.

Entre ellas se mencionan:

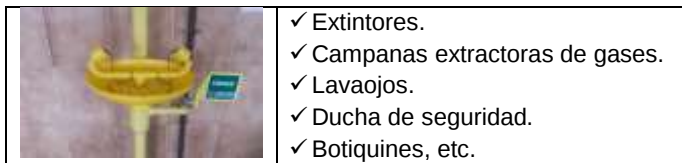


Figura 1.2. Lavajojos. Fuente: Imagen de Wikipedia

1.1.2. Conocer la peligrosidad de las sustancias y equipos.

Para ello es importante precisar:

- ✓ Pictogramas.



Figura 1.3. Pictogramas. Fuente: Imagen de Wikipedia

✓ Frases de peligro (H).

Frase	Indicación de peligro
H200	Explosivo inestable.
H201	Explosivo; peligro de explosión en masa.
H202	Explosivo; grave peligro de proyección.
H203	Explosivo; peligro de incendio, de onda expansiva o de proyección.
H204	Peligro de incendio o de proyección.
H205	Peligro de explosión en masa en caso de incendio.
H220	Gas extremadamente inflamable.
H221	Gas inflamable.
H222	Aerosol extremadamente inflamable.
H223	Aerosol inflamable.
H224	Líquido y vapores extremadamente inflamables.
H225	Líquido y vapores muy inflamables.

Figura 1.4. Frases de peligro. Fuente: Imagen de Wikipedia

✓ Frases de prudencia (P).

Frase	Consejo de prudencia
P201	Pedir instrucciones especiales antes del uso.
P202	No manipular la sustancia antes de haber leído y comprendido todas las instrucciones de seguridad.
P210	Mantener alejado de fuentes de calor, chispas, llama abierta o superficies calientes (<i>El fabricante o el proveedor especificarán las fuentes de ignición aplicables</i>). No fumar.
P211	No pulverizar sobre una llama abierta u otra fuente de ignición.
P220	Mantener o almacenar alejado de la ropa o materiales combustibles. (<i>El fabricante o el proveedor especificarán los materiales incompatibles</i>)
P221	Tomar todas las precauciones necesarias para no mezclar con materias combustibles (<i>El fabricante o el proveedor especificarán los materiales incompatibles</i>)
P222	No dejar que entre en contacto con el aire.

Figura 1.5. Consejos de prudencia. Fuente: Imagen de Wikipedia

✓ Fichas de seguridad.

1. Identificación de la sustancia o preparado y de la sociedad o empresa.
2. Composición/información sobre los componentes.
3. Identificación de los peligros.
4. Primeros auxilios.
5. Medidas de lucha contra incendios.
6. Medidas que deban tomarse en caso de vertido accidental.
7. Manipulación y almacenamiento.
8. Control de exposición/protección individual.
9. Propiedades físicas y 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 informaciones*.

Figura 1.6. Contenido de ficha de seguridad. Fuente: Imagen de Wikipedia

Ejemplo de ficha técnica:

  	ref. 0000 cad. 31/12/2011 2.5 l. METANOL per a l'anàlisi Index núm. 603-001-00-X Núm. CE: 200-659-6 CCCC, SL C/Major, 5 - 08000 BARCELONA Tel. 000 000 000	CANTIDAD NOMINAL IDENTIFICADORES DEL PRODUCTO NOMBRE, DIRECCIÓN Y TEL. DEL PROVEEDOR PALABRA DE ADVERTENCIA INDICADORES DE PELIGRO (FRASES H) CONSEJOS DE PRUDENCIA (FRASES P)
	Perill Líquid i vapors molt inflamables. Tòxic en cas d'inhalació. Tòxic en contacte amb la pell. Tòxic en cas d'ingestió. Provoca danys als òrgans. Cal mantenir allunyat de fonts de calor, espurnes, flama oberta o superfícies calentes. No fumeu. Heu de mantenir el recipient hermèticament tancat. Heu de portar guants / roba / ulleres / màscara de protecció. EN CAS DE CONTACTE AMB LA PELL: cal rentar amb aigua i sabó abundants. EN CAS D'exposició: telefonau un CENTRE D'INFORMACIÓ TOXICOLÒGICA o un metge.	
	Peligro Líquido y vapores muy inflamables. Tóxico en caso de inhalación. Tóxico en contacto con la piel. Tóxico en caso de ingestión. Provoca daños en los órganos. Mantener alejado de fuentes de calor, chispas, flama abierta o superficies calientes. No fumar. Mantener el recipiente herméticamente cerrado. Llevar guantes / prendas / gafas / máscara de protección. EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL: lavar con agua y jabón abundantes. EN CASO DE exposición: llamar a un CENTRO DE INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA o a un médico.	

Figura 1.7. Contenido de ficha de seguridad. Fuente: Imagen de Wikipedia

1.1.3. Hábitos higiénicos.

Es importante adoptar una conducta que cumpla:

- ✓ Orden y limpieza en la zona de trabajo
- ✓ Limpiar inmediatamente cualquier derrame



Figura 1.8. Laboratorio limpio y ordenado. Fuente: Imagen de Wikipedia

1.1.4. Hábitos laborales.

- Protocolo detallado de trabajo:
 - ✓ Procedimientos de actuación según normas de seguridad.
 - ✓ Actuaciones preventivas.
- Pipeteado:
 - ✓ Nunca con la boca.



Figura 1.9. Normas al pipetear. Fuente: Imagen de Wikipedia

- Utilización de equipos y aparatos:
 - ✓ Leer manual de instrucciones si no se conoce el equipo.
 - ✓ Precauciones con equipos eléctricos.
- Calentamiento de líquidos:
 - ✓ Nunca con el recipiente totalmente cerrado, bajo vigilancia.
- Equipos de protección individual:

Bata, guantes (látex, vinilo, nitrilo), calzado cerrado, cabello recogido, gafas.



Figura 1.10. Equipo de Protección Individual. Fuente: Imagen de Wikipedia

- Utilizar cabinas de extracción.



Figura 1.11. Campana de extracción de gases. Fuente: El autor (2019).

1.1.5. Almacenamiento:

- ✓ Inventario actualizado de los productos almacenados, indicando la fecha de recepción o preparación.
- ✓ Es conveniente reducir al mínimo las existencias, teniendo en cuenta su utilización.
- ✓ Separar los productos según los pictogramas de peligrosidad, no almacenando por orden alfabético.
- ✓ Los productos cancerígenos, muy tóxicos o inflamables, son aislados y almacenados en armarios adecuados y con acceso restringido.



Figura 1.12. Ubicación de reactivos. Fuente: Imagen de Wikipedia. Adaptado por el autor.

Según el Manual de bioseguridad de la OMS (2005), en las normas generales en relación con las incompatibilidades químicas, para evitar los incendios y/o las explosiones, las sustancias que aparecen en la columna izquierda del cuadro abajo descrito, deben almacenarse y manipularse, de modo que no puedan entrar en contacto con las sustancias correspondientes de la columna derecha del mismo cuadro.

Tabla 1.3. Normas generales en relación con las incompatibilidades químicas.

CATEGORÍA DE SUSTANCIAS	SUSTANCIAS INCOMPATIBLES
Metales alcalinos, como el sodio, potasio, cesio y litio	Dióxido de carbono, hidrocarburos clorados, agua
Halógenos	Amoniaco, acetileno, hidrocarburos
Ácidos acético, sulfhídrico y sulfúrico, anilina, hidrocarburos	Agentes oxidantes, como los ácidos crómico y nítrico, los peróxidos o los permanganatos

Fuente: Manual de Bioseguridad en el Laboratorio OMS (2005).

Precauciones a considerar en la manipulación de sustancias químicas explosivas (Manual de Bioseguridad en el Laboratorio OMS 2005):

- ✓ Las azidas, que a menudo se utilizan en soluciones antibacterianas, no deben entrar en contacto con el cobre ni el plomo (por ejemplo, en tuberías de desagüe y alcantarillado), ya que pueden explotar violentamente cuando se someten a un impacto, aunque sea ligero.
- ✓ Los éteres que se conservan desde hace tiempo y que han cristalizado son sumamente inestables y potencialmente explosivos.
- ✓ El ácido perclórico, si se deja que se seque en la madera, ladrillos o tejidos, explotará y provocará un incendio con el impacto.
- ✓ El ácido pícrico y los picratos detonan por la acción del calor y los impactos.

1.1.6. Eliminación de residuos:

- ✓ Nunca en el desagüe.
- ✓ Separar adecuadamente, en contenedores específicos y debidamente señalizados:
 - El vidrio roto, el papel y el plástico.
 - Los productos químicos peligrosos.
 - Los residuos biológicos.



Figura 1.13. Clasificación de contenedores para residuos. Fuente: Imagen de Wikipedia.

1.1.7. Riesgos derivados del empleo de productos químicos.

Los principales están asociados a:

- ✓ Los productos: como productos químicos o agentes biológicos.
- ✓ Las instalaciones: instalación eléctrica, gases, almacenamiento de productos químicos, equipos.
- ✓ Las operaciones básicas: manejo de material de vidrio, vertidos y derrames, manipulación líquidos, residuos.

1.2. PRINCIPALES OPERACIONES DE RIESGO EN EL LABORATORIO:

1.2.1. Mezcla de compuestos:

- ✓ Disponer de información, sobre la identidad y peligrosidad de los productos que se manipulan y de un protocolo de actuación.
- ✓ La peligrosidad de las reacciones químicas, se puede evaluar a partir de los grupos químicos de las moléculas que intervienen.
- ✓ De manera general, todas las reacciones exotérmicas son peligrosas, pueden ser incontrolables en ciertas condiciones y dar lugar a derrames, emisión brusca de vapores o gases tóxicos o inflamables.
- ✓ Para controlar estos riesgos, es recomendable controlar la reacción adicionando los reactivos en pequeñas cantidades.

1.2.2. Traslado de líquidos:

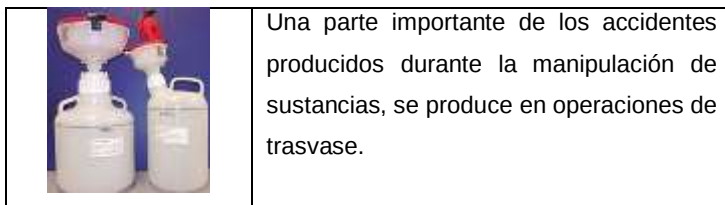


Figura 1.14. Traslado de líquidos. Fuente: Imagen de Wikipedia.

- ✓ En el trasvase por vertido libre, puede haber riesgos de vertido de líquidos e intoxicación por vapores.
- ✓ Para su prevención se aconseja:
 - Utilizar gafas o pantallas de protección facial cuando se trasvasen productos irritantes o corrosivos.
 - Lentamente, empleando dosificadores o embudos de seguridad para evitar derrames.
 - Suprimir las fuentes de calor, llamas y chispas en la proximidad de un puesto donde se realicen trasvases de líquidos inflamables.
 - Si la cantidad de producto a trasvasar es importante, debe realizarse la operación en un lugar específico acondicionado especialmente y con ventilación suficiente.
 - Emplear una bomba o un sifón para trasvases de gran volumen.
 - Volver a tapar los frascos inmediatamente.

1.2.3. Extracción con disolventes volátiles.

Extracción líquido-líquido:

Es recomendable usar guantes impermeables, ropa de protección y, si las sustancias que intervienen en el proceso, tienen características de peligrosidad elevadas, realizarla en campana de gases, aunque ello represente incomodidad.

Extracción sólido-líquido:

El procedimiento, por sus propias características (poca cantidad de muestra y de productos a manipular) presenta pocos problemas.

Los riesgos más característicos, son manipulación inadecuada en caso de obstrucción del cartucho.



Figura 1.15. Extracción líquido-líquido. Fuente: Imagen de Wikipedia.

1.2.4. Dsecación de un líquido:

- ✓ En muchos casos, se utilizan compuestos sólidos peligrosos para eliminar el agua presente en líquidos orgánicos.
- ✓ Algunos de estos productos pueden presentar riesgo de explosión.



Figura 1.16. Dsecación de un líquido. Fuente: Imagen de Wikipedia.

1.2.5. Limpieza del material:

El proceso de limpieza manual presenta riesgos que pueden ser debidos a:

- ✓ Los propios productos de limpieza, como intoxicación, dermatitis y quemaduras y oculares.
- ✓ Al material de vidrio, como cortes y heridas debido a su rotura, y a los residuos de productos contenidos en el material.

Antes del uso del material y entre muestras, es importante que la limpieza del material utilizado sea correcta y específica en función de la técnica analítica, por lo que entrañará un riesgo determinado. Entre algunas sustancias usadas tenemos:

- ✓ Ácido sulfúrico (98%) y agua oxigenada (30%).
- ✓ Agua destilada y acetona.
- ✓ Agua destilada y ácido nítrico diluido.

1.3. MEDIDAS A CONSIDERAR EN CASO DE DERRAME DE SUSTANCIAS QUÍMICAS (Manual de Bioseguridad en el Laboratorio OMS 2005):

La mayoría de los fabricantes de sustancias químicas para laboratorios distribuyen gráficos que describen los métodos para tratar los derrames. Los gráficos pertinentes deberán exponerse en el laboratorio en lugar destacado. También deberá disponerse del siguiente equipo:

- Estuches especiales de material para derrames químicos.
- Ropa protectora: guantes de goma fuertes, chanclos o botas de agua, mascarillas respiratorias
- Escobas y palas para el polvo.
- Pinzas para recoger los trozos de vidrio.

- Bayetas, trapos y toallas de papel.
- Cubos.
- Carbonato sódico (Na_2CO_3) o bicarbonato sódico (NaHCO_3) para neutralizar ácidos y sustancias químicas corrosivas.
- Arena (para cubrir los derrames de sustancias alcalinas).
- Detergente no inflamable.

En caso de que se produzca un derrame químico importante, debe procederse como sigue:

- Notificar el incidente al funcionario de seguridad que corresponda.
- Evacuar del local al personal no indispensable.
- Atender a las personas que puedan haberse contaminado.
- Si el material derramado es inflamable, extinguir todas las llamas desnudas, cortar el gas del local afectado y de los locales adyacentes, abrir las ventanas (si es posible), y cortar la electricidad de los aparatos que puedan producir chispas.
- Evitar la respiración de vapores del material derramado.
- Establecer una ventilación de salida.
- Obtener el material necesario (véase más arriba) para limpiar el material derramado.

En el caso de gases comprimidos y licuados, se procederá de acuerdo a lo siguiente:

Tabla 1.4. Almacenamiento de gases comprimidos y licuados.

RECIPIENTE	INFORMACIÓN SOBRE EL ALMACENAMIENTO
Bombonas de gas comprimido y recipientes de gas licuado ^{a,b}	• Se fijarán de forma segura (por ejemplo, con una cadena) a la pared o a una mesa sólida, para que no puedan soltarse inadvertidamente. • Se transportarán debidamente tapadas y en carretillas. • Las bombonas de reserva se guardarán en otro edificio a alguna distancia del laboratorio; el local estará bien cerrado y debidamente identificado. • No se situarán cerca de radiadores, llamas desnudas u otras fuentes de calor, aparatos eléctricos que produzcan chispas o bajo la luz solar directa.
Bombonas pequeñas de gas de un solo uso ^{a,b}	• No deben incinerarse.

^a La válvula principal de alta presión debe cerrarse cuando el equipo no esté en uso y cuando el local esté vacío.

^b Los locales donde se utilicen bombonas de gas inflamable deben identificarse mediante signos de advertencia en las puertas.

Fuente: Manual de Bioseguridad en el Laboratorio OMS (2005).

1.4. OTROS PELIGROS EN EL LABORATORIO (Manual de Bioseguridad OMS 2005):

1.4.1. Peligro de incendio:

Es indispensable que haya una estrecha cooperación entre los funcionarios de seguridad y los servicios locales de prevención de incendios. Aparte de los riesgos debidos a las sustancias químicas, deben examinarse los efectos del incendio en la posible diseminación de material infeccioso. Esto puede ser determinante a la hora de decidir si es preferible extinguir o contener el incendio.

Conviene contar con la ayuda de los servicios locales de prevención de incendios para la capacitación del personal del laboratorio en lo que se refiere a la prevención de incendios, las medidas inmediatas en caso de incendio y el uso del equipo de lucha contra incendios.

En cada sala y en los pasillos y vestíbulos deben figurar de forma destacada advertencias sobre incendios, instrucciones e indicaciones de las vías de salida.

Las causas más comunes de incendios en los laboratorios son las siguientes:

- Sobrecarga de los circuitos eléctricos.
- Mal mantenimiento de la instalación eléctrica, como cables mal aislados o con el aislante en mal estado.
- Tuberías de gas y cables eléctricos demasiado largos.
- Equipo que se deja conectado sin necesidad.
- Equipo que no está diseñado para el laboratorio.
- Llamas desnudas.
- Tuberías de gas en mal estado.
- Manipulación y almacenamiento indebidos de material inflamable o explosivo.
- Separación indebida de sustancias químicas incompatibles.
- Aparatos que producen chispas en las proximidades de sustancias y vapores inflamables.
- Ventilación indebida o insuficiente.

El equipo de lucha contra incendios debe colocarse cerca de las puertas de las salas y en puntos estratégicos de los pasillos y vestíbulos. Ese equipo debe comprender mangueras, cubos (de agua o arena) y un extintor. Los extintores deben ser inspeccionados y mantenidos periódicamente y debe respetarse su vida útil.

A continuación, se indican los tipos y usos particulares de los extintores de incendios.

Tabla 1.5. Tipos y usos de extintores de incendios.

TIPO	USO	NO USAR PARA:
Agua	Papel, madera, tejidos	Incendios eléctricos, líquidos inflamables, metales incendiados
Gases extintores de CO ₂	Líquidos y gases inflamables, incendios eléctricos	Metales alcalinos, papel
Poivo seco	Líquidos y gases inflamables, metales alcalinos, incendios eléctricos	Equipo e instrumentos reutilizables, pues los residuos son muy difíciles de eliminar
Espuma	Líquidos inflamables	Incendios eléctricos

Fuente: Manual de Bioseguridad en el Laboratorio OMS (2005).

1.5. PELIGROS ELÉCTRICOS:

Es indispensable que todas las instalaciones y el equipo eléctricos sean inspeccionados y probados con regularidad, incluida la toma de tierra.

Los circuitos eléctricos del laboratorio que lo requieran deben disponer de interruptores de circuito e interruptores por fallo de la toma de tierra. Los interruptores de circuito no protegen a las personas: están concebidos para proteger los cables de las sobrecargas eléctricas y con ello evitar los incendios. Los interruptores por fallo de la toma de tierra tienen por objeto proteger a las personas contra los choques eléctricos.

Capítulo 2

Formas Farmacéuticas



Figura 2.1. Formas Farmacéuticas. Fuente: Imagen de Wikipedia.

La Organización Mundial de la Salud (OMS), estima que en el año 2019 se perdieron más de dos millones de vidas, debido a la exposición a productos químicos causando intoxicaciones y lesiones producidas por envenenamientos no intencionales e intentos de suicidio. Asimismo, según datos expresados en el informe del Instituto Nacional de Salud de Colombia, relacionado a intoxicaciones por sustancias químicas, se notificaron 17.270 intoxicaciones para el año 2020, principalmente por sustancias psicoactivas, medicamentos y otras sustancias químicas, siendo el tipo de exposición accidental el más frecuente.

En este sentido, respecto a las intoxicaciones por fármacos, el profesional químico y toxicológico del área clínica y/o forense, debe tener en lo posible la capacidad de reconocer las diversas formas farmacéuticas de los medicamentos, en especial, las formas farmacéuticas sólidas, que protagonizan un gran número de reportes por intoxicación intencional o accidental a nivel mundial, tanto en la emergencia de adultos como pediátrica; de tal manera que, en este capítulo se detalla su conceptualización y clasificación.

En primer lugar, se debe conocer la definición de los fármacos, como aquellos que: “se elaboran en diferentes presentaciones para permitir su correcta administración. Las mismas, se denominan formas farmacéuticas y facilitan el suministro de los medicamentos al organismo por las diferentes vías de administración” (Pabón y González 2017).

En este orden de ideas, las formas farmacéuticas son las diferentes formas físicas de los medicamentos, según su vía de administración y dosis necesaria; además, en ellas se enmascaran los caracteres organolépticos y se asegura la acción terapéutica.

A continuación, se indica la clasificación de las formas farmacéuticas según Pabón y González (2017) y que puede ser en tres formas: según su esterilidad, según el estado de la materia y según su vía de administración.

2.1. SEGÚN SU ESTERILIDAD

2.1.1. Estériles:

Significa que no deben tener carga microbiana de ninguna clase.

2.1.2. No estériles:

Significa que permiten un máximo de carga microbiana (especificidad como ufc: unidades formadoras de colonias), pero debe haber ausencia total de patógenos.

En la siguiente imagen, se detalla la clasificación general de las mismas:

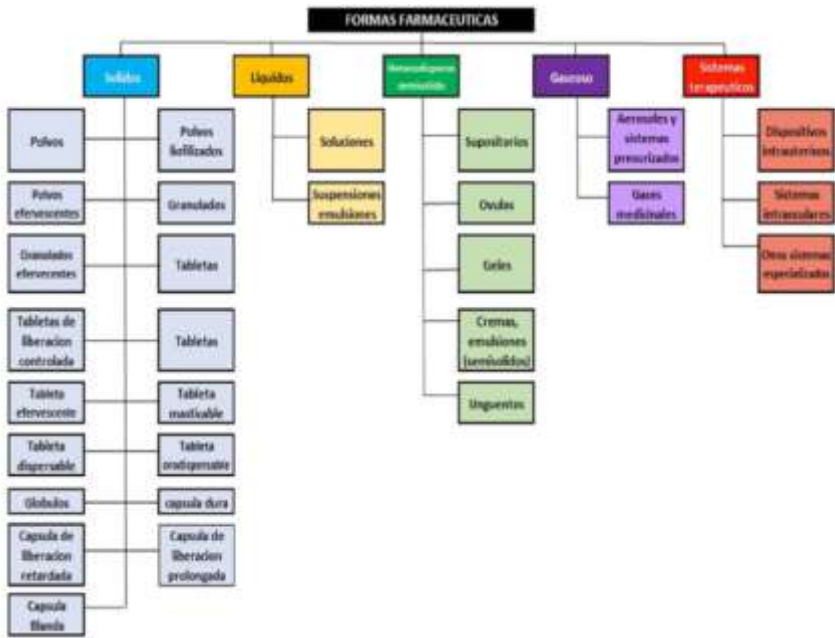


Figura 2.2. Formas farmacéuticas por su estado físico. Fuente: Pabón y González (2017).

2.2. SEGÚN EL ESTADO DE LA MATERIA, SE CLASIFICAN EN SÓLIDAS, LÍQUIDAS Y SEMISÓLIDAS.

Tabla 2.1. Clasificación de las formas farmacéuticas según el estado de la materia.

Estado de la materia forma farmacéutica	Estériles	No estériles
Sólidos	Pólvos estériles para inyección, liofilizados	Comprimidos, tabletas y grageas No comprimidos: cápsulas, pólvos, granulados
Líquidos	Homogéneos: soluciones parenterales y oftálmicas Heterogéneos: emulsiones y suspensiones intramusculares	Homogéneos: soluciones (oral, nasal, ótica, tópica), jarabe, elixir Heterogéneos: emulsión, suspensión, aerosoles
Semisólidos	Ungüento oftálmico	Cremas, ungüentos, pomadas, supositorios y géles
SEEF (Sistema de Entrega del Fármaco)	Implantes, insert o pellet	Parches transdérmicos, bombas osmóticas

Fuente: Pabón y González (2017).

2.2.1. Formas farmacéuticas sólidas:

También llamados sólidos, se refieren a aquellas formas farmacéuticas en las que uno o más principios activos sólidos están dispersos en una mezcla de sólidos (conocida como excipiente).

Las características generales de estos sistemas farmacéuticos son:

- ✓ Los métodos de producción requieren la presencia de aditivos o excipientes.
- ✓ Los componentes adicionados deben ser completamente inertes.
- ✓ El proceso de manufactura y la adición de excipientes debe favorecer la administración del medicamento y, por ende, la respuesta terapéutica del fármaco.



Figura 2.3. Formas Farmacéuticas Sólidas. Fuente: Imagen de Wikipedia.

Se reconocen principalmente los siguientes sistemas sólidos:

2.2.1.1. Comprimidos: Se fabrican mediante compresión del principio activo, que está en forma de polvo.

Los comprimidos destinados a la administración oral pueden clasificarse en:

- Comprimidos no recubiertos: son obtenidos por simple compresión y están compuestos por el fármaco y los excipientes (diluyentes, aglutinantes, disgregantes, lubricantes).
- Comprimidos de capas múltiples: son obtenidos por múltiples compresiones, con lo que tienen varios núcleos superpuestos con distinta compactación en cada uno de ellos. Se utiliza bien para administrar dos o más fármacos incompatibles entre sí o bien para obtener una acción más prolongada de uno de ellos.
- Comprimidos recubiertos o grageas: el recubrimiento puede ser de azúcar o de un polímero que se rompe al llegar al estómago. Sirven para proteger el fármaco de la humedad y del aire, así como para enmascarar sabores y olores desagradables.
- Comprimidos con cubierta gastrorresistente o entérica: resisten las secreciones ácidas del estómago, disgregándose finalmente en el intestino delgado. Se emplean para proteger fármacos que se alteran con los jugos gástricos o para proteger a la mucosa gástrica de fármacos irritantes.
- Comprimidos de liberación controlada: son sistemas que ejercen un control sobre la liberación del principio activo en el organismo.

- Comprimidos efervescentes: se obtienen por compresión de un granulado de sales efervescentes, generalmente un ácido (ácido cítrico) y un álcali (bicarbonato sódico). Estas sustancias, en contacto con el agua, producen anhídrido carbónico que va descomponiendo la masa del comprimido y liberando el principio activo.
- Comprimidos bucales: son comprimidos destinados a disolverse íntegramente en la boca, con el fin de ejercer una acción local sobre la mucosa. Se administran así fármacos antifúngicos (anfotericina B), antisépticos (clorhexidina), antiinflamatorios (succinato de hidrocortisona) o sialagogos (clorato potásico).

2.2.1.2. Grageas: son comprimidos envueltos con una capa que suele ser de sacarosa. Se utilizan para enmascarar el mal sabor de algunos medicamentos o como cubierta entérica para que el fármaco se libere en el intestino delgado.

2.2.1.3. Cápsulas: son preparaciones de consistencia sólida formadas por un receptáculo duro o blando, de forma y capacidad variable, que contiene una unidad posológica de medicamento (contenido). Generalmente, la base del receptáculo es de gelatina, con otras sustancias como glicerol o sorbitol para ajustar la consistencia. El contenido puede ser de consistencia sólida, líquida o pastosa y está constituido por uno o más principios activos, acompañados o no de excipientes.

Las cápsulas se administran por lo general por vía oral y se clasifican así:

- Cápsulas duras: formadas por la tapa y la caja (dos medias cápsulas cilíndricas) que se cierran por encajado de ambas.
- Cápsulas blandas o perlas: receptáculo de una sola pieza; resultan interesantes para administrar líquidos oleosos (p. e. vitaminas liposolubles).

- Cápsulas de cubierta gastrorresistente: se obtienen recubriendo cápsulas duras o blandas con una película gastrorresistente, o bien relleno las cápsulas con granulados o partículas recubiertas con una película resistente a los jugos gástricos.
- Cápsulas de liberación modificada: cápsulas duras o blandas cuyo proceso de fabricación, o bien su contenido y/o recubrimiento, integran en su composición sustancias auxiliares destinadas a modificar la velocidad o el lugar de liberación de los principios activos.

2.2.1.4. Polvos: el principio activo puede estar disperso o no en un excipiente pulverulento inerte (lactosa o sacarosa).

2.2.1.5. Granulados: agregados de partículas de polvo que incluyen principios activos, azúcares y coadyuvantes diversos.

2.2.1.6. Sello: son cápsulas con un receptáculo de almidón. Prácticamente, han sido desplazados por las cápsulas duras.

2.2.1.7. Píldoras: Preparaciones sólidas y esféricas, destinadas a ser deglutidas íntegramente. Actualmente, se encuentran en desuso, tras haber sido desplazadas por los comprimidos y las cápsulas.

2.2.1.8. Tabletas: son pastillas para desleír en la cavidad bucal, es decir, permitir que al contacto con un líquido se deshaga. Se diferencian de las píldoras por el tamaño y de los comprimidos por la técnica de elaboración.

2.2.1.9. Pastillas: presentan una consistencia semisólida y están constituidas primordialmente por los principios activos y goma arábiga como aglutinante.

2.2.1.10. Liofilizados: son preparaciones farmacéuticas que se acondicionan en forma de dosis unitarias y se liofilizan a continuación. Según Wikipedia, la liofilización es un proceso de deshidratación, usado generalmente para conservar un alimento perecedero o hacer el material más conveniente para el transporte y es utilizado en la farmacéutica para conservar medicamentos.

2.2.1.11. Sobres: consiste en la presentación de un fármaco en forma de polvo, por lo general sólido, finamente dividido, protegido de la luz y de la humedad.

2.2.1.12. Vial: es un recipiente estéril que contiene un fármaco, habitualmente en forma de polvo seco liofilizado.

2.2.2. Formas farmacéuticas líquidas:

2.2.2.1. Soluciones: son mezclas homogéneas en las que un sólido o un líquido está disuelto en otro líquido. Pueden ser soluciones acuosas o no acuosas (oleosas, etc.). Se consideran soluciones: los jarabes, las gotas o el contenido de las ampollas.



Figura 2.4. Formas Farmacéuticas líquidas. Fuente: Imagen de Wikipedia.

Entre las soluciones tenemos:

- Jarabe: Solución concentrada de azúcares en agua. Se suele utilizar en caso de medicamentos con sabor desagradable.
- Gotas: Solución de un medicamento preparado para administrar en pequeñas cantidades, principalmente en las mucosas.
- Ampolla: recipiente estéril de vidrio o plástico que suele contener una dosis de una solución para administrar por vía parenteral.
- Vial: recipiente estéril que contiene un fármaco, habitualmente en forma de polvo seco liofilizado.

2.2.2.2. Suspensiones: Se trata de un sólido, finamente dividido, que se dispersa en otro sólido, un líquido o un gas. Se consideran suspensiones las lociones, los geles, las pomadas o pastas y los supositorios.

Dentro de las suspensiones podemos mencionar:

- Pomada: suspensión en la que los medicamentos se mezclan con una base de vaselina, lanolina u otras sustancias grasas.
- Gel. Suspensión de pequeñas partículas inorgánicas en un líquido (en reposo pueden quedar en estado semisólido y se vuelven líquidos al agitarlos) o de grandes moléculas entrelazadas en un medio líquido (en este caso son semisólidos).
- Loción: es una suspensión en forma líquida de aplicación externa.
- Pasta: suspensión espesa y concentrada de polvos absorbentes dispersos en vaselina. Tras la aplicación, cuando se secan, se vuelven rígidas.
- Supositorio: preparado sólido, habitualmente en una base de crema de cacao o gelatina. Se utilizan para la administración de medicación por vía rectal. Por vía vaginal se administran en forma de óvulos.

Los excipientes de esta forma farmacéutica pueden clasificarse en dos categorías principales:

- ✓ Los triglicéridos (excipiente lipófilo), que son los más utilizados (entre ellos están la manteca de cacao, los glicéridos semisintéticos y los aceites polioxietilenados saturados).
- ✓ Los excipientes hidrosolubles, que son polietilenglicoles (PEG).

2.2.2.3. Emulsión: es un sistema en el que un líquido está disperso sin diluirse, como pequeñas gotitas, en otro líquido. La viscosidad aumenta añadiendo sustancias emulsificantes.

En este grupo, están las cremas, que se definen como emulsiones líquidas viscosas o semisólidas de aceite en agua o de agua en aceite.

2.2.3. Formas semisólidas:

2.2.3.1. Ungüento: Pomada en suspensión de elevada consistencia y, por lo tanto, reducida extensibilidad.

2.2.3.2. Crema: Pomada en emulsión óleo-acuosa y de consistencia más fluida.



Figura 2.5. Formas Farmacéuticas semisólidas. Fuente: Imagen de Wikipedia.

2.2.4. Formas especiales:

Las utilizadas con mayor frecuencia son:

- 2.2.4.1. Cartuchos presurizados: envases metálicos en los que está el medicamento en forma líquida junto a un gas propelente, para ser administrado por vía respiratoria.
- 2.2.4.2. Dispositivos de polvo seco: envases diseñados para permitir inhalar el medicamento sin utilizar gases propelentes.
- 2.2.4.3. Jeringas precargadas: la dosis habitual del medicamento se encuentra precargada en una jeringa de un solo uso.
- 2.2.4.4. Parches: dispositivos en forma de láminas, con adhesivo, que contienen un medicamento y que se aplican como un apósito plano adherido a la piel.
- 2.2.4.5. Nebulizadores: envases, con o sin gas propelente, en los que se encuentra un medicamento en forma líquida o semisólida para ser administrado por vía tópica o mucosa mediante pulverización.
- 2.2.4.6. Implantes o pellet: pequeños comprimidos estériles de forma y tamaño adecuados que garantizan la liberación del principio activo a lo largo de un tiempo prolongado.

En conclusión, es importante conocer las diferentes formas farmacéuticas, ya que proporciona al personal de salud, no solo el suministro de los medicamentos al organismo por las diferentes vías de administración, sino que, además, permite su correcta dosificación y administración, facilitando la actuación al equipo de urgencias médicas en caso de intoxicación.

En este sentido, es preciso incorporar todas las preparaciones existentes y nuevas fabricaciones de tabletas y cápsulas que existen en el mercado, a fin de identificar sustancias de origen desconocido, de acuerdo a la individualización de las mismas.

La identificación de estas formas farmacéuticas sólidas desconocidas, obedece a dos factores:

- En el tratamiento de emergencia de una intoxicación en un centro de salud.
- En apoyo al estudio de la causa de muerte en el área de Toxicología Forense.

A continuación, se presenta la identificación de las mismas fundamentada en las características físicas:

- Forma.
- Color.
- Tamaño.
- Marcas Especiales.

Se muestra el análisis de las siguientes:

- Tabletetas.
- Cápsulas Duras de Gelatina.
- Cápsulas Blandas.

- TABLETAS:

TABLETAS I. FORMA (VISTA SUPERIOR) 1. Redonda 2. Ovalada 3. Triangular 4. Cuadrada 5. Pentagonal 6. Hexagonal 7. Otra 	TABLETAS II. FORMA (VISTA LATERAL) 1. Redonda 2. Biconvexa 3. Plano convexa 4. Otra 
TABLETAS III. COLOR EXTERNO 1. Blanco 2. Amarillo 3. Rojo 4. Naranja 5. Rosado 6. Azul 7. Verde 8. Café 9. Negro X. Otro 	TABLETAS IV. COLOR INTERNO 1. Blanco 2. Amarillo 3. Rojo 4. Naranja 5. Rosado 6. Azul 7. Verde 8. Café 9. Negro X. Otro 
TABLETAS V. CUBIERTA (ENTÉRICA) 1. Sin cubierta 2. Con cubierta 	TABLETAS VI. RANURAS 1. Sin ranuras 2. Ranura 1/2 3. Ranura 1/4 
TABLETAS VII. MARCAS 1. Sin marcas 2. Nombre 3. Inicial 4. Símbolo 5. Otro 	DESARROLLO DEL CÓDIGO (TABLETAS) Código: 1 2 1 1 1 1 2 ↑ I II III IV V VI VII Ejemplo: De acuerdo a la FFS suministrada o asignada determine el código para la identificación de la misma. (Cuyo interior es blanco) 

Figura 2.6. Criterios para identificación de tabletas. Elaborado y adaptado por el autor (2021). Fuente: Universidad Central de Venezuela. Escuela de Bioanálisis. Imagen de Wikipedia.

- CÁPSULAS DURAS:

CÁPSULAS DURAS I. FORMA 1. Tradicional 2. Otra 	CÁPSULAS II. TAMAÑO 1. Nro. 5 2. Nro. 4 3. Nro. 3 4. Nro. 2 5. Nro. 1 6. Nro. 0 7. Nro. 00 8. Nro. 000 
CÁPSULAS III. COLOR EXTERNO (TAPA) 1. Blanco 2. Amarillo 3. Rojo 4. Naranja 5. Rosado 6. Azul 7. Verde 8. Café 9. Negro X. Otro 	CÁPSULAS IV. COLOR EXTERNO (BASE) 1. Blanco 2. Amarillo 3. Rojo 4. Naranja 5. Rosado 6. Azul 7. Verde 8. Café 9. Negro X. Otro 
CÁPSULAS V. CONTENIDO (Forma física) 1. Polvo 2. Gránulos 3. Otro 	CÁPSULAS VI. COLOR INTERNO (CONTENIDO) 1. Blanco 2. Amarillo 3. Rojo 4. Naranja 5. Rosado 6. Azul 7. Verde 8. Café 9. Negro X. Otro 
CÁPSULAS VII. MARCAS 1. Sin marcas 2. Inicial 3. Símbolo 4. Otro 	DESARROLLO DEL CÓDIGO (CÁPSULAS DURAS) Código: <u>1</u> <u>6</u> <u>6</u> <u>2</u> <u>1</u> <u>1</u> <u>1</u> Por Ejemplo: De acuerdo a la FFS suministrada o asignada determine el código para la identificación de la misma. (Contiene polvo blanco) 

Figura 2.7. Criterios para identificación de cápsulas duras. Elaborado y adaptado por el autor (2021). Fuente: Universidad Central de Venezuela. Escuela de Bioanálisis. Imagen de Wikipedia.

- CÁPSULAS BLANDAS:

CÁPSULAS BLANDAS I. FORMA 1. Ovalada 2. Otra  Dr. Goitia Cortez	CÁPSULAS BLANDAS II. RECUBIERTA 1. Transparente 2. Opaca 3. Otra  Dr. Goitia Cortez
CÁPSULAS BLANDAS III. CONTENIDO 1. Líquido 2. Otro  Dr. Goitia Cortez	CÁPSULAS BLANDAS IV. COLOR INTERNO (CONTENIDO) 1. Blanco 2. Amarillo 3. Rojo 4. Naranja 5. Rosado 6. Azul 7. Verde 8. Café 9. Negro X. Otro  Dr. Goitia Cortez
CÁPSULAS BLANDAS V. MARCAS 1. Sin marcas 2. Inicial 3. Símbolo 4. Otro  Dr. Goitia Cortez	DESARROLLO DEL CÓDIGO (CÁPSULAS BLANDAS) Código: <u>1</u> <u>1</u> <u>1</u> <u>2</u> <u>1</u> Por Ejemplo: De acuerdo a la FFS suministrada o asignada determine el código para la identificación de la misma. (Contiene líquido amarillo)  Dr. Goitia Cortez

Figura 2.8. Criterios para identificación de cápsulas blandas. Elaborado y adaptado por el autor (2021). Fuente: Universidad Central de Venezuela. Escuela de Bioanálisis. Imagen de Wikipedia.

Capítulo 3

Factores que afectan la velocidad de disolución de un fármaco

Para Giannuzzi (2018), la toxicidad de una sustancia depende la dosis, por ende, la concentración de un compuesto es proporcional a la dosis, por lo que entendemos que toxicodinámica es el efecto de ese tóxico sobre el individuo.

En este sentido, para Morán, I., Martínez, J., Marruecos, L. y Nogué, S. (2011), citados en mi obra “Nociones de Toxicología” (2023) p. 40, la concentración de un fármaco en el lugar de acción, es consecuencia de 5 procesos: Liberación de la forma farmacéutica, Absorción, Distribución, Metabolismo, Excreción (“LADME”).



Figura 3.1. Docente y estudiantes en Prácticas de Toxicología de la Carrera de Laboratorio Clínico - Facultad de Ciencias Médicas - Universidad Central del Ecuador. Fuente: el autor (2023).

Dentro de los factores que influyen en la absorción gastrointestinal de los Tóxicos, tenemos factores físico-químicos como el pH de la droga y factores como la velocidad de absorción en el intestino delgado, entre ellos la velocidad de vaciamiento gástrico y el peristaltismo intestinal.

En la práctica de laboratorio, es importante analizar cómo influye la temperatura, el pH y la forma farmacéutica en la velocidad de disolución de sustancias, su relación con la absorción en el tracto gastrointestinal y su efecto sobre el organismo. A continuación, se detallará mediante un procedimiento sencillo, la manera en que se puede observar la influencia de los tres factores mencionados:

3.1. INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA:

En este caso, se procede a realizar la disolución de una tableta en un beaker con aproximadamente 100 ml de agua a 15 °C y otra tableta en un beaker a 37 °C.



Figura 3.2. Velocidad de disolución de Formas Farmacéuticas Sólidas (FFS) considerando la temperatura. Fuente: el autor (2023).

La finalidad de esta actividad es demostrar que, en general a temperatura corporal (aprox. 37 °C) la FFS se disolverá en menor tiempo que a una temperatura más baja y de esta manera interpretar que, el efecto tóxico de una sustancia que ingresa al organismo por vía oral, tendrá mayor probabilidad de ejercer rápidamente su efecto nocivo, mientras más rápido sea su disolución y por ende su absorción.



Figura 3.3. Control de la temperatura en la disolución de FFS. Fuente: el autor (2023).

3.2. INFLUENCIA DEL PH:

Para esto, se procede, por una parte, a realizar la disolución de una tableta en un beaker con aproximadamente 100 ml de agua a 37 °C y adicionando solución ácida hasta lograr un pH aproximado entre 3 y 5, simulando el contenido estomacal.

Por otra parte, se prepara otra tableta en las condiciones de la primera, sin embargo, en este caso se adiciona solución alcalina, hasta conseguir un pH aproximado de 8 para simular el comportamiento intestinal.

En la siguiente figura, se muestra la disolución de una tableta de paracetamol en medio ácido y básico, donde se observó mejor disolución en medio ácido:



Figura 3.4. Variación de pH en la disolución de FFS. Fuente: el autor (2023).

El cambio de pH en esta actividad, nos permite diferenciar la velocidad y efectividad de la disolución de la FFS y de esta manera, tal como expresan Repetto y Repetto (2009) citados en “Nociones de Toxicología” (2023) p. 44, se puede interpretar que un ácido débil, alcanza su máxima proporción de forma no-ionizada en el estómago (menor pH) y será predominantemente absorbido en ese comportamiento; asimismo, una base débil se absorberá preferentemente en el intestino (mayor pH).

Tal como cito en “Nociones de Toxicología” (2023) p. 47, de acuerdo a lo mencionado anteriormente, se puede concluir que los ácidos débiles serán fácilmente absorbidos en el estómago, debido al bajo pH del medio, además se verá favorecido este proceso, por la forma no ionizada del ácido y variará la absorción dependiendo del pKa de la sustancia, es decir, mientras mayor sea su pKa se entiende que el ácido es más débil y se facilitará la absorción del mismo.

3.3. INFLUENCIA DE LA FORMA FARMACÉUTICA:

Para realizar esta actividad, se toman en las mismas condiciones de temperatura (aprox. 37 °C) y pH (aprox. 7), una tableta con cubierta entérica y una tableta efervescente; cada una se colocó en un beaker con 100 ml de agua, tal como se observa en la siguiente figura:



Figura 3.5. Variación de la velocidad de disolución de distintas Formas Farmacéuticas Sólidas.
Fuente: el autor (2023).

Posteriormente, se procede a colocar cada una de las FFS en el beaker correspondiente e inmediatamente se toma el tiempo, donde en este caso, se aprecia que la tableta efervescente por sus características de fabricación, se disuelve a los pocos segundos; por el contrario, la tableta con cubierta entérica se disuelve luego de varios minutos.



Figura 3.6. Resultado de la velocidad de disolución de distintas Formas Farmacéuticas Sólidas: tableta con cubierta entérica y tableta efervescente. Fuente: el autor (2023).

Como conclusión de este tema, además de usar adecuadamente el equipo de protección individual como recomendación general, se puede decir, que los estudiantes estarán en capacidad de:

- Conocer la velocidad de disolución de las formas farmacéuticas sólidas aplicando variación de temperatura.
- Observar la velocidad de disolución de las formas farmacéuticas sólidas en medio ácido y en medio alcalino.
- Entender la diferencia de la velocidad de disolución de las formas farmacéuticas sólidas tabletas, grageas y cápsulas, entre otras.
- Analizar la importancia de los factores que afectan la velocidad de disolución de las FFS en el laboratorio de toxicología.
- Interpretar de acuerdo a la velocidad de disolución, la capacidad de absorción de las sustancias tóxicas ingeridas vía oral.

Capítulo 4

Detección Cualitativa de Múltiples Metabolitos en Muestras de Orina Humana. Inmunoensayo

Para la determinación de los diferentes tóxicos, Giannuzzi y Ferrari (2006) expresan que, suelen emplearse con mayor frecuencia muestras biológicas como:

- ✓ Orina
- ✓ Sangre
- ✓ Contenido estomacal
- ✓ Vísceras en casos forenses.

La toma de muestra, para un laboratorio de toxicología clínica es de vital importancia, para lograr una adecuada identificación y cuantificación posterior.

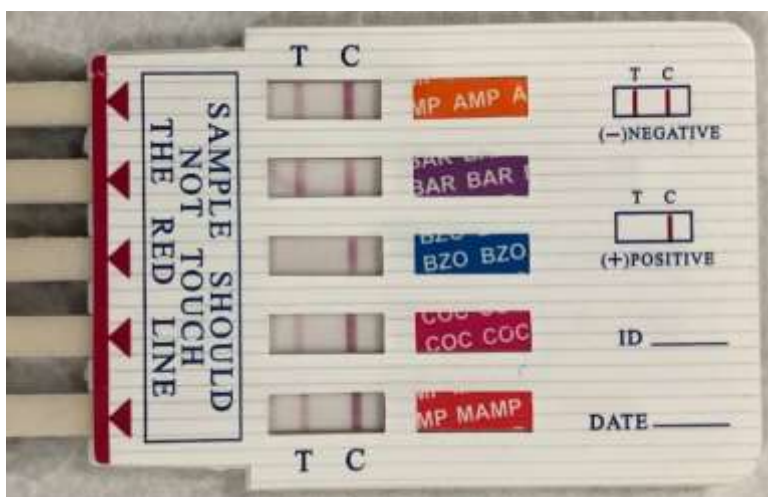


Figura 4.1. Dispositivo para inmunoensayo. Fuente: el autor (2023).

4.1. RECOMENDACIONES EN LA TOMA DE MUESTRA (Giannuzzi y Ferrari 2006):

- La muestra debe ser tomada tan rápido como sea posible, de preferencia antes del inicio de tratamiento terapéutico.
- Sin embargo, ciertas drogas tales como los antidepresivos tricíclicos (amitriptilina, imipramina) causan retención urinaria, y una toma de muestra muy temprana, puede contener cantidades no detectables de droga.
- Todas las muestras biológicas deben ser almacenadas a 4 °C previo al análisis y mantenidas a 4 °C durante 3 a 4 semanas en el caso en que se requieran futuros análisis.
- La muestra de orina generalmente contiene mayor concentración de drogas u otros venenos que la sangre.
- La presencia de metabolitos, puede ayudar a la identificación cuando se emplean técnicas cromatográficas.

4.2. UTILIDAD DE LA MUESTRA DE ORINA (Giannuzzi y Ferrari 2006):**4.2.1. Las muestras de orina, también resultan óptimas para la marcha sistemática, tendiente a determinar drogas de abuso, entre las que se incluyen:**

- Cocaína
- Anfetaminas
- Opiáceos
- Barbitúricos
- Benzodiacepinas

4.2.2. Para la determinación de psicofármacos:

- Antidepresivos tricíclicos: Imipramina (Tofranil)
- Fenotiazinas: Clorpromazina
- Anfetaminas: Sibutramina (Retirada)
- Anticonvulsivantes: Carbamazepina
- Opiáceos: Morfina
- Barbitúricos: Pentobarbital

La muestra de elección, también es la orina de 24 h pudiendo también determinarse en una única micción de 50 ml.

4.2.3. Para la determinación de marihuana (cuyo principio activo es el tetrahidrocanabinol) en muestras de orina:

- Esta debe recolectarse durante 24 h y puede ser almacenada durante 15 días en refrigeración y de 4 a 6 meses bajo congelación.

4.2.4. En el caso de los metales:

- Debido a la eliminación circadiana que presentan muchos de ellos (As, Hg, Cu, Cr, Tl y Pb), se prefiere su estudio en muestras de orina de 24 horas.

4.3. REACCIONES INMUNOENZIMÁTICAS:

Revelan la presencia de Ag o Ac mediante una reacción Ag-Ac específica, en la que el complejo inmune formado, se mide por una reacción colorimétrica, catalizada por una enzima acoplada químicamente a uno de los reactivos, en presencia del sustrato adecuado (Wikipedia).

Enzima → Sustrato → Precipitado coloreado

Figura 4.2. Reacción inmunoenzimática. Fuente: Wikipedia.

4.4. TEST DE SCREENING (Giannuzzi y Ferrari 2006):

Los test de screening (prueba de detección), empleados para la búsqueda de drogas en Toxicología, se caracterizan por elegir un valor de corte, tal que no se produzcan falsos negativos.

Es por eso, que los resultados positivos, deben ser confirmados por otras técnicas.

4.5. SCREENING EN ORINA:

De acuerdo al Sistema Especializado Integral de Investigación, de Medicina Legal y Ciencias Forenses Manual de Procedimientos en Química y Toxicología Forense de la Fiscalía General del Ecuador, el screening para determinación de drogas, es un inmunoensayo basado en el principio de uniones competitivas.

4.5.1. Consideraciones de este procedimiento:

- Las drogas, que pueden estar presentes en la muestra de orina, contra compiten con sus respectivos conjugados de drogas por los sitios de unión de su anticuerpo específico.
- Durante la prueba, la muestra de orina migra hacia arriba por acción capilar.
- Una droga, si está presente en la muestra de orina por debajo de su concentración del cut-off, no saturará los puntos de unión de su anticuerpo específico.
- El anticuerpo reaccionará con el conjugado de droga-proteína y una línea visible de color, aparecerá en la zona de la prueba de la tira de drogas específicas.
- La presencia de drogas, por encima de la concentración del cut –off, saturará todos los puntos de unión del anticuerpo. Por lo tanto, no se formará la línea coloreada en la zona de la prueba.
- Una muestra de orina positiva, no generará una línea de color en la zona de la prueba específica de la banda, debido a la competencia de drogas.
- Una muestra de orina negativa, generará una línea en la zona de la prueba, debido a la falta de competencia de la droga.
- Para servir como procedimiento de control, una línea coloreada aparecerá siempre en la zona de control, indicando que un volumen adecuado de muestra se ha añadido y ha habido reacción de la membrana.

4.5.2. Desarrollo del procedimiento:

4.5.2.1. Medidas de Seguridad: Equipo de protección personal:

- Gorro
- Gafas protectoras.
- Mascarilla (depende de los solventes que se manipulen)
- Mandil
- Guantes de manejo.

4.5.2.2. Descripción del Proceso

- No abra el embalaje hasta que esté listo para realizar la prueba.
- Retire el dispositivo de prueba de su embalaje.
- Marque el dispositivo con la identificación interna del laboratorio, con el código alfanumérico para la muestra respectiva.
- Centrifugar, filtrar o permitir que sedimenten aquellas muestras, que presenten partículas visibles, para obtener una muestra clara para realizar la prueba.
- Seguir las instrucciones específicas de cada dispositivo, para la realización de la prueba.
- Comenzar a medir el tiempo transcurrido desde ese momento y esperar hasta que aparezca la línea, o líneas rojas en las ventanas de los resultados.
- Lea los resultados al cabo de 5 minutos. No interpretar los resultados transcurridos los 10 minutos.
- Registrar los resultados inmediatamente después de la prueba.

Recomendación:

- ✓ En el caso de que se tenga poca cantidad de muestra, colocar la misma en un tubo de ensayo, tratar de realizar el ensayo por cada una de las tirillas reactivas de la prueba.



Figura 4.3. Protocolo de detección múltiple de drogas en orina aplicado por los estudiantes de Toxicología de la Carrera de Laboratorio Clínico - Facultad de Ciencias Médicas - Universidad Central del Ecuador. Fuente: el autor (2023).

4.5.2.3. Interpretación de resultados:

NEGATIVO: dos líneas coloreadas paralelas en la zona ventana de resultados. Esto indica que no se ha detectado ninguna droga. La intensidad de la línea de la prueba (Test Zone) puede ser de cualquier matiz de color rojo, más débil o más fuerte que la de la línea control (Control Zone), el resultado debe considerarse negativo siempre que haya una línea roja, aunque sea muy débil.

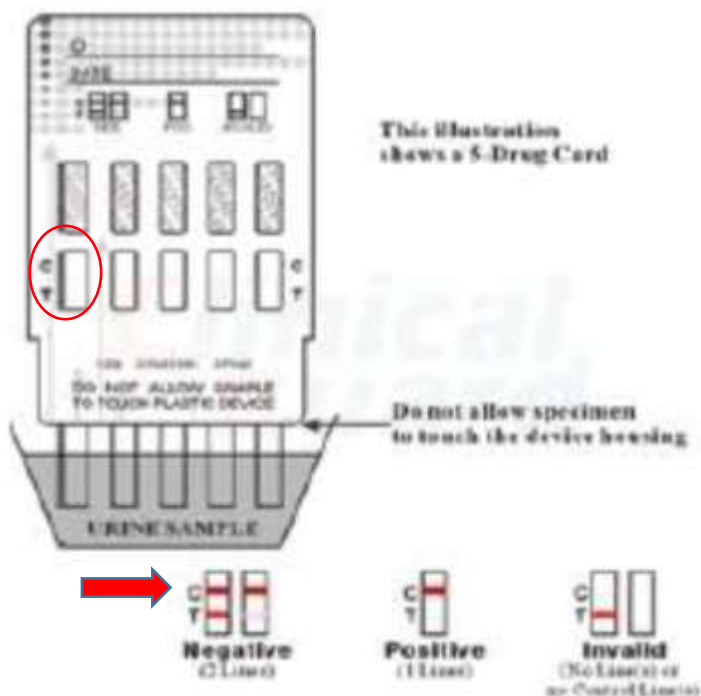


Figura 4.4. Resultado negativo. Fuente: Manual de Procedimientos en Química y Toxicología Forense de la Fiscalía General del Ecuador. Adaptado por el autor.

POSITIVO: Solamente una línea coloreada aparece en la zona de control (Control Test). Ninguna línea de la prueba aparece en la zona de la prueba (Test Zone), un resultado positivo no se debe considerar concluido, se debe confirmar con otra técnica analítica.

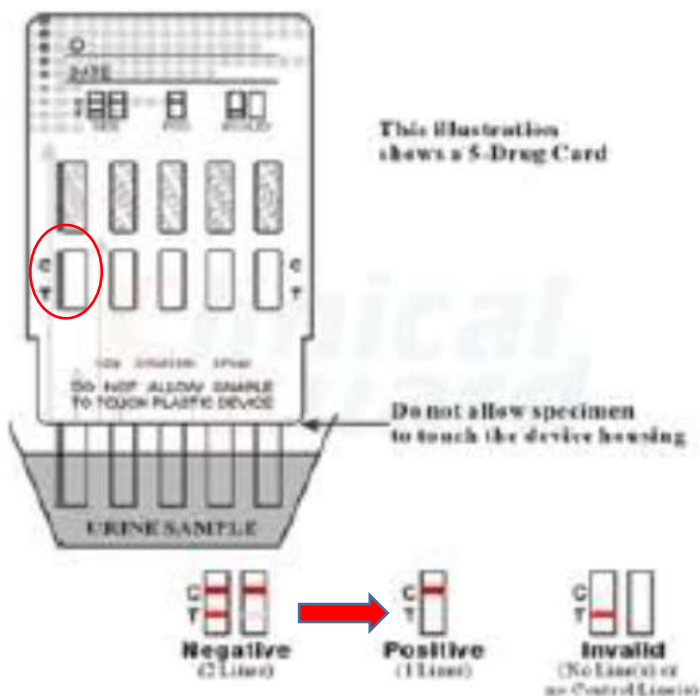


Figura 4.5. Resultado positivo. Fuente: Manual de Procedimientos en Química y Toxicología Forense de la Fiscalía General del Ecuador. Adaptado por el autor.

INVÁLIDO: Si ninguna línea de control (Control Zone) aparece en la ventana del resultado, la prueba se debe considerar inválida, el volumen insuficiente de muestra o técnicas de procedimientos incorrectas son las razones más probables del fallo de la línea control.

Revise el procedimiento y repita la prueba usando un nuevo panel de prueba.

En la siguiente imagen real se ilustra el proceso de inmunoensayo:



Figura 4.6. Aplicación de la muestra en el inmunoensayo. Fuente: el autor (2023).

Resultado positivo para cocaína:

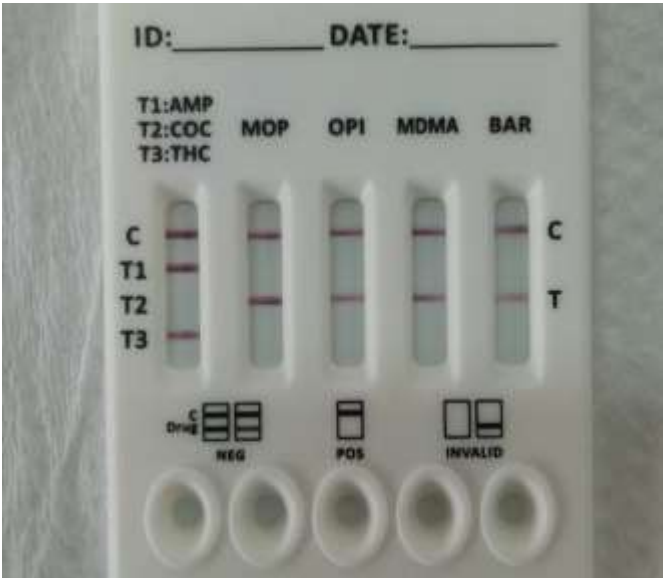


Figura 4.7. Resultado del inmunoensayo. Fuente: el autor (2023).

Capítulo 5

Breve Historia de las Drogas

5.1. RESÚMEN HISTÓRICO

La historia de las drogas y su relación con el ser humano, según Espallargas (2020) son milenarias; además, expresa que son varias las culturas que desde sus orígenes han consumido algún tipo de estupefaciente con fines religiosos, festivos, ociosos o introspectivos.



Figura 5.1. Imagen de la serie de Netflix: Narcos. Fuente: Espallargas (2020)

A continuación, se detalla resumida y precisamente los elementos que han motivado a los individuos, a usar sustancias psicoactivas a lo largo de la historia:

5.1.1. Magia y Religión

Según Escohotado (1998) en su libro “Historia General de las Drogas” no existe con precisión una manera de diferenciar en los primeros tiempos, una terapéutica empírica basada en conocimientos fisiológicos y botánicos, de prácticas mágicas y creencias religiosas, además, menciona que en Grecia coexisten expertos en hierbas y raíces, maestros, cirujanos, magos propiamente dichos (brujos, o saludadores) y hasta sacerdotes, lo que ocurre similarmente en Egipto, Mesopotamia, India e Irán.

Asimismo, se interpreta que hasta el surgimiento de la medicina hipocrática los recursos curativos son parecidos en diferentes épocas y lugares y que las diferencias reales, corresponden a los marcos mítico-rituales de cada grupo cultural.

Para comprender el origen del uso de sustancias en relación a la religión, actividades festivas y otras, expresadas por Escohotado (1998), se presentan los siguientes elementos:

5.1.1.1. La enfermedad y el sacrificio

El factor común de muchas instituciones de los pueblos antiguos, se considera el temor universal a la impureza (miasma) y su correlato, el deseo universal de purificación ritual (katharsis). En este sentido, el sacrificio es un sacer facere o “hacer sagrado” que permite la comunicación entre el mundo humano y el divino.

Para comprender la función de este acto religioso, es preciso detallar dos modelos:

Modelo A: conocido como el regalo expiatorio, que se refiere al sacrificio como el obsequio de una víctima a la deidad, es decir, que una persona o un animal es ofrecido a pagar las culpas de otros individuos.

Modelo B: llamado el banquete sacramental, que concibe el sacrificio como un acto de “participación”, que además de crear un nexo entre lo profano y lo sagrado, forma una unidad más alta entre los miembros de un grupo.

En conclusión, en el Modelo A referido a los expiatorios, el acto parte del hombre y llega a la divinidad a través del sacerdote y la víctima, mientras en el Modelo B de comunión, parte de un dios encarnado en alguna planta, y a veces en un animal, que a través de su ingesta por los comulgantes se identifica con ellos.

5.1.1.2. Catarsis, éxtasis y ebriedad

Respecto a estos tres conceptos, es posible preguntarse qué relación guardan estas consideraciones con la historia del uso de las drogas. En este sentido, se puede entender que el complejo religioso ligado al modelo B, emplea de modo sistemático el consumo de sustancias psicoactivas, uso que posiblemente se remonta muchos años antes de la revolución agrícola del neolítico.

Además, el mecanismo de acción de las drogas era un misterio hace un milenio; el hombre actual, considera trivial la influencia de ciertas sustancias (alcaloides) sobre el sistema nervioso, por lo que la medicina técnica y la sagrada no se deslindan hasta Hipócrates, lo cual significa que resulta inexplicable pero cierto, la acción de una sustancia capaz de modificar el ánimo.

Al hablar de catarsis, primero es preciso entender que si *pharmakoi* (plural de *pharmakós*) eran aquellos humanos que las ciudades sostenían para sacrificar cuando eran afligidas por alguna calamidad, también se llamaban *katharmoi*, un término derivado de *katharós* (puro) y *kathárein* (limpiar, purgar), que en su forma sustantivada “*katharsis*” popularizará la teoría aristotélica de la tragedia y hoy en día este término, se refiere a laxantes intestinales.

El pharmakós, libre de cualquier elemento mágico, como vehículo catártico objetivo y no transferencial, definirá el conjunto de tratados médicos reunidos bajo el nombre de Corpus hippocraticum. También, es importante destacar que el fármaco tomando en consideración la propiedad de que puede matar y puede curar, no discute entre lo bueno y lo malo, lo puro y lo impuro, sino en lo útil e inútil a efectos catárticos.

Respecto al elemento festivo, se considera que la fiesta es sagrada, siempre que sea breve. Puede considerarse que su función es fortalecer cierto sistema de prohibiciones, proporcionando la válvula de escape para la tensión.

Por último, podemos decir que nos embriaga un perfume o una emoción, entre otras cosas y aunque hablar de embriaguez podría referirse solo al alcohol y sus efectos, la realidad actual es que estos ceremoniales se realizan con una amplia variedad de fármacos. Por ejemplo, en la cuenca amazónica y en las Antillas, los caldos de tabaco fuerte y muchas otras sustancias tóxicas, algunas derivadas del cornezuelo que contiene amida del ácido lisérgico (LSD) han sido y son los elementos usados para ritos iniciáticos y otras celebraciones.

Además del uso profano y terapéutico, es importante saber, que cuando estos fármacos intervienen en ceremonias dirigidas por chamanes, otros hechiceros y sacerdotes constituyen sustancias que constituyen modalidades de sangre y carne de dios, con las cuales el dirigente y los celebrantes comulgan.

5.1.2. Mitos y Geografía

5.1.2.1. El neolítico

“Con el cultivo de los cereales aparece una mitología característica, apoyada sobre la comprensión —aceptación sería quizá más exacto— de los ciclos vida/muerte, aparición/desaparición, florecer/ajarse, en puntual correspondencia con la observación de los recién estrenados cultivos” (Escohotado 1998, p. 43).

Unos 4000 años a.C. inicia la revolución urbana, donde el desarrollo de la agricultura, exige conocimientos prácticos que llevaron al hombre a transformar muchas especies no comestibles en alimentos aprovechables. De tal manera que, se podría decir que en esa época se almacenaron grandes conocimientos desde el punto de vista farmacológico y se crea un compendio de remedios botánicos utilizados para muchas situaciones, entre ellas alivio del dolor.

- El fruto prohibido

En llamativa conexión con esta genealogía de las plantas aparece el principal mito cosmogónico sumerio, el de Enki y Ninhursag, que habla del paraíso (dilmun) y su pérdida, acontecida cuando Enki, el «Señor de la tierra», se decide a «conocer el corazón de las plantas para determinar su destino», y va probándolas una a una (Escotado 1998, p. 44).

De acuerdo a Escotado, esta situación produce la maldición de Ninhursag la diosa madre; ésta, permite el nacimiento a una diosa de los brebajes llamada Ninkasi, que cura a Enki. Unos 2800 a.C. este mito, establece el relato bíblico sobre el árbol del Edén. En este sentido, Enki insulta a Ninhursag probando los frutos que tiene a su alcance, así como Adán y Eva ofenden a Dios comiendo la manzana del árbol prohibido.

Se puede interpretar, que este paraíso perdido por probar alguna planta, empieza con la alimentación de diversos vegetales que el hombre encuentra libremente en la naturaleza, los que generan tentación y que son aparentemente como la manzana prohibida que menciona la biblia.

No hace falta añadir más elementos, desde el punto de vista prehistórico o de ficción, para entender que la historia del hombre y las drogas que ha utilizado, tengan un límite entre la imaginación y lo escrito, situación que es importante precisar antes de hablar de etnobotánica.

5.1.2.2. Etnobotánica

Si en el campo de la filología clásica, la antropología teórica y la historia han sido hasta hace muy poco infrecuentes los casos de investigadores con nociones farmacológicas sólidas y experiencias de primera mano en materia de sustancias psicoactivas distintas de las tradicionales en Occidente (alcohol, tabaco, café, otros sedantes y estimulantes patentados), la etnobotánica agrupa —aunque sea con grados muy diversos de adhesión— a pensadores provenientes de campos muy diversos, pero unidos por serios conocimientos tanto teóricos como prácticos sobre psicofármacos alternativos (Escohotado 1998, p. 46).



Figura 5.2. Pintura rupestre neolítica de Tassili-n-Ajjer, desierto del Sahara, sur de Argelia (7.000-5.000 a.C). Esta figura antropomórfica de un posible chamán con cara de abeja y cuerpo recubierto de hongos, es uno de los testimonios gráficos más antiguos de una cultura asociada al consumo de setas psicoactivas. Fuente: Escohotado (1998).

Según expresa Escohotado, la magia que poseen los hongos relacionada con ciertas formas de espiritualidad, es posible que haya sido propuesta por R. Graves y R. G. Wasson; donde el primero se limitó a algunas observaciones y el segundo se dedicó a demostrarlo, a lo que sostuvo que existía una conexión entre los llamados proto-indoeuropeos y un hongo considerado venenoso llamado amanita muscaria.

5.1.2.3. Fármacos psicoactivos y su distribución mundial

La etnobotánica práctica radica en llegar a fijar los lugares de origen de las principales drogas conocidas, lo que para Escohotado, no es totalmente claro, aunque puede decirse que el norte de Asia y Europa son pobres en psicofármacos, sin embargo, en Canadá se evidencian algunas especies de setas y hongos. En la zona que abarca desde el valle del Nilo al del Ganges abundan la adormidera, el cáñamo y daturas. Esta misma situación se observa en Indochina y China, con excepción de algunas islas del Índico y el Pacífico, donde crecen en abundancia varias especies de hongos psilocibios.

Asimismo, el cáñamo posiblemente es oriundo de China y la adormidera de Asia Menor, aunque prehistóricamente se ha encontrado adormidera cultivada en lagos suizos, y la planta de la que derivan probablemente descienda del sudoeste del Mediterráneo. De esto, se podría concluir que desde Oriente Medio hasta China se ha desarrollado la adormidera, cuyas propiedades analgésicas coinciden con el desarrollo de las poblaciones egipcias, sumerias, acacias, persas y chinas, observándose en los griegos el desarrollo del cornezuelo de los cereales.

En América, aparece una vegetación fuertemente psicoactiva, tanto de estimulantes leves como la coca, mate, guaraná y cacao como otras, entre las que se encuentra el tabaco y aunque sin mayor precisión, en África, se observan el cáñamo y las daturas.

En Extremo Oriente se menciona el té y, especialmente el betel, una sustancia excitante que es mascada por el indio andino, con la finalidad de reducir el apetito, disminuir la fatiga y ser más productivo en la jornada laboral, a diferencia de Europa Central y Occidental, donde crecen espontáneamente el beleño, la belladona y la mandrágora.

En el caso de la uva, se presume que es originaria de las vertientes caucásicas de las riberas del Mar Negro, de lo que se puede decir que las plantas relacionadas a bebidas alcohólicas son universales, por lo que, para obtener algún tipo rudimentario de cerveza es suficiente con masticar algún fruto y luego escupirlo, ya que de la fermentación natural de la saliva y el vegetal originará alcohol.

Es importante para conocer el origen de las drogas, comprender que todo depende de lo que cada cultura pretenda obtener de los psicofármacos, por lo tanto, se muestra a continuación otro elemento histórico de los motivos del hombre y el uso de sustancias en cada área geográfica del mundo:

5.1.3. Ebriedad Profana

Se tiene sospecha, concuerda Escohotado, que el consumo de opio se inicia en poblaciones de algunos lagos suizos y el norte de Italia desde antes del siglo XXV a.C., donde surge una variedad de la planta adormidera cultivada, conocida como somniferum; asimismo, la información sobre fármacos psicoactivos se menciona en Asia Menor, de lo que se detalla su uso en:

- Mesopotamia.
- Antiguo Egipto.
- Israel.
- China.

5.1.3.1. Mesopotamia

Ninkasi, la diosa sumeria de los brebajes que socorre al intoxicado Enki, es una figura que sugiere conocimientos farmacológicos sistemáticos. Pero la primera droga que llega al registro escrito es el opio. Ya en el tercer milenio anterior a la era cristiana tablillas cuneiformes descubiertas en Uruk representan la adormidera... Bastante posteriores —del XXII a.C., aproximadamente— son otras tablillas sumerias que mencionan la cerveza como remedio, recomendándose para mujeres en estados de lactancia (Escohotado 1998, p. 53).

Igualmente, como el opio y la cerveza, en el Código de Hammurabi del siglo XVIII a.C., se menciona la relevancia de los vinos en esa época, expendidos en las llamadas casas de bebida o tabernas, además de la venta de sexo.



Figura 5.3. Torre de Babel. pintura al óleo sobre lienzo de Pieter Brueghel. Fuente: Wikipedia

Otros datos escritos por los babilonios, muestran que, desde esa época, existen también las daturas y la mandrágora, así como el cáñamo en toda esa región. De esto, es evidente que las plantaciones de adormidera son muy antiguas en Mesopotamia, lo que explica el alto contenido en morfina del opio mesopotámico hoy en día, y de esta manera, sus raíces en lo que actualmente son las fronteras de Irak, Irán y Turquía.

5.1.3.2. Egipto

Los egipcios, sin duda han sido únicos hasta la actualidad en cuanto a sus conocimientos farmacológicos, esto, gracias a la química de síntesis. Por otra parte, Eschothato, expresa que H. Grapow y H. von Deines, aislaron más de setecientos nombres de fármacos en los papiros descubiertos, y desde la publicación del papiro de Ebers, cerca del siglo XII a.C. se entiende que la materia egipcia no era del todo clara y la mayor parte de ese conocimiento quedó en la incógnita.



Figura 5.4. Pirámide de Kefrén y la Gran Esfinge de Guiza. Fuente: Wikipedia

Por otra parte, el papiro de Ebers, relata que la sacerdotisa-médico Tefnut utilizó los capullos de la adormidera en forma de té, por sus propiedades analgésicas y tranquilizantes para curar una jaqueca del dios Ra. En este sentido, respecto al uso de sustancias en Egipto, como las bebidas alcohólicas, se puede observar algo parecido en la civilización sumeria y babilónica, por lo que en el período del siglo XVIII al XVII a.C., utilizan la cerveza o vino en sus tratamientos médicos.

5.1.3.3. Israel

“Tras el Diluvio, el primer hombre que empieza la repoblación de la tierra se topa con una droga” (Escohotado 1998, p. 57). En esta situación, se señala que Noé, el cultivador que plantó la viña, bebió del vino, se embriagó y se desnudó dentro de su casa, donde uno de sus tres hijos, mirándole desnudo llamó a los otros para que lo vieran de esa manera, sin embargo, ellos lo cubrieron. De esto, se interpreta que el vino lleva al individuo a cometer actos vergonzosos, sino está acostumbrado a ingerirlo y tome sin precaución.

Es importante precisar, que ninguna situación, como la crueldad de algunos profetas ni el rechazo del paganismo, deben llevar a pensar que el vino haya sido objeto de desprecio por los judíos, ya que el mismo, guarda relación con todo evento social, entre ellos, fiestas y matrimonios, por lo tanto, el vino es una manera de mostrar su virtud, y precisamente porque todos lo beben puede arraigar producir rechazo cultural hacia el alcoholismo.

De cualquier manera, el apoyo de la cultura judía al consumo de vino, es un elemento esencial para entender la importancia de su uso en el cristianismo como sangre divina, además de su uso como droga y sus profundas raíces religiosas.



Figura 5.5. Israel. Fuente: Wikipedia

5.1.3.4. China

“La idea de drogas religiosas sólo penetró con el budismo, vinculándose entonces a las tradiciones indias sobre cáñamo y daturas, que habrían surgido del ciclo cayendo como gotas de ambrosía” (Escohotado 1998, p. 60). Además, se puede analizar que los chinos fueron precursores realizando procedimientos de destilación de alcohol y probablemente desde el siglo VIII a.C. lograran fabricar aguardientes a partir de la cerveza de arroz.

China, probablemente constituya el origen del cáñamo, ya que los más antiguos restos de fibra, se han evidenciado hacia el cuarto milenio a.C. y tan solo un milenio más tarde en el Turquestán. Además, los chinos poseen mucho conocimiento en materia vegetal, donde destaca el descubrimiento del té, conocido ya a mediados del tercer milenio, así como la efedra, cuyo efecto es estimulante del sistema nervioso central.

Por otra parte, respecto al opio, fue conocido desde la llegada hasta el Mediterráneo de las caravanas de la seda y las especias, ya que estos trayectos atravesaban zonas donde se desarrollaba el cultivo de adormidera. Sin embargo, esta sustancia no fue más que un producto extravagante y costoso, adquirido por las altas clases y aún hoy día la adormidera china posee un contenido muy bajo en alcaloides.

Su principal medicamento, el ginseng, que según Escohotado, hasta hace relativamente poco formaba parte del 40 % de los medicamentos, constituyendo un excelente caso de relativa indistinción entre la droga y el alimento.

En conclusión, la cultura china antigua no diferencia con precisión entre el arte culinario y el farmacéutico. Así, por ejemplo, sus pasteleros utilizaban en el medievo opio muy edulcorado para preparar ciertos alimentos como bollos y confituras, a diferencia de los europeos y mesopotámicos que usaban y actualmente usan las semillas de adormidera con fines exclusivamente gastronómicos, por ejemplo, para colocar en la elaboración de pan.

A continuación, se muestra a Shen-nung, legendario dios-emperador chino, descubridor de las propiedades medicinales de muchas plantas, en cuya farmacopea está incluida la *Cannabis sativa*:



Figura 5.6. Shen-nung, dios-emperador chino. Fuente: Escohotado (1998).

5.1.4. Ebriedad Sagrada

De la misma forma, como gobierna lo carnal, en cuanto a sustancias que tienen la propiedad de cambiar el estado de ánimo en las culturas mencionadas anteriormente, en las que se presentan a continuación, sucede lo inverso, de tal manera que dentro los motivos de este contraste, tenemos las tradiciones de los chamanes y el predominio del modelo B sobre el A, explicados al inicio del tema en el punto 5.1.1. sobre magia y religión.

5.1.4.1. Península Indostánica

Por lo menos desde el siglo XV a.C. se conoce y celebra en estos territorios el cáñamo en diversas preparaciones...Sus preparaciones líquidas son la bebida favorita de Indra, el dios guerrero que representa a los invasores arios. Según las tradiciones védicas, el cáñamo brotó cuando cayeron del cielo gotas de ambrosía (amrita). Para la tradición brahmánica ortodoxa su uso agiliza la mente, otorga salud y larga vida, concede deleite, valor y deseos sexuales potenciados (Escohotado 1998, p. 65).

Referente al opio, fue evidentemente conocido desde el segundo milenio anterior a la era cristiana, de lo que existen pruebas de su comercialización entre las civilizaciones mesopotámicas y la del Indo, sin embargo, no es sino hasta la expansión de Islam, que el opio provocó utilidad realmente.

Lo indiscutible, es que la espiritualidad ha sido influenciada en nuestra cultura posterior, primero como pitagorismo, luego como platonismo y últimamente como cristianismo, hasta llegar a separación entre cosa extensa y cosa pensante característica de la filosofía occidental moderna.

5.1.4.2. Irán

De igual manera que en Egipto, Mesopotamia, Grecia e India en la época antigua, la medicina en Irán tenía muchos practicantes, que iban del cirujano-barbero hasta los chamanes, entre otros.

El cáñamo, de igual manera que en la India, se expandió extensamente como droga, evidenciado en el uso de diversos elementos como: recipientes de cobre y pipas, por lo que fue utilizado para embriagarse, aspirando el humo despedido de pedazos de cáñamo sobre piedras calientes, tal como lo hacían los griegos con el vino. Además del cáñamo, existe certeza de la existencia de plantaciones de adormidera, sin embargo, este fármaco se considera meramente profano.

5.1.4.3. América precolombina

Las características principales de América, según Escotado (1998) son dos:

- Una gran riqueza de flora psicoactiva, en su mayoría estimulantes y plantas que contienen fenetilaminas y alcaloides indólicos.
- La vinculación de su consumo con cultos religiosos, tanto al nivel de grandes civilizaciones como de pequeñas comunidades aisladas.

De esto, podría decirse que el chamanismo, en relación a la amanita muscaria, encontró una gran variedad de sustancias en climas más fríos, y que se adaptó a ella desde el inicio.

5.1.5. Grecia

“Antes de Grecia, ninguna sociedad demográficamente densa se había sentido orgullosa de respetar la particularidad espiritual de cada individuo, centrando la convivencia y el derecho sobre el pleno reconocimiento del adulto como instancia racional autónoma” (Escohotado 1998, pág. 90).

Además, Grecia se considera la primera organización social basada en el progreso de la razón civil, por lo que no muestra inclinación por fuerzas militares o doctrinas políticas o religiosas, de tal manera que, inventó la ética, la filosofía y las ciencias, llegando a ser modelo de seguimiento para el hombre actual.

5.1.5.1. Los griegos en la medicina y farmacología

Los terapeutas míticos como el centauro Quirón y Orfeo y los semimíticos como Melampo y Museo, entre otros, según Escohotado fueron grandes herboristas, especialistas tanto en las propiedades de las drogas simples como expertos preparadores de las drogas compuestas. En este sentido, históricamente, se conoce que Teofrasto, en su primer tratado de botánica llamado Historia de las plantas, expresa que prácticamente en cualquier parte del mundo se producen drogas, mismas que varían en sus medidas dependiendo de la región específica.

El surgimiento de la medicina científica, se produce cuando aquellas personas conocidas como sanadoras, suspenden el uso de aplicación de procedimientos basados en el empirismo y en la fe, tales como la magia y la religión, siguiendo el modelo A del sacrificio mencionado en el punto 5.1.1.1., por lo que la medicina hipocrática presenta una variedad de técnicas y enseñanza teórica, sin ideologías ni doctrinas, a fin de dar objetividad en el diagnóstico y precisión en los tratamientos aplicados.

En este orden de ideas, el Corpus hipocrático señala que «son drogas las sustancias que actúan enfriando, calentando, secando, humedeciendo, contrayendo y relajando, o haciendo dormir», aunque para los griegos fue un largo camino lograr definir claramente este concepto, por lo que Pharmakon significa remedio y tóxico; no una cosa u otra, sino las dos.

De esto, puede decirse que la toxicidad de una sustancia depende la dosis, por lo que se ha determinado que no existen sustancias solamente inocuas o solo tóxicas, lo que hace recordar la famosa frase de Paracelso citada en mi obra "Nociones de Toxicología": "Nada es veneno, todo es veneno, la diferencia está en la dosis".

Aparte del opio, entre los principales fármacos utilizados por los griegos, pueden mencionarse las cervezas y los vinos, además, se sabe que los griegos conocieron y usaron el cáñamo, el beleño y la mandrágora, ocasionalmente mediante sahumerios o inciensos. También, es conocido que los griegos bebían una decocción de cáñamo con vino y mirra conocida como el vino resinato, utilizado para alegrar reuniones sociales privadas. Asimismo, usaban las solanáceas con diversos fines, como envenenamiento, analgésicos y somníferos.

5.1.5.2. Los griegos y el antídoto universal

"El manejo de esta droga, junto a los conocimientos farmacológicos derivados de la experiencia clínica con ella, es el origen de la tradición triacal y los primeros tratados occidentales de toxicología" (Escohotado 1998, p. 97).

Se conoce de acuerdo a Heráclides, que la letalidad del opio tebaico, puede ser letal a partir de unos 7 gramos para el consumidor ocasional y en dosis mayores a unos 20 gramos, tiene la capacidad de producir con seguridad un envenenamiento. Además, menciona remedios para intoxicaciones involuntarias como la adormidera.

El jugo de adormidera, es el prototipo de las conocidas como medicinas protectoras, aquellas que luego Paracelso las denominaría heroicas, ya que tienen la propiedad de enfriar el cuerpo, por lo que son utilizadas para combatir formas de gran calor.

A partir del siglo II a.C., la medicina griega ocupa su atención en un compuesto conocido como la triaca, usado como antídoto en gran cantidad de tóxicos. En este sentido, venenos como la cicuta y el acónito, son usados en dosis homeopáticas, y es el opio, la sustancia adicionada en todas las triacas combinada con otras sustancias vegetales, animales y minerales, tal como expresó Paracelso, citado en "Nociones de Toxicología" que ciertos venenos usados a determinadas dosis podían actuar como medicamentos.

Por lo tanto, la búsqueda de este llamado antídoto universal, motivado principalmente a la gran cantidad de hombres y mujeres dedicados a envenenar a personalidades importantes de la época, recibe de Mitríades el Monarca, un importante desarrollo, quien usó a esclavos como población de estudio, realizó muchas pruebas y dedicó tiempo a sintetizar una sustancia que tuviera la propiedad protectora ante sustancias tóxicas.



Figura 5.7. Vaso del estilo de Medias (cerámica griega de figuras rojas) decorado con motivos báquicos. Fuente: Escohotado (1998).

5.1.6. Roma

De acuerdo a Escotado (1998), el criterio romano sobre drogas es una imitación del juicio griego. Su actitud se refleja en la Lex Cornelia, referida a delitos de alta traición, por lo que es considerada un mandato sobre sustancias capaces de alterar el ánimo y que estuvo vigente desde tiempos republicanos hasta la caída del imperio.

Gracias a Galeno, se sabe que era normal brindar a las personas las flores del cáñamo en reuniones sociales, costumbres copiadas posiblemente de los atenienses o de los celtas. Además, en relación a las drogas, se muestra un mandato de Alejandro Severo, motivado a casos de intoxicaciones, donde prohíbe el uso de drogas, pese a que en Roma las principales plantas son la vid y la adormidera.

Durante el imperio romano, fueron muchos los emperadores consumidores de opio, tanto individualmente como en triacas, de las que Filonio, médico de Augusto, inventó una a base de pimienta blanca, espinacardo, opio y miel, incluso se sabe que era consumida por el César diariamente y se dice que Tiberio quien también era consumidor de opio, se instaló en la isla de Capri, entre algunas razones, a fin de tener a su disposición la sustancia, cultivada varios siglos antes por los griegos.

Adicionalmente al opio, se dice que el cáñamo llegó a Europa por el norte y no por el sur, y fueron los celtas, que ya desde el año VII a.C. establecidos en Massilia, la actual Marsella, quienes les facilitaron a los griegos y romanos la obtención de la planta.

Entre otras drogas, el vino goza de especial predilección por los romanos, además constituye una costumbre muy antigua que prohibía la bebida a menores de 30 años y a mujeres. Tal es el caso, en tiempos de Rómulo, Tito Livio Egnatius Mecenius mató a su esposa por beber vino; también, otro caso, de una mujer soltera quien fue condenada a morir de hambre por intentar tomar las llaves del sitio de resguardo del vino.

En este orden de ideas, el vino cobra protagonismo dentro de los cultos místicos, entre ellos las bacanales, constituidas por ritos originalmente diurnos, que permitían solo la participación de mujeres, en los que posteriormente se incorporan hombres, se incrementan los días duración y son realizados por las noches.

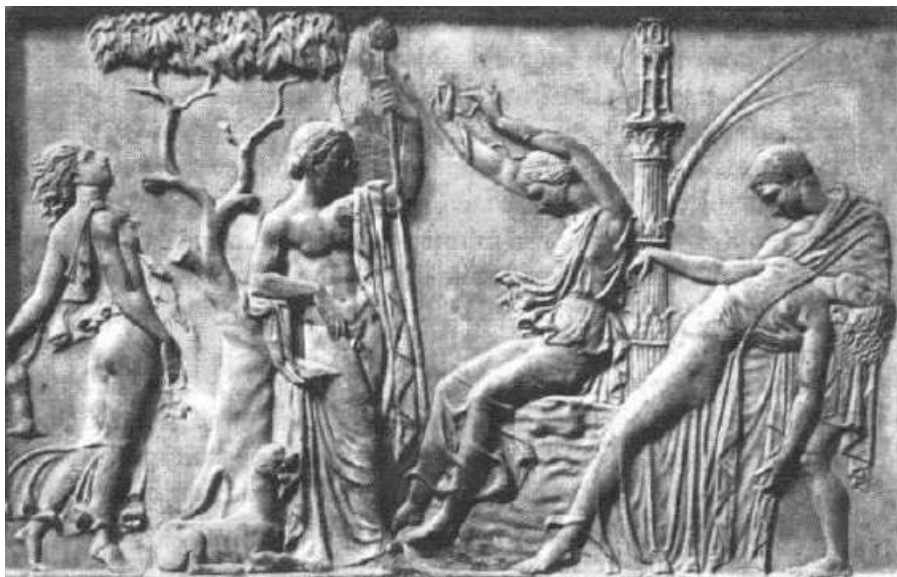


Figura 5.8. Representación clásica de los ritos de las bacanales. Fuente: Escohotado (1998).

5.1.7. Paganismo y ebriedad

“Quizá el único modo racional de clasificar las sustancias activas sobre el sistema nervioso humano sea distinguiendo entre drogas que proporcionan: a) alguna medida de paz, b) alguna medida de energía y c) alguna medida de excursión psíquica” (Escohotado 1998, p. 134).

Un criterio más preciso de la clasificación mencionada, resalta entre drogas enteogénicas, terapéuticas y recreativas, que puede resultar muy útil. De hecho, algunas sustancias son usadas en situaciones de tipo mágico religioso, entre ellas: el teonanácatl y la amanita muscaria, otras desde el punto de vista terapéutico como: el opio y la efedra y, por último, una combinación de las dos tales como: bebidas alcohólicas, tabaco, cáñamo, coca, entre otras.

5.1.7.1. Fármacos enteogénicos

Según Wikipedia, un enteógeno “es una sustancia vegetal o un preparado de sustancias vegetales con propiedades psicotrópicas, que cuando se ingiere provoca un estado modificado de conciencia. Se utiliza en contextos espirituales, religiosos, ritualísticos y chamánicos, además de usos recreativos o médicos”.

Es frecuente, expresa Escohotado (1998), que en algunos lugares las llamadas plantas de los dioses se relacionen con trances experimentados por chamanes, de lo que se interpreta como enteógenos, solo los vegetales que contienen alcaloides indólicos y fenetilaminas; asimismo, se dice que, desde el punto de vista histórico-cultural, el vino y el tabaco son enteogénicos tanto como el ololiuhqui o el yagé. De tal manera que, a primera impresión podría excluirse dentro de esta categoría drogas estimulantes del sistema nervioso central tales como: cafeína, cocaína y anfetaminas ya que poseen la propiedad de reducir el apetito y estimular el organismo en la jornada de trabajo.

Además de los chamanes, los sacerdotes también se atribuyen el uso de enteógenos, entre ellos los brahamánicos y también los primeros sacerdotes cristianos que al realizar el ayuno antes de la comunión, permitían que se produjera un fuerte trance, en el que en ceremonias culturales consumían acompañado de vino representado para ellos como la sangre de Cristo y solo después en otra etapa, se elimina el pensamiento de la vieja religión y ya no se usa el enteógeno vegetal.

5.1.7.2. Fármacos con fines terapéuticos y recreativos

Entre las drogas usadas tanto con fines médicos como de diversión, se menciona la solanáceas, con amplitud de variedades, unas con propiedades psicoactivas, consideradas por hechiceros y chamanes como drogas poderosas. Éstas, se han relacionado con cultos orgiásticos y posiblemente de ritos místéricos en la antigüedad, ya que se les atribuye afinidad con actos de brujería.

Además, las solanáceas son usadas para curar muchas enfermedades, ya que sirven como analgésicos, hipnóticos sedantes, aun cuando mayormente sean usadas como ingrediente de triacas.

Además de las primeras mencionadas, el opio es considerada la droga más usada de los tiempos antiguos, mucho más eficaz y tóxica a la vez. Como fármaco simple es utilizado para el alivio de dolencias específicas y como integrante de fármacos complejos, es el primer antídoto o triaca.

A excepción del vino, el opio es la droga más difundida en Asia Menor y el mediterráneo, bien sea solo o combinado con solanáceas y cáñamo es un excelente analgésico, con funciones sedantes, somnífero y utilizado para practicar la eutanasia, es decir, es un fuerte analgésico para prácticamente cualquier dolor.

En tercer lugar, el uso de cáñamo según datos grecorromanos, infieren el uso del haschisch en personas de clase alta; por el contrario, los celtas, lo utilizaron libremente y se les atribuye inmensos cultivos desde Austria hasta las Islas Británicas.

También, en el norte de África, Asia Menor y Extremo Oriente fue una de las principales medicinas y en otros lugares como la India y en Irán, se relacionó con eventos religiosos, siendo un importante enteógeno y droga empleada en reuniones sociales, similar al uso del alcohol en Occidente.

5.1.7.3. Práctica de la medicina

El cuadro de costumbres y principios que rige en materia de fármacos psicoactivos no se completa sin aludir al estatuto de médicos y drogueros propiamente dichos, esto es, no confundidos con castas sacerdotales de una u otra confesión, como las dominantes en la cultura egipcia, india, china, irania, céltica, etc (Escohotado 1998, p. 142).

5.1.8. Historia de la ebriedad

Históricamente, según Escohotado (1998), la ebriedad nos permite evidenciar el concepto que le dieron los griegos a la palabra *phármakon*. En este sentido, excepto el alcohol que hasta hoy sigue siendo calumniado en gran parte del continente asiático, se consideran drogas las sustancias que tienen la dualidad de aliviar o matar. Las bebidas alcohólicas, se entienden como los únicos estupefacientes, no solo su propiedad farmacológica propiamente dicha, sino por producir situaciones orgiásticas que van en contra del control de autoridades sacerdotales.

A continuación, se detallan de manera más específica muchas de las drogas ampliamente conocidas a nivel mundial:

- Alcohol

“Suele mantenerse que Mahoma prohibió severamente las bebidas alcohólicas, inaugurando el paternalismo represivo en esta materia” (Escohotado 1998, p. 166).

Lo que consta realmente, es que a Mahoma le presentaron un borracho, y él ordenó que lo azotaran por incumplir sus deberes. Después de su muerte, cuando Abu Bakr intervino en esta situación pidió asesoría a Alí y de acuerdo a la Suna se determinó que quien bebe se emborracha, quien se emborracha hace el ridículo, por consiguiente, dice mentiras y quién miente debe ser sometido a la pena.

- Opio

Los árabes asimilaron la cultura clásica a través del Imperio bizantino fundamentalmente. Teodoto de Esmirna, un erudito bizantino, cuenta en el año 750 que el jugo de adormidera era consumido en Constantinopla por todas las clases sociales, igual que siglos antes en la Roma imperial (Escohotado 1998, p.168).

El uso de esta sustancia estaba monopolizado; es decir, los ricos, considerados honestos, empleaban el opio como medicina (phármakon), especialmente como ingrediente de compuestos triacales, mientras que los considerados escoria humana de los suburbios pobres, lo usaba como alimento perfecto (panakeia) para aliviar su inferioridad.

Basándose en los criterios de Hipócrates y Galeno, Ibn Sinna o Avicena (980-1037), considerado para los musulmanes como el padre de la medicina, es a quien se le menciona como el principal promotor, en el uso del jugo de adormidera como eutanásico en las ocasiones que consideró adecuado, aunque algunos piensan que murió de forma accidental mientras experimentaba con esta droga sobre sus propiedades narcóticas y analgésicas.

Muchos años después, en el año 1621 el gobernante musulmán Shah Abbas II, restringe su uso por considerar perjudicial esta droga, sin embargo, posteriormente se deroga este mandato por no cumplirse tal restricción.

– Cáñamo

Aunque el opio no se menciona hasta el siglo X, los derivados del cáñamo conocidos como: grifa, kif, haschisch, son ampliamente conocidos desde el comienzo de la escritura en Extremo Oriente y establecen el punto de contacto entre los árabes y las poblaciones de esa región.

En el siglo VI, Hassan Ibn Al-Sabbah, conocido como el “Viejo de la montaña” funda la llamada orden de los haschischins, que posteriormente es eliminada por los mongoles. Los haschischins, constituyeron un modelo para órdenes como los templarios; además, ingerían grandes cantidades de la droga antes de la faena de combate, lo que les permitió resaltar por su aguerrida fiereza en las Cruzadas, incluso, el mismo rey Luis de Francia, en alguna ocasión estuvo a merced de esta secta, cuya crueldad alcanzó alta fama y debido a ello, es posible que sea el origen de la palabra “asesino”.



Figura 5.9. Tallo de *Cannabis* que muestra las fibras. Fuente: Wikipedia

Además, es importante recordar de acuerdo a Escotado (1998), que Saladino dio lecciones de caballerosidad a estos caballeros, no sólo tratando bien a los capturados, sino también, enviando médicos a campamentos enemigos para curar a los enfermos; asimismo, se sabe que las virtudes de sus remedios causaron estupor a muchos cristianos, que al regresar a Europa defenderían las preparaciones hechas a base de opio, cáñamo y solanáceas.

Ni en el Corán o en la Suna existe referencia alguna del cáñamo. La farmacopea árabe lo aconseja para muy diversas afecciones, y su uso como euforizante general se asocia unas veces con el opio y otras con el vino. En este sentido, el uso medicinal del cáñamo se mantiene vigente al menos desde el primer milenio anterior a la era cristiana y se difunde en el mundo árabe al combinarse la farmacopea persa con la india, la egipcia y la china.

Por otra parte, hay conocimientos para presumir que no fue una droga de clases altas, sino más bien de grupos determinados por fe religiosa o condición social, lo que orienta a pensar que es el fármaco favorito de pequeños campesinos y jornaleros, siendo también haschisch al-harafish, que literalmente significa “hierba de los truhanes”.



Figura 5.10. Fibras de cáñamo. Fuente: Wikipedia

– Café

Algunos citan al mufti de Aden, que vivió en el siglo IX, como primer plantador de cafetales en Arabia. Otros hablan de Mulbah Schadelih, que se veía inquietado por el sueño muchas noches durante sus lecturas de Corán. Cierta día supo por un pastor que cuando las cabras comían de un particular arbusto empezaban a saltar y a hacer cabriolas, totalmente desveladas. Se decidió a comer los frutos rojos y verdes, pero como no obtuvo efecto alguno decidió tostarlos. Tras ciertas peripecias (porque se distrajo rezando y los granos se abrasaron), comprobó que tenía una bebida oscura de magnífico sabor. Mullah la bebió y vio desaparecer todo su cansancio (Escohotado 1998, p.175).

Los bebedores la usaban para leer las sagradas escrituras sin dormirse. Las cotidianas y largas lecturas del Corán produjeron una situación de somnolencia, sin embargo, en el contraste de opiniones entre los detractores y la defensa de los bebedores de tal preparado, fue evidente que combatía la apatía y el cansancio, por lo que ninguna sociedad ha dudado en usar la planta.



Figura 5.11. Herborista ensayando una extracción de plantas medicinales. Fuente: Escohotado (1998).

5.1.9. Cristianismo y ebriedad

Durante la alta Edad Media los reos de brujería guardan aún perfiles de individuos determinados; son personas de carne y hueso, a quienes se reconoce —siquiera en principio— el derecho a que les sea probada una acusación por artes mágicas o tenencia de hierbas maléficas. Faltando esos requisitos, sus acusadores quedan obligados a pagar una multa. La delación no puede ser anónima y no se encuentra remunerada; tampoco hay bulas que premien con ventajas espirituales y crematísticas a quienes cacen profesionalmente hechiceros y, en general, se diría que a la ley (no obstante, su general barbarie) le repugna provocar indefensión. Todo esto cambia desde el siglo XII, pues a partir de entonces las brujas y brujos se convierten en meros números de una secta universal y eterna que constituye epidemia (Escohotado 1998, p. 178).

Para el siglo XVI, esta epidemia es pública en todo el mundo y trae consecuencias negativas; además, se hace obligatoria la denuncia y los castigos a causa de la brujería son de una brutalidad sin precedentes, lo que permite que en este siglo y el próximo muere una gran cantidad de personas quemadas en la hoguera a la vista de todos, donde se hace necesario analizar el motivo de las acusaciones, a estos hechiceros y la relación que tienen con el uso de fármacos.

Asimismo, menciona Escohotado (1998), que desde la Ley Sállica (424), a partir de Carlomagno, además de «plantas diabólicas» en términos genéricos, se habla del opio precisamente como una de ellas y entre otras drogas consideradas «diabólicas» se describen algunas solanáceas como las «manzanas espinosas» a quien se le atribuye el nombre vulgar de la datura estramonio; por otra parte, al llegar la baja Edad Media es evidente la relación entre brujería y ebriedad con fármacos distintos del alcohol.

Después de la feroz cacería de brujos y hechiceros entre 1330 a 1340, promovida por Juan XXII, la elaboración de pócimas y brebajes nocivos es un denominador común, así como el sexo aplicado por mujeres que son consideradas criminales, a quienes se les atribuye el pecado de lujuria; en este sentido, se menciona a sabbats como actos de veneración pagana caracterizadas por la realización de orgías.



Figura 5.12. Cuadro “La cocina de las brujas” muestra a una joven ya desnuda y otras dos despojándose de sus trajes para frotarse con ungüentos. Fuente: Escotado (1998).

5.1.10. Paracelso

El nacimiento de una farmacología oficial, «blanca», que asimile no sólo las prácticas clásicas sino el conjunto de los hallazgos «negros» producidos durante el medioevo es sobre todo obra del principal alquimista europeo, Paracelso (1493-1541). Si los humanistas habían puesto de relieve las virtudes naturales de untos y potajes empleados por los hechiceros, la escuela de Basilea mantendrá que algunos de sus ingredientes —e incluso algunas de sus específicas recetas— permiten dar un salto hacia adelante en medicina (Escohotado 1998, p. 223).

Influenciado por la alquimia, Paracelso utiliza algunas drogas con la intención de desplazar el mal desde dentro hacia afuera, por lo que trata al organismo con tóxicos explícitos para cada situación patológica, ya que su uso puede producir en casos solucionables lo que denomina un retorno heroico y a que a su juicio consideró el opio como la piedra de la inmortalidad.



Figura 5.13. Paracelso y la farmacia renacentista: El nacimiento de una farmacología oficial, «blanca», que asimile no sólo las prácticas clásicas sino el conjunto de hallazgos «negros» producidos durante el medioevo, es sobre todo obra del principal alquimista europeo Paracelso (1493-1541), retratado aquí por Rubens. Fuente: Escohotado (1998).

Entre otras de las sustancias que, por su antigüedad, influencia y contexto histórico, en relación a la humanidad se hace necesario mencionar:

- Tabaco

Expresa Escohotado (1998), que desde el valle del Mississippi hasta Tierra del Fuego en la toda América se consumía esta hierba, bien fuera bebida, comida o fumada y estaba considerada como la más sagrada del continente. Rodrigo de Jerez y Luis de la Torre se señalan como los primeros en llegar al caribe y también como los primeros en seguir la costumbre indígena de fumar tabaco en forma de cigarros; asimismo, continuaron haciéndolo al regresar a Sevilla y luego no se supo más de ellos. Durante la inquisición, se determinó que esa sustancia generaba situaciones irreales y solo Satanás permitía al hombre expulsar humo de la boca.



Figura 5.14. *Nicotiana tabacum*. Planta del tabaco. Fuente: Escohotado (1998).

– Coca

En orden de importancia por la cantidad de consumidores declarados, la segunda gran droga descubierta en América es la hoja de coca. Como vimos, el Imperio inca se hallaba penetrado por la cultura del fármaco, que a los españoles les pareció al principio despreciable. Esa hostilidad hizo que en algunas regiones los cicales fuesen abandonados, y que la popularidad de la planta descendiese. Sin embargo, cuenta el cronista más antiguo del Perú, Cieza de León, que seguía siendo valorada y que había permitido amasar fortunas a algunos españoles (Escohotado 1998, p. 230).

Al transcurrir del tiempo, algunos españoles fueron cada vez haciendo aficionados a la droga, por lo que van dándose cuenta de sus propiedades para hacer mayor la jornada de trabajo y con menos alimentación a la mano de obra indígena. De esta manera, se empezó a permitir el cultivo siempre que su utilización se relacionara a cualquier tipo de ceremonia religiosa, y se cobrarían impuestos en cualquier operación relacionada a la sustancia.

Aumenta la popularidad del uso de la planta, al disminuir los rígidos controles incas, sin que esto implique inmiscuirse en la honorabilidad, ya que se considera una costumbre de los nativos, que sólo lentamente regresa a la clase social alta.

A finales del siglo XVI el médico Nicolás Monardes realiza la primera descripción botánica de la planta, y destaca sin pena alguna sus virtudes y bondades y es en 1613 que Felipe Guzmán Poma de Ayala, alega de forma elegante que el consumo de la planta sino es exclusivamente para trabajar, la masticación de la hoja de coca se convierte en una actividad sin autorización.

5.1.11. Las drogas en el siglo XIX hasta la actualidad

Desde principios del siglo XIX se observa un interés extraordinario por toda suerte de fármacos psicoactivos, en lo cual no solo influyen químicos, farmacéuticos y médicos, sino literatos, filósofos y artistas. Se diría que confluyen las necesidades de unos con las posibilidades abiertas por otros, dentro de unas coordenadas generales favorables (Escohotado 1998, p. 276).

Sin duda, este siglo está lleno de polémica, del despertar industrial del mundo, de nuevas invenciones que evidentemente han ejercido desde entonces, un cambio sin precedentes y de esto no escapan los fármacos y sustancias psicoactivas, que además de ser utilizados de acuerdo a sus propiedades farmacológicas principales, muchos son mezclados con otros químicos generando diversidad de tipos de reacciones, bien sean de inhibición o inducción y que al transcurrir los años se han convertido en generadores de dependencia por muchas personas.

Tal como expresa Escohotado, el empleo de psicofármacos desborda largamente la meta tradicional de aliviar trastornos singulares; el cuerpo es un instrumento que puede afinarse en diferentes tonos, accesibles para quien conozca las afinidades entre sustancias homeopáticas y estratégicamente distribuidas en sus principales órganos.

Asimismo, desde el comienzo de los tiempos recordados, el hombre se había servido de los fármacos en estado impuro, usando tales o cuales plantas. Ahora se produce el descubrimiento de fármacos puros, en una sucesión de alcaloides que comienza con la morfina (1806) para seguir con la codeína (1832), la atropina (1833), la cafeína (1841), la cocaína (1860), la heroína (1883), la mescalina (1896) y los barbitúricos (1903), por mencionar tan sólo algunos de los más conocidos.

- Cloral

El primer analgésico no opiáceo que aparece en el siglo XIX es el cloral, lanzado por los fabricantes como fármaco útil prácticamente en todas las afecciones donde parecía indicada la morfina. Así presentado, el producto no dejó de granjearse adeptos y perjudicarles seriamente, ya que se trata de un fármaco muy áspero, que depaupera física y mentalmente con notable rapidez (Escohotado 1998, p. 290).

Fue muy utilizado por aquellas personas que sufrían de insomnio, incluyendo a personajes de renombre histórico como Gutzkow o Nietzsche, a quien le recomendaron la sustancia como inocua y que casi inmediatamente comenzó a usarla de manera indiscriminada gracias a su poder adictivo.

- Barbitúricos

En 1863, el futuro premio Nobel de química A. von Bayer condensa por primera vez la urea y el ácido malónico, sintetizando la molécula barbitúrica.

El más antiguo compuesto de acuerdo a Escohotado, con propiedades hipnóticas (barbital) se descubre en 1888, aunque dichas propiedades sólo sean percibidas algo más tarde gracias a las investigaciones de A. von Mehring y E. Fischer, tras de las cuales se comercializa con el nombre de veronal.

Según Morán et. al (2011), el Veronal (barbital o Medinal, barbitone, barbiturato dietílico, dietilmalonilurea) es el nombre comercial del primer sedativo y somnífero del grupo de los barbitúricos.

– Cocaína

Habíamos dejado la coca en el siglo XVII, cuando todavía era una costumbre indígena exclusivamente, aceptable si se relacionaba con el trabajo. A partir de entonces su prestigio va creciendo. Desde Venezuela un jesuita elogia esa «perla de la América», que en el llamado sitio de La Paz (1771) permitió a la población sufrir la escasez de alimentos y alivió las fatigas de los soldados. Luego encuentra un elocuente defensor en el médico y estadista H. Unánue, fundador del Mercurio Peruano. A él se debe en buena medida que, tras la independencia, la hoja de coca sea incorporada al escudo de armas del Perú como símbolo de la resistencia de sus tropas. Humboldt hace algo después una precisa descripción botánica del arbusto, aunque comete el error de considerar que lo psicoactivo de la «cocada» es la cal o ceniza en vez de las hojas (Escohotado 1998, p. 294).

En la exploración realizada por Gibbon y Herndon al Amazonas, en 1854, lo tradicional para ese momento eran pequeños cultivos de indígenas, también, algunos dueños de grandes plantaciones de coca, debido al excelente precio de tres dólares por arroba que se obtenía por el producto en los mercados nacionales y extranjeros.

En esta historia, cabe mencionar el médico A. Mariani, autor del Vino Coca Mariani, que se hizo predilecto de muchas celebridades como el papa León XIII, que incluso prestó su efigie para la etiqueta de la bebida y, además, otorgó una medalla de oro al inventor, en reconocimiento a la capacidad de la bebida para «apoyar el virtuoso retiro de Su Santidad».

Es importante mencionar dentro de los reconocidos estudiosos de las propiedades de la cocaína, a Freud, quien de acuerdo a Escohotado, considera seis campos terapéuticos: como estimulante, para trastornos gástricos, para la caquexia, para curar a morfinómanos y alcohólicos, para el tratamiento del asma, como afrodisiaco y en aplicaciones locales.

Freud, en 1885 publica un segundo artículo —Contribución al conocimiento de los efectos de la cocaína—considerado como el primer estudio de psicofarmacología en sentido moderno, donde no toma en cuenta los efectos subjetivos sino los objetivos de la droga, medidos con equipos tales como: un dinamómetro y un neuroamebímetro, a fin de medir la energía muscular y el tiempo de reacción del organismo frente al efecto de la sustancia.

En el último tercio del siglo XIX y hasta bien entrado el XX, según Escotado, florecen en Europa y América bebidas alcohólicas y no alcohólicas aderezadas con cocaína. El American Food Journal refiere que en 1909 había registradas sólo en Estados Unidos 69 bebidas con proporciones mayores o menores de cocaína, y bastantes más con extractos de coca. Una de las más populares entre las primeras que acababa de sustituir la cocaína por cafeína en su composición, había sido la Coca-Cola.



Figura 5.15. Nicotiana tabacum. Planta del tabaco. Fuente: Escotado (1998).

Después de este breve recorrido histórico, por todos los continentes de la tierra sobre el origen de las drogas, desde el punto de vista mágico, religioso, sagrado, profano, de mitos y de experimentación científica, con diversas sustancias que han sido usadas desde tiempos remotos, tanto con fines lúdicos como terapéuticos, es importante desatacar, que muchas de ellas aún siguen vigentes, con modificaciones desde el punto de vista químico, lo que ha permitido obtener nuevas drogas y abrir el abanico de un sin fin de posibilidades en el uso y abuso de las mismas.

En este sentido, es importante mencionar que desde el siglo XX, se ha incrementado la fabricación y el consumo de las anteriormente mencionadas y que en pleno siglo XXI, existen en el mercado otras drogas ilícitas, citadas en mi obra “Nociones de Toxicología” (2023) p.168, y que para la Oficina de las Naciones Unidas Contra la Droga y el delito UNODC, son llamadas Nuevas Sustancias Psicoactivas NSP.



Figura 5.16. Nuevas sustancias psicoactivas. Fuente: UNODC.

Capítulo 6

Drogas. Concepto y Clasificación

6.1. CONCEPTO DE DROGA

“Es toda sustancia que, introducida en el organismo por cualquier vía de administración, produce una alteración, de algún modo, del natural funcionamiento del sistema nervioso central del individuo y es, además, susceptible de crear dependencia, ya sea psicológica, física o ambas” (Organización Mundial de la Salud).



Figura 6.1. Drogas. Fuente: Wikipedia.

De acuerdo al Diccionario de la Real Academia Española, droga se puede definir así:

- Sustancia mineral, vegetal o animal, que se emplea en la medicina, en la industria o para otros fines.

- Sustancia o preparado medicamentoso de efecto estimulante, deprimente, narcótico o alucinógeno.

En este sentido, se puede interpretar que droga es cualquier sustancia que ingresada en el organismo causa un efecto sobre él.

6.2. CLASIFICACIÓN DE LAS DROGAS SEGÚN SU ORIGEN

De acuerdo a ClasificaciónDe (2023), las drogas según su origen son:

6.2.1. Naturales:

Aquellas pertenecientes a la naturaleza y son recolectadas de manera directa para ser consumidas por las personas. Por ejemplo: hoja de coca, tabaco, marihuana, hongos entre otras.



Figura 6.2. Cannabis Sativa (Marihuana). Fuente: Wikipedia.

6.2.2. Semi-sintéticas:

Obtenidas de síntesis parcial, es decir, drogas naturales que sufren procesamiento en el laboratorio para obtener otras sustancias. Por ejemplo: cocaína, heroína.



Figura 6.3. Cocaína en polvo. Fuente: Wikipedia.



Figura 6.4. Heroína. Fuente: elmanana.com

6.2.3. Sintéticas:

Obtenidas por procedimientos industriales, generalmente una síntesis química, que reproduce la composición y propiedades de algunos cuerpos naturales. Por ejemplo: anfetaminas.



Figura 6.5. Anfetaminas. Fuente: <https://lamenteesmaravillosa.com/anfetaminas/>

6.3. CLASIFICACIÓN DE LAS DROGAS SEGÚN SU EFECTO EN EL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL (SNC)

De acuerdo a Badia (2019) Psicología-Online.com, sobre la clasificación de las drogas según la Organización Mundial de la Salud (OMS) y sus efectos, se detallan las principales clasificaciones que se usan para agrupar las drogas, especialmente, en la clasificación propuesta por la OMS.

Las mismas se resumen en la siguiente figura:

Depresores	Estimulantes	Alucinógenos
Enlentecen el funcionamiento cerebral provocando acciones que van desde la desinhibición hasta el coma, en un proceso progresivo de adormecimiento cerebral	Aceleran el funcionamiento habitual del cerebro, provocando un estado de activación que puede ir desde una mayor dificultad para dormir hasta estados de hiperactividad	Alteran el funcionamiento del cerebro dando lugar a distorsiones perceptivas o alucinaciones
Alcohol ansiolíticos Opiáceos Hipnóticos Solventes	E. mayores: anfetaminas y cocaína E. menores: nicotina, cafeína	Hongos psilocibes LSD Floripón Derivados del cannabis

Figura 6.6. Clasificación de las drogas según su efecto sobre el SNC. Fuente: Badia (2019) Psicología-Online.com

6.4. CLASIFICACIÓN DE LAS DROGAS SEGÚN SU LEGALIDAD (Badia 2019):

6.4.1. Las drogas legales:

Son aquellas sustancias psicoactivas que están permitidas, es decir, cuyo uso no está penalizado por la ley, cuya legalidad de las drogas varía según las leyes de cada país. Entre ellas, podemos mencionar el alcohol, la nicotina, la cafeína entre otras.



Figura 6.7. Alcohol. Fuente: Wikipedia.

6.4.2. Drogas ilegales:

Son aquellas sustancias psicoactivas cuyo uso no está permitido por la ley del país. Puede ser que el consumo propio esté permitido en algunas circunstancias, pero la venta está penalizada. Las drogas ilegales son el resto de drogas. Entre las drogas ilegales más consumidas se encuentran: marihuana, cocaína, anfetaminas, heroína, LSD.



Figura 6.8. Dosis de LSD (dietilamida de ácido lisérgico). Fuente: Wikipedia.

Capítulo 7

Nomenclatura Inorgánica

Inicialmente, se recordarán algunos conceptos básicos, de tal manera que sea despejada cualquier inquietud y se facilite la comprensión del tema, por lo que a continuación y como punto de partida, se muestra la siguiente figura:



Figura 7.1. Clasificación de la materia. Fuente: Ministerio de Educación. Química 2 BGU. Ecuador.

En este sentido, se mostrarán algunas definiciones claves, de acuerdo a Carrillo y Chamorro (2018), algunas tomadas de la figura anterior, a fin de adentrarnos en la nomenclatura de compuestos químicos.

7.1. CONCEPTOS BÁSICOS

- Elemento químico: Es toda sustancia que no puede ser descompuesta en otras más sencillas por procedimientos químicos ordinarios, es decir, mediante una reacción química.

En el sistema periódico actual figuran 114 elementos químicos diferentes, algunos de los cuales han recibido nombre de la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC, por sus siglas en inglés).

- Compuesto químico: Es toda sustancia formada por la combinación de dos o más elementos en unas proporciones fijas; las propiedades del compuesto (agua, carbonato de calcio, dióxido de nitrógeno, etc.) son diferentes de las de sus elementos constituyentes.
- Fórmula química: Es la representación escrita de una molécula. La fórmula refleja la proporción en que se encuentran los elementos en el compuesto o el número de átomos que componen una molécula.
- Valencia: Es el número de electrones que se encuentran en la última orbita o en su último nivel de energía. Dichos electrones son los que intervienen en los enlaces químicos.
- Número de oxidación: Es la capacidad que tiene un elemento de ceder o captar electrones para formar moléculas durante una reacción química y así adquirir la configuración de un gas noble.

7.1.1. Ejemplos de elementos y compuestos

Sustancia	Elemento /Compuesto
Sal común (NaCl)	Compuesto
Oxígeno gaseoso (O ₂).	Elemento
Grafito.	Elemento: C
Agua (H ₂ O).	Compuesto
Cuarzo (SiO ₂).	Compuesto
Cobre.	Elemento
Gas nitrógeno	Elemento
Mineral fluorita (CaF ₂)	Compuesto
Dióxido de carbono (CO ₂).	Compuesto
Alcohol (C ₂ H ₅ O ₂).	Compuesto
Diamante	Compuesto: C, N, B, H

Figura 7.2. Elementos y compuestos. Fuente: Ortiz (2020).

7.2. TABLA PERIÓDICA

La tabla periódica de los elementos según Ortiz (2020), es una disposición de los elementos químicos en forma de tabla, ordenados por su número atómico (Z que indica número de protones), por su configuración electrónica y sus propiedades químicas. Este ordenamiento muestra tendencias periódicas, como elementos con comportamiento similar en la misma columna.

Las filas de la tabla se denominan períodos y las columnas se llaman grupos.

A continuación, se muestra la Tabla Periódica de los elementos e imágenes de lo que constituyen los grupos y periodos:

Columnas (Grupos): Este ordenamiento muestra tendencias periódicas, como elementos con comportamiento similar en la misma columna.



Figura 7.3. Grupos de la Tabla Periódica. Fuente: Imagen de Wikipedia.

Filas (Períodos): ubicados de manera horizontal, en concordancia con los niveles de energía.

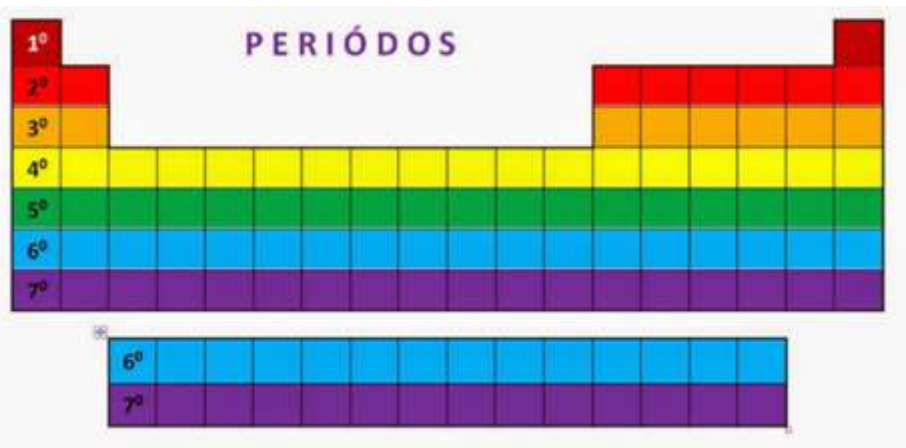


Figura 7.4. Períodos de la Tabla Periódica. Fuente: Imagen de Wikipedia.

Categorías de elementos de la Tabla Periódica:

Grupo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18							
Bloque	s												d							p					
Periodo	El helio pertenece al bloque s																								
1	1 H																	2 He							
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne							
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar							
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr							
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe							
6	55 Cs	56 Ba	57-71 *	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn							
7	87 Fr	88 Ra	89-103 **	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og							
8	109 Uue																								
Bloque f																		d							
* Lantánidos	57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu										
** Actínidos	89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr										

1

H

<- Número atómico

<- Símbolo químico

Rojo

Azul

Negro

Gris

Gaseoso

Líquido

Sólido

Desconocido

Categorías (según el color de fondo)

Metales					No metales	
Alcalinos	Alcalino-térreos	Lantánidos	Metales de transición	Otros metales	Metaloides	Otros no metales
		Actínidos				Halógenos
						Gases nobles

Figura 7.5. Elementos por categorías de la Tabla Periódica. Fuente: Imagen de Wikipedia.

Tabla Periódica de uso común que se encuentra en la mayoría de los libros de texto de educación, donde se detalla el Número y Masa atómica, Símbolo y Nombre de cada elemento:

Tabla periódica de los elementos

Series de configuración electrónica

Lanthanides: La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb

Actinides: Ac, Th, Pa, U, Np, Pu, Am, Cm, Bk, Cf, Es, Fm, Md, No

Original file: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Periodic_table_large.svg

Figura 7.6. Tabla Periódica. Fuente: Imagen de Wikipedia.

Una vez comprendido como se ubican los elementos en la Tabla Periódica, es importante responder a la siguiente pregunta:

¿Por qué se agrupan los átomos entre sí?

La respuesta la encontraremos en el punto siguiente:

El resto de los elementos de la Tabla Periódica, no presentan 8 electrones en su capa de valencia, por lo que intentan imitar la estructura electrónica del gas noble más próximo a ellos, gracias a su gran estabilidad. De tal manera que, para lograr estabilidad, necesitan asociarse con otros átomos, en este caso puede ser: ganando, cediendo o compartiendo electrones, hasta adquirir el octeto en la capa de valencia. Esta es la razón, por la que el resto de átomos no se encuentran en la naturaleza de forma aislada, sino que necesitan agruparse entre sí.

En la siguiente figura, se detalla la regla del octeto y como dos elementos que no poseen 8 electrones por si mismos en su capa de valencia, se combinan para lograr obtenerlos; este es el caso particular del Dióxido de Carbono (CO_2).

- Compartiendo electrones:

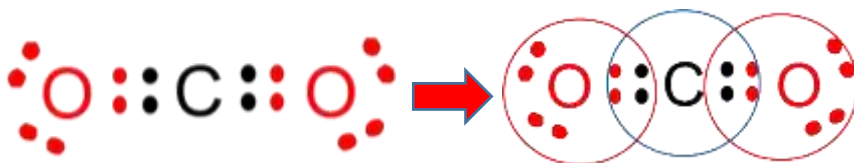


Figura 7.8. Asociación del Carbono y el Oxígeno para lograr el octeto. Elaborado por el autor.

Otro ejemplo de lograr cumplir la regla del octeto de dos elementos es:

- Ganando o Cediendo electrones (Fluoruro de Litio):

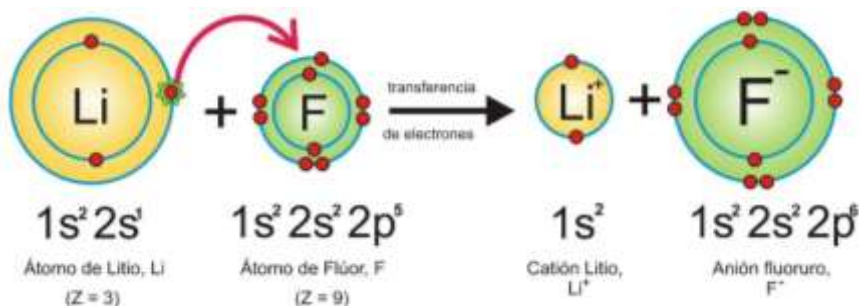


Figura 7.9. Asociación del Flúor y el Litio para lograr el octeto. Fuente: blogspot.com

7.4. ÁTOMOS, MOLÉCULAS E IONES.

Una vez comprendido, como los elementos logran asociarse y los átomos tienden a combinarse para buscar una mayor estabilidad energética, es importante destacar que esto da lugar a dos tipos básicos de agrupaciones conocidas como moléculas o cristales, donde tenemos:

- Moléculas y cristales formados por átomos idénticos forman los elementos.

En la figura se puede ver (arriba) una molécula diatómica de Nitrógeno, formada por dos átomos idénticos del mismo.

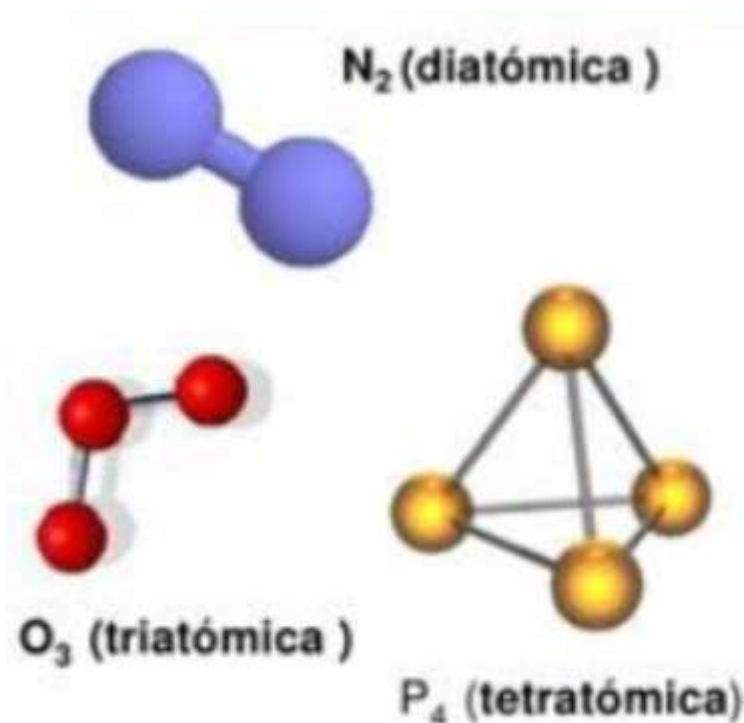


Figura 7.10. Moléculas de elementos. Fuente: Ortiz (2020).

- Moléculas y cristales formados de átomos diferentes dan lugar a los compuestos.

En la figura, se puede ver (arriba izquierda) una molécula diatómica de Ácido Clorhídrico, formada por dos átomos de diferentes elementos, uno de Hidrógeno y otro de Cloro.

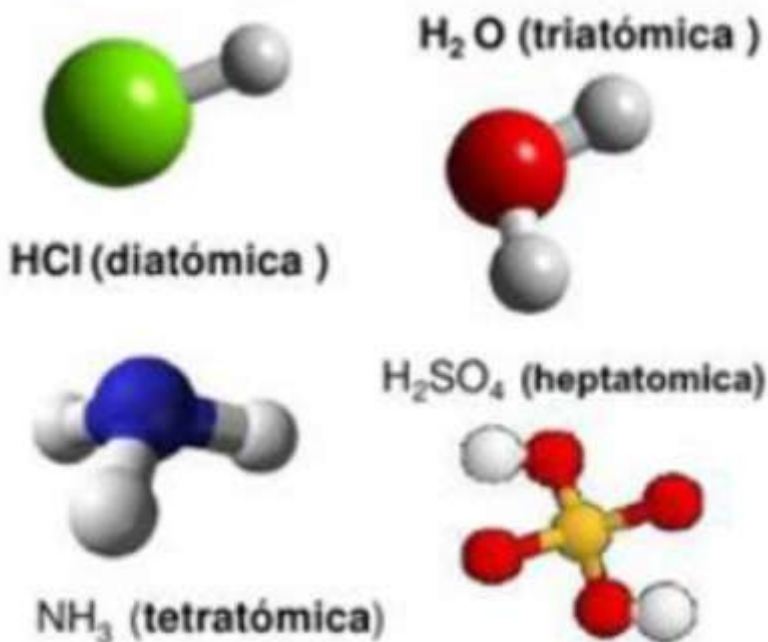


Figura 7.11. Moléculas de compuestos. Fuente: Ortiz (2020).

En condiciones normales, los átomos son neutros porque tienen el mismo número de protones (carga +) y de electrones (carga -), por lo que se consideran eléctricamente neutros; sin embargo, existen situaciones en las que los átomos pueden ganar o perder electrones, y esto, les permite adquirir una carga equivalente no nula.

Estos átomos que han adquirido una carga se llaman iones. Por lo tanto:

- Un átomo que gana electrones, se puede cargar negativamente, transformándose en un ion negativo o anión.
- Un átomo que pierde electrones, adquiere carga positiva, y se llama ion positivo o catión.

Lo mencionado anteriormente se explica gráficamente en la siguiente figura:

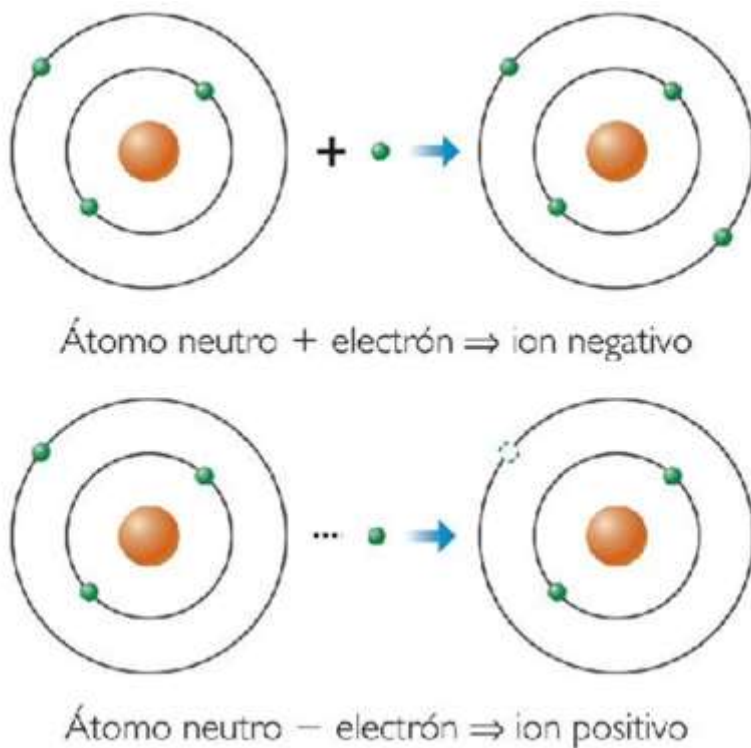


Figura 7.12. Formación de iones. Fuente: Imagen de Wikipedia.

7.5. COMPUESTOS INORGÁNICOS Y SU NOMENCLATURA.

Para Carrillo y Chamorro (2018), la nomenclatura química es la base para el aprendizaje de la ciencia madre de todas las ciencias, la Química.

Los compuestos inorgánicos son aquellos carentes de carbono en su estructura, se clasifican según la función química que contengan y por el número de elementos químicos que los forman, con reglas de nomenclatura particulares para cada grupo.



Figura 7.13. Compuestos inorgánicos. Fuente: Blogspot.com.

La Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC, por sus siglas en inglés) es el organismo internacional que ha establecido las normas internacionales de formulación y nomenclatura, que se define como las reglas que se deben seguir para formar los compuestos químicos. Según expresan Carrillo y Chamorro (2018), en la actualidad existen tres tipos de nomenclatura inorgánica diferente:

1. **Nomenclatura sistemática (o estequiométrica):** basada en nominar a las sustancias mediante la utilización de prefijos con números griegos.

En la tabla siguiente, se indican los prefijos que se deben utilizar para nominar el número de átomos en la molécula:

Prefijo	Atomicidad
mono-	1
di-	2
tri-	3
tetra-	4
penta-	5
hexa-	6
hepta-	7
octa-	8
nona-	9

Figura 7.14. Formación de iones. Fuente: Carrillo y Chamorro (2018).

Ejemplos:

Na_2O : monóxido de sodio

Ni_2O_3 : trióxido de níquel

Cuando el elemento metálico actúa con valencia 1 no se indica el prefijo mono.

2. **Nomenclatura Stock:** en este tipo de nomenclatura se nombran los compuestos finalizándolos con el número de oxidación indicado en números romanos, colocados generalmente como subíndices.

Ejemplos:

Ni_2O_3 : óxido de níquel (III)

HgO : óxido de mercurio (II)

Cuando el elemento metálico sólo tiene una valencia no es necesario indicarla.

Ejemplo:

CaO : óxido de calcio en lugar de óxido de calcio (II)

3. **Nomenclatura Tradicional:** también conocida como nomenclatura clásica, se emplea indicando el número de oxidación del elemento a través de prefijos y sufijos que acompañan al nombre del elemento.

En esta nomenclatura se presentan varias situaciones:

- Cuando el elemento a tratar solo posee un número de oxidación, se utiliza el prefijo ico.

Ejemplo:

Na_2O : Óxido de Sodio.

- Cuando tiene dos valencias, se utilizan los prefijos -oso (para el número de oxidación menor) e -ico (para el mayor).

Ejemplo:

$\text{Fe}^{+2}\text{O}^{-2}$, (hierro con la valencia +2), óxido ferroso.

$\text{Fe}_2^{+3}\text{O}_3^{-2}$ (hierro con valencia +3), óxido férrico.

- Cuando el elemento tiene tres o cuatro números de oxidación, se utilizan los prefijos y sufijos: hipo- -oso, -oso, -ico, per- -ico.

Ejemplo: Los halógenos (F, Cl, Br, I) tienen valencias 1, 3, 5, 7.

Para la valencia 1 = Ácido hipocloroso HClO

Para la valencia 3 = Ácido cloroso HClO₂

Para la valencia 5 = Ácido clórico HClO₃

Para la valencia 7 = Ácido perclórico HClO₄

Como conclusiones generales de este tema:

Se recomienda, tener en consideración las diferentes valencias que poseen los elementos, a fin de facilitar la nomenclatura de los compuestos, por lo que a continuación se presenta la tabla Periódica, donde puede apreciarse la concordancia de la mayoría de las valencias con el grupo al que pertenecen. Por ejemplo: los elementos del grupo I tienen valencia 1.

H -1,1																	He	
Li 1	Be 2																	Ne
Na 1	Mg 2																	Ar
K 1	Ca 2	Sc 3	Ti 4	V 2,3,4,5	Cr 2,3,6	Mn 2,3,4,6,7	Fe 2,3	Co 2,3	Ni 2,3	Cu 1,2,3,4	Zn 2	Ga 3	Ge 2,4	As -3,3,5	Se -2,2,4,6	Br -1,1,3,5	Kr	
Rb 1	Sr 2	Y 3	Zr 4	Nb 2,3,4,5	Mo 2,3,4,5,6	Tc 4,7	Ru 2,3,4,6,8	Rh 3	Pd 1,2,4,6	Ag 1,2,3,4	Cd 1,2	In 3	Sn 2,4	Sb -3,3,5	Te -2,2,4,6	I -1,1,3,5	Xe	
Cs 1	Ba 2	La 3	Hf 2,3,4	Ta 5	W 4,6	Re 4	Os 4	Ir 3,4	Pt 2,4	Au 1,3	Hg 1,2	Tl 1,3	Pb 2,4	Bi -3,3,5	Po -2,2,4	At -1,1	Rn	
Fr 1	Ra 2	Ac 3	Rf 4	Db 5	Sg 6	Bh 7	Hs 8	Mt	Ds	Rg	Cn	Uut	Fl	Uup	Lv	Uus	Uuo	

Ce 1,4	Pr 3	Nd 3	Pm 3	Sm 3	Eu 2,3	Gd 3	Tb 3	Dy 3	Ho 3	Er 3	Tm 3	Yb 3	Lu 3
Th 4	Pa 5	U 6	Np 5	Pu 4	Am 3	Cm 3	Bk 3	Cf 3	Es 3	Fm 3	Md 3	No 2	Lr 3

Figura 7.15. Química Tabla de Valencias. Fuente: Iglesias (2018).

Es importante, para los profesionales y estudiantes del área química y toxicológica, independientemente de sus especialidades universitarias, conocer de manera general donde se encuentran los elementos de la tabla periódica en el entorno que nos rodea, por lo que se presenta a continuación la siguiente información:

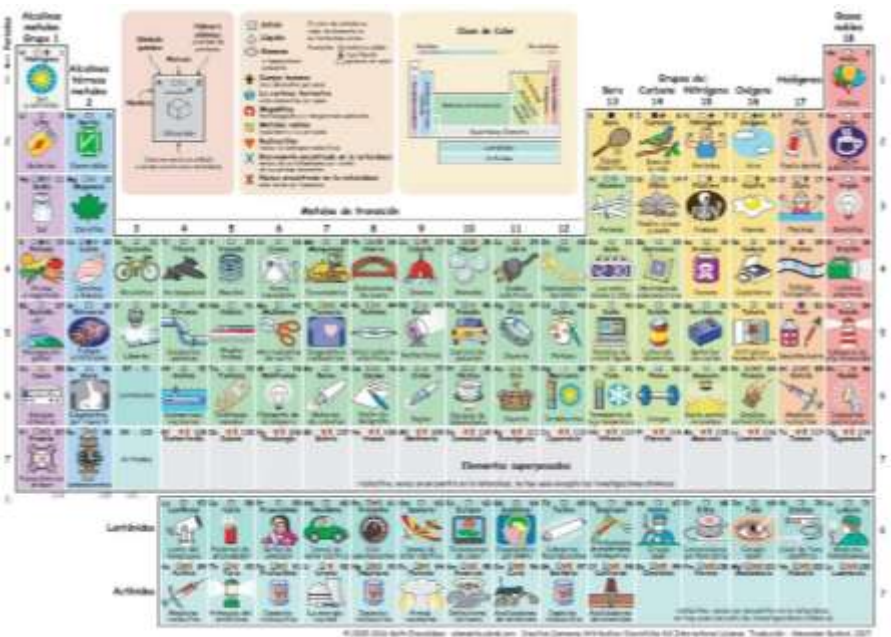


Figura 7.16. Tabla periódica de los elementos con usos. Fuente: misuperclase.com (2023).

A continuación, de acuerdo a Gutiérrez (2013), se presentan algunos ejemplos de la diversidad de compuestos inorgánicos que existen, a fin de facilitar el conocimiento de la nomenclatura de los mismos:

EJEMPLOS DE COMPUESTOS BINARIOS				
Nº.	FÓRMULA	N. STOCK	N. SISTEMÁTICA	N. TRADICIONAL
1.	PbO ₂	Óxido de plomo (IV)	Dióxido de plomo	Óxido plúmbico
2.	SO	Óxido de azufre (II)	Monóxido de azufre	Óxido hiposulfuroso
3.	Cl ₂ O	Óxido de cloro (I)	Monóxido de dicloro	Óxido hipocloroso
4.	Cl ₂ O ₃	Óxido de cloro (III)	Tríóxido de dicloro	Óxido cloroso
5.	Cl ₂ O ₅	Óxido de cloro (V)	Pentaóxido de dicloro	Óxido clórico
6.	Br ₂ O	Óxido de bromo (I)	Monóxido de dibromo	Óxido hipobromoso
7.	Br ₂ O ₃	Óxido de bromo (III)	Tríóxido de dibromo	Óxido bromoso
8.	Br ₂ O ₅	Óxido de bromo (V)	Pentaóxido de dibromo	Óxido brómico
9.	I ₂ O	Óxido de yodo (I)	Monóxido de diyodo	Óxido hipoyodoso
10.	I ₂ O ₃	Óxido de yodo (III)	Pentaóxido de diyodo	Óxido yodico
11.	I ₂ O ₇	Óxido de yodo (VII)	Heptaóxido de diyodo	Óxido peryódico
12.	SO ₃	Óxido de azufre (VI)	Tríóxido de azufre	Óxido sulfúrico
13.	SeO ₂	Óxido de selenio (IV)	Dióxido de selenio	Óxido selenioso
14.	SeO ₃	Óxido de selenio (VI)	Tríóxido de selenio	Óxido selénico
15.	TeO ₂	Óxido de telurio (IV)	Dióxido de telurio	Óxido telurioso
16.	TeO ₃	Óxido de telurio (VI)	Tríóxido de telurio	Óxido telurico
17.	N ₂ O ₃	Óxido de nitrógeno (III)	Tríóxido de dinitrógeno	Óxido nítrico
18.	N ₂ O ₅	Óxido de nitrógeno (V)	Pentaóxido de dinitrógeno	Óxido nítrico
19.	P ₂ O ₃	Óxido de fósforo (III)	Tríóxido de difósforo	Óxido fosforoso
20.	P ₂ O ₅	Óxido de fósforo (V)	Pentaóxido de difósforo	Óxido fosfórico
21.	As ₂ O ₃	Óxido de arsénico (III)	Tríóxido de diarsénico	Óxido arsenioso
22.	As ₂ O ₅	Óxido de arsénico (V)	Pentaóxido de diarsénico	Óxido arsénico
23.	Sb ₂ O ₃	Óxido de antimonio (III)	Tríóxido de diantimonio	Óxido antimonioso
24.	Sb ₂ O ₅	Óxido de antimonio (V)	Pentaóxido de diantimonio	Óxido antimónico
25.	B ₂ O ₃	Óxido de boro	Óxido de boro	Óxido bórico
26.	CO	Óxido de carbono (II)	Monóxido de carbono	Óxido carbonoso
27.	CO ₂	Óxido de carbono (IV)	Dióxido de carbono	Óxido carbónico

Figura 7.17. Ejemplos de compuestos inorgánicos: Binarios. Fuente: Gutiérrez (2013).

EJEMPLOS DE SALES NEUTRAS				
Nº.	FÓRMULA	N. STOCK	N. SISTEMÁTICA	N. TRADICIONAL
1.	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	Tetraoxosulfato (VI) de hierro (III)	Tristetraoxosulfato (VI) de dihierro	Sulfato férrico
2.	CoAsO_4	Tetraoxoarseniato (V) de cobalto (III)	Tetraoxoarseniato (V) de cobalto	Ortoarseniato cobáltico
3.	$\text{Co}_3(\text{AsO}_4)_2$	Tetraoxoarseniato (V) de cobalto (II)	Distetraoxoarseniato (V) de tricobalto	Ortoarseniato cobaltoso
4.	Au_2CO_3	Trioxocarbonato de oro (I)	Trioxocarbonato de dioro	Carbonato auroso
5.	PbSO_3	Trioxosulfato (IV) de plomo (II)	Trioxosulfato (IV) de plomo	Sulfato plumboso
6.	Ag_2SiO_3	Trioxosilicato de plata	Trioxosilicato de diplata	Metasilicato de plata
7.	$\text{Zn}(\text{ClO}_4)_2$	Tetraoxoclorato (VII) de cinc	Distetraoxoclorato (VII) de cinc	Perclorato de cinc
8.	$\text{Ca}(\text{ClO})_2$	Oxoclorato (I) de calcio	Disoxoclorato (I) de calcio	Hipoclorito cálcico
9.	NaIO_4	Tetraoxolodato (VII) de sodio	Tetraoxolodato (VII) de sodio	Periodato sódico
10.	CuNO_3	Trioxonitrato (V) de cobre (I)	Trioxonitrato (V) de cobre	Nitrato cuproso
11.	$\text{Pb}(\text{SO}_4)_2$	Tetraoxosulfato (VI) de plomo (IV)	Distetraoxosulfato (VI) de plomo	Sulfato plúmbico
12.	NH_4NO_2	Dioxonitrato (III) de amonio	Dioxonitrato (III) de amonio	Nitrito amónico
13.	$\text{Ni}_2(\text{SO}_4)_3$	Tetraoxosulfato (VI) de níquel (III)	Tristetraoxosulfato (VI) de diníquel	Sulfato níquelico
14.	CaCO_3	Trioxocarbonato de calcio	Trioxocarbonato de calcio	Carbonato cálcico
15.	$\text{Fe}_2(\text{SO}_3)_3$	Trioxosulfato (IV) de hierro (III)	Tristetraoxosulfato (IV) de dihierro	Sulfato férrico
16.	NaBrO	Oxobromato (I) de sodio	Oxobromato (I) de sodio	Hipobromito sódico
17.	PbCrO_4	Tetraoxocromato (VI) de plomo (II)	Tetraoxocromato (VI) de plomo	Cromato plumboso
18.	AgIO	Oxolodato (I) de plata	Oxolodato (I) de plata	Hipolodito argéntico
19.	NaBO_2	Dioxoborato de sodio	Dioxoborato de sodio	Metaborato sódico
20.	Fe_2SiO_4	Tetraoxosilicato de hierro (II)	Tetraoxosilicato de dihierro	Ortosilicato ferroso
21.	$\text{Ba}_3(\text{SbO}_4)_2$	Tetraoxoantimoniato (V) de bario	Distetraoxoantimoniato (V) de tribario	Ortoantimoniato bárico
22.	$\text{Au}_2(\text{SO}_4)_3$	Tetraoxosulfato (VI) de oro (III)	Tristetraoxosulfato (VI) de dioro	Sulfato aúrico
23.	$(\text{NH}_4)_4\text{As}_2\text{O}_7$	Heptaaxodiarсениato (V) de amonio	Heptaaxodiarсениato (V) de tetraamonio	Piroarseniato amónico
24.	Cs_2MnO_4	Tetraoxomanganato (VI) de cesio	Tetraoxomanganato (VI) de cesio	Manganato de cesio
25.	RbIO_3	Trioxolodato (V) de rubidio	Trioxolodato (V) de rubidio	Iodato de rubidio
26.	$\text{Cu}(\text{ClO}_2)_2$	Dioxoclorato (III) de cobre (II)	Disdioxoclorato (III) de cobre	Clorito cúprico
27.	MgSeO_4	Tetraoxoseleniato (VI) de magnesio	Tetraoxoseleniato (VI) de magnesio	Seleniato magnésico

Figura 7.18. Ejemplos de compuestos inorgánicos: Sales Neutras. Fuente: Gutiérrez (2013).

EJEMPLOS DE SALES ÁCIDAS				
Nº	FÓRMULA	N. STOCK	N. SISTEMÁTICA	N. TRADICIONAL
1.	$\text{Cu}(\text{HS})_2$	Hidrógenosulfuro de cobre (II)	Dihidrógenosulfuro de cobre	Sulfuro monocuprico
2.	AgHSa	Hidrógenoseleniuro de plata	Hidrógenoseleniuro de plata	Seleniuro monoargentico
3.	$\text{Au}(\text{HTe})_3$	Hidrógenoteluriuro de oro (III)	Trishidrógenoteluriuro de oro	Teluriuro monoaurico
4.	HgHSO_3	Hidrógenotrioxosulfato (IV) de mercurio (I)	Hidrógenotrioxosulfato (IV) de mercurio	Sulfito monomercúrico
5.	$\text{Hg}(\text{HSO}_4)_2$	Hidrógenotetraoxosulfato (VI) de mercurio (II)	Dihidrógenotetraoxosulfato (VI) de mercurio	Sulfato monomercúrico
6.	$\text{Al}(\text{HSeO}_3)_3$	Hidrógenotrioxoseleniato (IV) de aluminio	Trishidrógenotrioxoseleniato (IV) de aluminio	Selenito monoaluminico
7.	$\text{Ga}(\text{HSaO})_3$	Hidrógenotrioxoseleniato (VI) de galio	Trishidrógenotetraoxoseleniato (VI) de galio	Seleniato monogálico
8.	$\text{Cr}(\text{HTeO}_3)_2$	Hidrógenotrioxotelurato (IV) de cromo (II)	Dihidrógenotrioxotelurato (IV) de cromo	Telurito monocromoso
9.	$\text{Cr}(\text{HTeO}_4)_2$	Hidrógenotetraoxotelurato (IV) de cromo (III)	Trishidrógenotetraoxotelurato (IV) de cromo	Telurato monocromico
10.	$\text{Fe}(\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7)_2$	Trihidrógenoheptaaxodifosfato (V) de hierro (II)	Ditrihidrógenoheptaaxodifosfato (V) de hierro	Pirofosfato monoferrroso
11.	$\text{FeH}_2\text{P}_2\text{O}_7$	Dihidrógenoheptaaxodifosfato (V) de hierro (II)	Dihidrógenoheptaaxodifosfato (V) de hierro	Pirofosfato diferrroso
12.	$\text{Fe}_3(\text{HP}_2\text{O}_7)_2$	Hidrógenoheptaaxodifosfato (V) de hierro (II)	Dihidrógenoheptaaxodifosfato (V) de trihierro	Pirofosfato triferrroso
13.	$\text{Co}_2(\text{HPO}_4)_3$	Hidrógenotetraoxofosfato (V) de cobalto (III)	Trishidrógenotetraoxofosfato (V) de dicobalto	Ortofosfato dicobáltico
14.	$\text{Co}(\text{H}_2\text{PO}_4)_3$	Dihidrógenotetraoxofosfato (V) de cobalto (III)	Trisdihidrógenotetraoxofosfato (V) de cobalto	Ortofosfato monocobáltico
15.	$\text{Ni}_3(\text{HP}_2\text{O}_7)_2$	Hidrógenoheptaaxodifosfato (III) de níquel (II)	Dihidrógenoheptaaxodifosfato (III) de triniquel	Pirofosfato triniqueloso
16.	$\text{NiH}_2\text{P}_2\text{O}_7$	Dihidrógenoheptaaxodifosfato (III) de níquel (II)	Dihidrógenoheptaaxodifosfato (III) de níquel	Pirofosfato diniqueloso
17.	$\text{Ni}(\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7)_2$	Trihidrógenoheptaaxodifosfato (III) de níquel (II)	Ditrihidrógenoheptaaxodifosfato (III) de níquel	Pirofosfato mononiqueloso
18.	$\text{Sn}(\text{HPO}_3)_2$	Hidrógenotrioxofosfato (III) de estaño (IV)	Dihidrógenotrioxofosfato (III) de estaño	Ortofosfito diestannico
19.	$\text{Sn}(\text{H}_2\text{PO}_3)_4$	Dihidrógenotrioxofosfato (III) de estaño (IV)	Tetrakis(dihidrógenotrioxofosfato (III) de estaño	Ortofosfito monoestannico
20.	$\text{Pb}_3(\text{HAS}_2\text{O}_7)_2$	Hidrógenoheptaaxodiarсениato (V) de plomo (II)	Dihidrógenoheptaaxodiarсениato (V) de triplomo	Piroarseniato triplumboso
21.	$\text{PbH}_2\text{As}_2\text{O}_7$	Dihidrógenoheptaaxodiarсениato (V) de plomo (II)	Dihidrógenoheptaaxodiarсениato (V) de plomo	Piroarseniato diplumboso
22.	$\text{Pb}(\text{H}_2\text{As}_2\text{O}_7)_2$	Trihidrógenoheptaaxodiarсениato (V) de plomo (III)	Ditrihidrógenoheptaaxodiarсениato (V) de plomo	Piroarseniato monoplumboso
23.	$\text{Li}_2\text{HAS}_2\text{O}_4$	Hidrógenotetraoxoarseniato (V) de litio	Hidrógenotetraoxoarseniato (V) de dilitio	Ortoarseniato dilítico
24.	$\text{LiH}_2\text{As}_2\text{O}_4$	Dihidrógenotetraoxoarseniato (V) de litio	Dihidrógenotetraoxoarseniato (V) de litio	Ortoarseniato monolítico
25.	$\text{Na}_3\text{HAS}_2\text{O}_6$	Hidrógenoheptaaxodiarсениato (III) de sodio	Hidrógenoheptaaxodiarсениato (III) de trisodio	Piroarsenito trisódico
26.	$\text{Na}_2\text{H}_2\text{As}_2\text{O}_6$	Dihidrógenoheptaaxodiarсениato (III) de sodio	Dihidrógenoheptaaxodiarсениato (III) de disodio	Piroarsenito disódico
27.	$\text{NaH}_2\text{As}_2\text{O}_6$	Trihidrógenoheptaaxodiarсениato (III) de sodio	Trishidrógenoheptaaxodiarсениato (III) de sodio	Piroarsenito monosódico

Figura 7.19. Ejemplos de compuestos inorgánicos: Sales Ácidas. Fuente: Gutiérrez (2013).

EJEMPLOS DE HIDRÓXIDOS				
Nº.	FÓRMULA	N. STOCK	N. SISTEMÁTICA	N. TRADICIONAL
1.	$\text{Fe}(\text{OH})_2$	Hidróxido de hierro(II)	Dihidróxido de hierro	Hidróxido ferroso
2.	$\text{Cu}(\text{OH})_2$	Hidróxido de cobre (II)	Dihidróxido de cobre	Hidróxido cúprico
3.	$\text{Sn}(\text{OH})_4$	Hidróxido de estaño (IV)	Tetrahidróxido de estaño	Hidróxido estannico
4.	$\text{Pb}(\text{OH})_2$	Hidróxido de plomo (II)	Dihidróxido de plomo	Hidróxido plumboso
5.	NaOH	Hidróxido de sodio	Hidróxido sódico	Hidróxido sódico
6.	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	Hidróxido cálcico	Hidróxido cálcico	Hidróxido cálcico
7.	$\text{Cr}(\text{OH})_2$	Hidróxido de cromo (II)	Dihidróxido de cromo	Hidróxido cromoso
8.	AgOH	Hidróxido de plata	Hidróxido de plata	Hidróxido de plata
9.	$\text{Hg}(\text{OH})_2$	Hidróxido de mercurio(II)	Dihidróxido de mercurio	Hidróxido mercuríco
10.	$\text{Ni}(\text{OH})_2$	Hidróxido de níquel (II)	Dihidróxido de níquel	Hidróxido níqueloso
11.	$\text{Au}(\text{OH})_3$	Hidróxido de oro (III)	Trihidróxido de oro	Hidróxido auríco
12.	$\text{Pb}(\text{OH})_4$	Hidróxido de plomo (IV)	Tetrahidróxido de plomo	Hidróxido plúmbico
13.	$\text{Ga}(\text{OH})_3$	Hidróxido de galio	Hidróxido de galio	Hidróxido de galio
14.	$\text{Ge}(\text{OH})_4$	Hidróxido de germanio (IV)	Tetrahidróxido de germanio	Hidróxido germánico
15.	$\text{Co}(\text{OH})_2$	Hidróxido de cobalto (II)	Dihidróxido de cobalto	Hidróxido cobaltoso
16.	$\text{V}(\text{OH})_2$	Hidróxido de vanadio (II)	Dihidróxido de vanadio	Hidróxido vanadoso
17.	$\text{Ni}(\text{OH})_3$	Hidróxido de níquel (III)	Trihidróxido de níquel	Hidróxido níquelico
18.	$\text{Zn}(\text{OH})_2$	Hidróxido de zinc	Hidróxido de zinc	Hidróxido de zinc
19.	$\text{Ti}(\text{OH})_3$	Hidróxido de titanio (III)	Trihidróxido de titanio	Hidróxido titanoso
20.	$\text{Al}(\text{OH})_3$	Hidróxido de aluminio	Hidróxido de aluminio	Hidróxido de aluminio
21.	$\text{Fe}(\text{OH})_3$	Hidróxido de hierro (III)	Trihidróxido de hierro	Hidróxido férrico
22.	HgOH	Hidróxido de mercurio (I)	Monohidróxido de mercurio	Hidróxido mercurioso
23.	NH_4OH	Hidróxido de amonio	Hidróxido de amonio	Hidróxido amónico
24.	$\text{Pt}(\text{OH})_2$	Hidróxido de platino (II)	Dihidróxido de platino	Hidróxido platinoso
25.	$\text{Pt}(\text{OH})_4$	Hidróxido de platino (IV)	Tetrahidróxido de platino	Hidróxido platinico
26.	$\text{Sn}(\text{OH})_2$	Hidróxido de estaño (II)	Dihidróxido de estaño	Hidróxido estannoso
27.	$\text{Co}(\text{OH})_3$	Hidróxido de cobalto (III)	Trihidróxido de cobalto	Hidróxido cobáltico

Figura 7.20. Ejemplos de compuestos inorgánicos: Hidróxidos. Fuente: Gutiérrez (2013).

EJEMPLOS DE OXÁCIDOS				
Nº.	FÓRMULA	N. STOCK	N. SISTEMÁTICA	N. TRADICIONAL
1.	HClO	Ácido oxoclorico (I)	Oxoclorato (I) de hidrógeno	Ácido hipocloroso
2.	HClO ₂	Ácido dioxoclorico (III)	Dioxoclorato (III) de hidrógeno	Ácido cloroso
3.	HClO ₃	Ácido trioxoclorico (V)	Trioxoclorato (V) de hidrógeno	Ácido clórico
4.	HClO ₄	Ácido tetraoxoclorico (VII)	Tetraoxoclorato (VII) de hidrógeno	Ácido perclórico
5.	HBrO	Ácido oxobromico (I)	Oxobromato (I) de hidrógeno	Ácido hipobromoso
6.	HBrO ₂	Ácido dioxobromico (III)	Dioxobromato (III) de hidrógeno	Ácido bromoso
7.	HBrO ₃	Ácido trioxobromico (V)	Trioxobromato (V) de hidrógeno	Ácido brómico
8.	HIO	Ácido oxoyódico (I)	Oxoyodato (I) de hidrógeno	Ácido hipoyodoso
9.	HIO ₃	Ácido trioxoyódico (V)	Trioxoyodato (V) de hidrógeno	Ácido yódico
10.	HIO ₄	Ácido tetraoxoyódico (VII)	Tetraoxoyodato (VII) de hidrógeno	Ácido peryódico
11.	H ₂ SO ₃	Ácido trioxosulfúrico (IV)	Trioxosulfato (IV) de hidrógeno	Ácido sulfuroso
12.	H ₂ SO ₄	Ácido tetraoxosulfúrico (VI)	Tetraoxosulfato (VI) de hidrógeno	Ácido sulfúrico
13.	H ₂ SeO ₃	Ácido trioxoselenico (IV)	Trioxoseleniato (IV) de hidrógeno	Ácido selenioso
14.	H ₂ SeO ₄	Ácido tetraoxoselenico (VI)	Tetraoxoseleniato (VI) de hidrógeno	Ácido selenico
15.	H ₂ TeO ₃	Ácido trioxotelúrico (IV)	Trioxotelurato (IV) de hidrógeno	Ácido teluroso
16.	H ₂ TeO ₄	Ácido tetraoxotelúrico (VI)	Tetraoxotelurato (VI) de hidrógeno	Ácido telúrico
17.	HNO ₂	Ácido dioxonitríco (III)	Dioxonitrato (III) de hidrógeno	Ácido nitroso
18.	HNO ₃	Ácido trioxonitríco (V)	Trioxonitrato (V) de hidrógeno	Ácido nítrico
19.	HPO ₃	Ácido trioxofosfórico (V)	Trioxofosfato (V) de hidrógeno	Ácido metafosfórico
20.	H ₄ P ₂ O ₇	Ácido heptaoxidofosfórico (V)	Heptaoxidofosfato (V) de hidrógeno	Ácido pirofosfórico
21.	H ₃ PO ₄	Ácido tetraoxofosfórico (V)	Tetraoxofosfato (V) de hidrógeno	Ácido ortofosfórico
22.	HPO ₃	Ácido dioxofosfórico (III)	Dioxofosfato (III) de hidrógeno	Ácido metafosforoso
23.	H ₄ P ₂ O ₅	Ácido pentaoxidofosfórico (III)	Pentaoxidofosfato (III) de hidrógeno	Ácido pirofosforoso
24.	H ₃ PO ₃	Ácido trioxofosfórico (III)	Trioxofosfato (III) de hidrógeno	Ácido ortofosforoso
25.	HAsO ₃	Ácido trioxoarsénico (V)	Trioxoarsenato (V) de hidrógeno	Ácido metaarsénico
26.	H ₄ As ₂ O ₇	Ácido heptaoxidarsénico (V)	Heptaoxidarsenato (V) de hidrógeno	Ácido piroarsénico
27.	H ₃ AsO ₄	Ácido tetraoxoarsénico (V)	Tetraoxoarsenato (V) de hidrógeno	Ácido ortoarsénico

Figura 7.21. Ejemplos de compuestos inorgánicos: Oxácidos. Fuente: Gutiérrez (2013).

EJEMPLOS DE HIDRÁCIDOS				
Nº.	FÓRMULA	N. STOCK	N. SISTEMÁTICA	N. TRADICIONAL
1.	HF	Fluoruro de hidrógeno	Fluoruro de hidrógeno	Ácido fluorhídrico
2.	HCl	Cloruro de hidrógeno	Cloruro de hidrógeno	Ácido clorhídrico
3.	HBr	Bromuro de hidrógeno	Bromuro de hidrógeno	Ácido bromhídrico
4.	HI	Ioduro de hidrógeno	Ioduro de hidrógeno	Ácido iodhídrico
5.	H ₂ O	Agua	Agua	Agua
6.	H ₂ S	Sulfuro de hidrógeno	Sulfuro de dihidrógeno	Ácido sulfhídrico
7.	H ₂ Se	Seleniuro de hidrógeno	Seleniuro de dihidrógeno	Ácido selenhídrico
8.	H ₂ Te	Telururo de hidrógeno	Telururo de dihidrógeno	Ácido telurhídrico
9.	NH ₃	Hidruro de nitrógeno	Trihidruro de nitrógeno	Amoníaco
10.	PH ₃	Hidruro de fósforo	Trihidruro de fósforo	Fosfamina o fosfina
11.	AsH ₃	Hidruro de arsénico	Trihidruro de arsénico	Arsenamina o arsina
12.	SbH ₃	Hidruro de antimonio	Trihidruro de antimonio	Estibamina o estibina
13.	CH ₄	Hidruro de carbono	Tetrahidruro de carbono	Metano
14.	SiH ₄	Hidruro de silicio	Tetrahidruro de silicio	Silano
15.	BH ₃	Hidruro de boro	Trihidruro de boro	Borano

Figura 7.22. Ejemplos de compuestos inorgánicos: Hidrácidos. Fuente: Gutiérrez (2013).

Capítulo 8

Nomenclatura Orgánica

Según Simoza, en su Guía Práctica de Formulación y Nomenclatura Orgánica, los seres vivos están formados principalmente por “C” carbono, “H” hidrógeno, “O” oxígeno y “N” nitrógeno, y, en menor medida, contienen también “S” azufre y “P” fósforo junto con algunos halógenos y metales. De ahí que inicialmente, los compuestos de carbono se conozcan con el nombre de compuestos orgánicos (o de los seres vivos).



Figura 8.1. Compuestos orgánicos. Fuente: Blogspot.com.

8.1. CLASIFICACIÓN DE LOS COMPUESTOS ORGÁNICOS

De acuerdo a Simoza, en función de los grupos funcionales tenemos:

8.1.1. Compuestos hidrogenados

Sólo existen en la molécula átomos de carbono e hidrógeno. Son los hidrocarburos, que pueden ser de cadena cerrada o abierta, y a su vez pueden ser saturados (enlaces simples), o insaturados (enlaces dobles o triples).

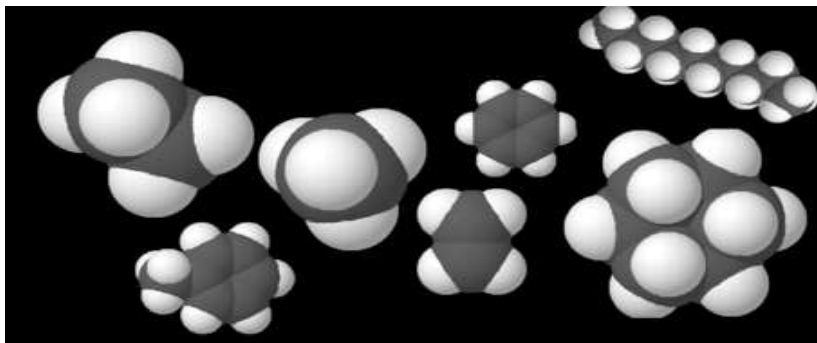


Figura 8.2. Hidrocarburos: etano, tolueno, metano, eteno, benceno, ciclohexano y decano. Fuente: Wikipedia.

HIDROCARBUROS	Alcanos (Parafinas)	
	Alquenos (Olefinas)	
	Alquinos (Acetilenos)	
	Aromáticos	

Figura 8.3. Hidrocarburos. Fuente: Simoza.

8.1.2. Compuestos halogenados

En la molécula hay átomos de carbono, hidrógeno y uno o más halógenos.

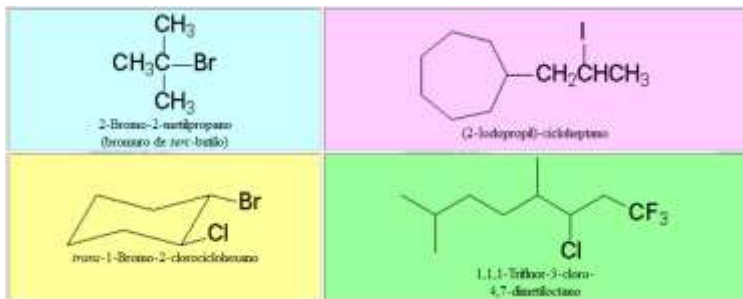


Figura 8.4. Compuestos orgánicos halogenados. Fuente: qorganica.es

Los halógenos que eventualmente pueden combinarse con el carbono:

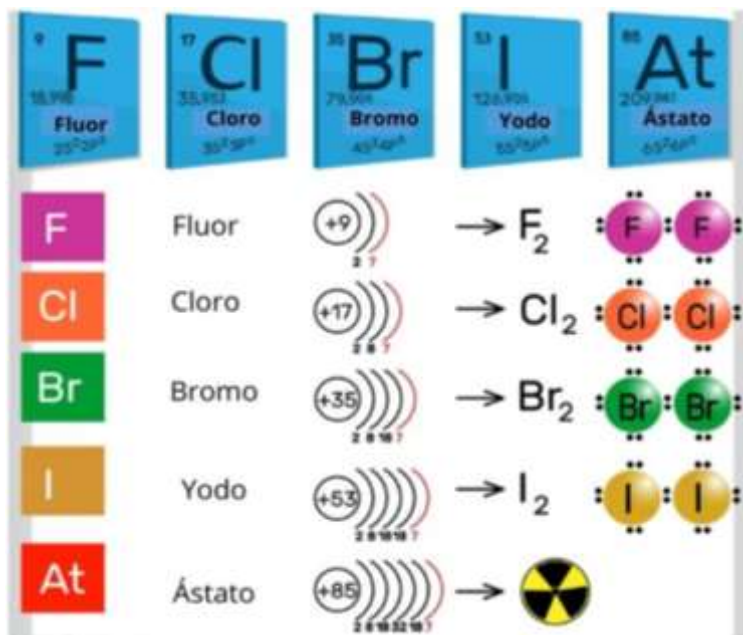


Figura 8.5. Halógenos. Fuente: lifeder.com

8.1.3. Compuestos oxigenados:

En la molécula existen átomos de carbono, hidrógeno y oxígeno. Son alcoholes, aldehídos, cetonas, ácidos, éteres y ésteres.

FUNCIONES OXIGENADAS	Alcoholes	$R-OH$
	Éteres	$R-O-R'$
	Aldehídos	$R-C(=O)H$
	Cetonas	$R-C(=O)R'$
	Ácidos carboxílicos	$R-C(=O)OH$
	Ésteres	$R-C(=O)OR'$

Figura 8.6. Compuestos orgánicos oxigenados. Fuente: Simoza.

8.1.4. Compuestos nitrogenados

Las moléculas están constituidas por átomos de carbono, nitrógeno e hidrógeno y a veces de oxígeno. Son amidas, aminas y Nitro derivados y nitrilos.

FUNCIONES NITROGENADAS	Aminas	$R-NH_2$ $R-NH-R'$ $R-N(R')R''$
	Amidas	$R-C(=O)NH_2$
	Nitrilos	$R-C\equiv N$
	Nitrocompuestos	$R-NO_2$

Figura 8.7. Compuestos orgánicos nitrogenados. Fuente: Simoza.

En concordancia con la clasificación de los compuestos orgánicos de acuerdo a su grupo funcional, es importante comprender el significado de algunos términos, antes de entrar en la nomenclatura orgánica propiamente dicha, que para Carrillo y Chamorro (2018) se definen a continuación:

8.2. CONCEPTOS BÁSICOS:

8.2.1. Fórmula empírica

Expresa los elementos que constituyen la molécula y en qué proporción se encuentran; También, es considerada como la fórmula más simple posible.

Ejemplos: $(\text{HgCl})_n$. CH_4 , compuesto formado por carbono e hidrógeno, en la proporción: 1 a 4.

8.2.2. Fórmula molecular

Indica el número total de átomos que forman la molécula; por ejemplo: Hg_2Cl_2 . En esta fórmula, según Simoza, hay tres formas distintas de escribirla y se detallan en la siguiente figura:

Condensada	Expresa el tipo y número de átomos de la molécula. Pero no informa de los enlaces que presenta la misma.	Ejemplo: C_6H_6 compuesto formado por seis átomos de carbono y seis átomos de hidrógeno.
Semi-desarrollada	En ella se representa sólo los enlaces carbono-carbono.	Ejemplo: $\text{HC}\equiv\text{CH}$ presenta un enlace triple carbono-carbono.
Desarrollada o Estructural	Se representan todos los enlaces de la molécula.	Ejemplo: $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$ En la mayor parte de los casos bastará con la fórmula semidesarrollada.

Figura 8.8. Tipos de fórmula molecular. Fuente: Simoza.

8.2.3. Fórmula Geométrica

Abrevian la escritura e indican la distribución de los átomos en el plano o en el espacio.

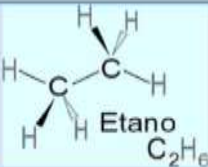
Planas	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$	
Tridimensionales	 Etano C_2H_6	Las cuñas oscuras, salen del plano. Las líneas oscuras están en el plano. La cuña sin relleno está detrás del plano.

Figura 8.9. Tipos de fórmula geométrica. Fuente: Simoza.

8.2.4. Cadena carbonada

Es la secuencia de átomos de carbono, unidos entre sí, que forman el esqueleto de la molécula orgánica.

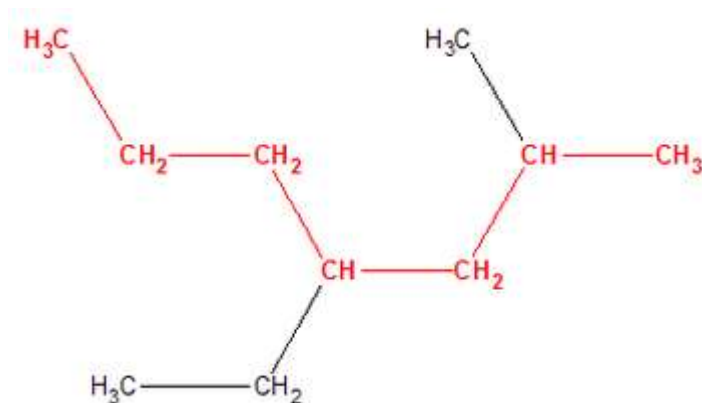


Figura 8.10. Compuesto orgánico mostrando una cadena principal, en rojo, de átomos de carbono, con dos pequeñas ramificaciones. Fuente: Wikipedia

Hay diferentes tipos de cadena, según sea a su forma:

- Abierta o acíclica: Los átomos de carbono extremos no están unidos entre sí. No forman anillos o ciclos. Puede ser:

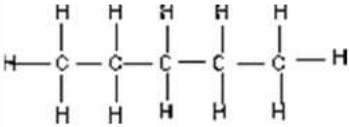
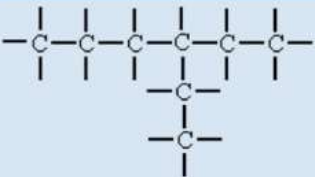
Lineal	No llevan ningún tipo de sustitución. Los átomos de carbono pueden escribirse en línea recta. Aunque también se pueden escribir retorcidas para ocupar menor espacio. Es importante saber ver que aunque esté torcida es una cadena lineal.	
Ramificada	De alguno de los carbonos de la cadena lineal sale otra u otras cadenas secundarias o ramas.	

Figura 8.11. Tipos de cadena abierta. Fuente: Simoza.

- Cerrada o cíclica: El último carbono de la cadena se une al primero, formando un ciclo o anillo. Hay varios tipos:

Homocíclica	Todos los átomos del ciclo son de carbono
Heterocíclica	Algún átomo de carbono ha sido sustituido por un átomo de S, N, O, etc.
Monocíclica	Solo hay un ciclo
Policíclica	Existen varios ciclos unidos entre sí de alguna manera

Figura 8.12. Tipos de cadena cerrada. Fuente: Simoza.

8.2.5. Clases de átomos de carbono:

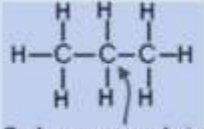
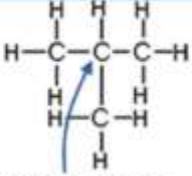
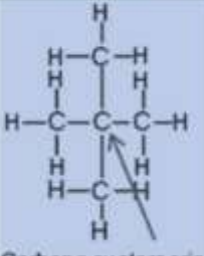
Primario	Un carbono es primario si está unido a un átomo de carbono solamente	$\text{CH}_3 -$ Carbono primario	$\text{CH}_3 - \text{CH}_3$ 2 átomos de Carbono primario	$\text{CH}_3 - \text{Cl}$ Carbono primario con la valencia libre saturada por el cloro
Secundario	Un carbono es secundario si está unido a dos átomos de carbonos	 Carbono secundario		
Terciario	Si está unido a tres átomos de carbono	 Carbono terciario		
Cuaternario	Si está unido a cuatro átomos de carbono	 Carbono cuaternario		

Figura 8.13. Tipos de átomos de carbono. Fuente: Simoza.

8.2.6. Isómeros

Son dos o más compuestos diferentes, que tienen la misma fórmula molecular, pero diferente fórmula estructural, y diferentes propiedades físicas o químicas.

- Isomería estructural: Los isómeros se diferencian por el orden en que están enlazados los átomos en la molécula.

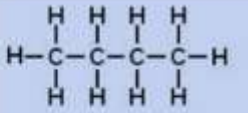
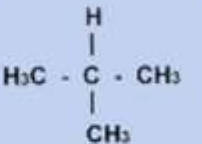
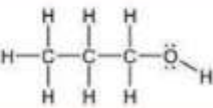
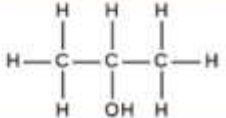
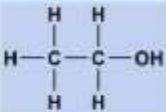
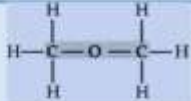
Isomería de cadena: Distinta colocación de algunos átomos en la cadena.	 <i>n</i>-butano	
Isomería de posición: Distinta posición del grupo funcional.		
Isomería de función: Distinto grupo funcional.		

Figura 8.14. Tipos de isomería por orden de enlace. Fuente: Simoza.

- Estereoisomería: Los isómeros se diferencian por la disposición tridimensional de los átomos en la molécula.

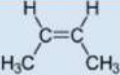
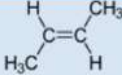
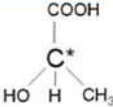
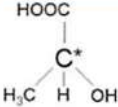
Isomería geométrica o cis-trans: propia de los compuestos con dobles enlaces.	 cis-2-Buten  trans-2-Buten
Isomería óptica: propia de compuestos con carbonos asimétricos, es decir, con los cuatro sustituyentes diferentes.	 ácido d-láctico  ácido l-láctico

Figura 8.15. Tipos de isomería por posición. Fuente: Simoza.

8.2.7. Grupo funcional o función

Es un átomo o conjunto de átomos, que representan un punto singular en una molécula orgánica, es decir, un lugar con propiedades físico-químicas características, que dan lugar a comportamientos específicos.

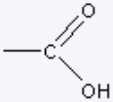
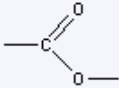
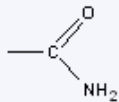
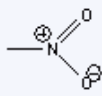
Orden	Grupo funcional	Fórmula desarrollada	Fórmula abreviada	Nombre como principal	Nombre como sustituyente
1°	Ácidos carboxílico		R-COOH	ácido -oico	carboxi-
2°	Éster		R-COO-R ₁	-ato de -ilo	-oxicarbonil -oiloxi
3°	amida		R-CONH ₂	-amida	carboxamido-
4°	nitrilo	-C≡N	R-C≡N	-nitrilo	ciano-
5°	Aldehído		R-CHO	-al	fornil-
6°	Cetona		R-CO-R ₁	-ona -cetona	oxo-
7°	Alcohol	-OH	R-OH	-ol	hidroxi-
8°	amina	-NH ₂	R-NH ₂	-amina	amino-
9°	Éter	-O-	R-O-R ₁	-eter	-oxi
---	Flúor	-F	R-F	---	fluoro-
---	Cloro	-Cl	R-Cl	---	cloro-
---	Bromo	-Br	R-Br	---	bromo-
---	Yodo	-I	R-I	---	yodo-
---	Nitrocompues to		R-NO ₂	---	nitro-

Figura 8.16. Tabla de Prioridad de grupos funcionales. Fuente: Blogspot.com.

Para facilitar la comprensión del tema y la nomenclatura orgánica, se seguirá de acuerdo a Simoza, en primer lugar, las reglas para nombrar alcanos, alquenos, alquinos e hidrocarburos aromáticos. Posteriormente, se explicará la nomenclatura para el resto de los grupos funcionales, en el orden como se observa en la Figura 8.16. que corresponde a la Tabla de Prioridad de grupos funcionales.

8.3. ALCANOS

Responden a la fórmula general C_nH_{2n+2} .

Son hidrocarburos alifáticos:

- Acíclicos (no tienen ciclos en su cadena)
- Saturados (tienen el máximo número de hidrógenos posible).

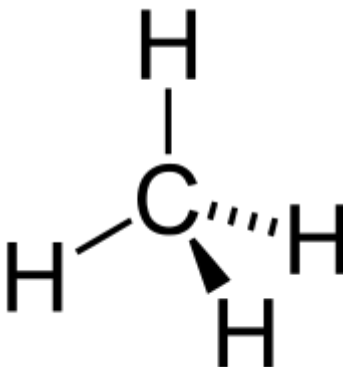
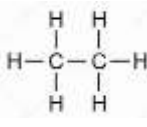


Figura 8.17. Fórmula estructural del metano, un alcano y el compuesto orgánico más simple.
Fuente: Simoza.

Ejemplo: Un alcano formado por 2 carbonos

Quiere decir que sustituyo el 2 en la fórmula:

Tabla 8.1. Comprobación de un alcano con la fórmula general.

$C_2H_{2(2)+2}$ 	C_2H_{4+2} 	C_2H_6 	
---	--	--	---

Elaborado por el autor (2023).

De esta forma, se comprueba mediante la aplicación de la fórmula general que estamos en presencia de un alcano; en este caso de dos carbonos, conocido como etano.

Para nombrar alcanos, dependiendo del número de carbonos de la cadena, se utilizarán los prefijos que se muestran en la figura, seguido del sufijo “ano”.

n	Raíz + sufijo	n	Raíz + sufijo	n	Raíz + sufijo
1	Metano	16	Hexadecano	31	Hentriacontano
2	Etano	17	Heptadecano	32	Dotriacontano
3	Propano	18	Octadecano	33	Tritriacontano
4	Butano	19	Nonadecano	34	Tetrtatriacontano
5	Pentano	20	Eicosano	35	Pentatriacontano
6	Hexano	21	Heneicosano	36	Hexatriacontano
7	Heptano	22	Docosano	37	Heptatriacontano
8	Octano	23	Tricosano	40	Tetracontano
9	Nonano	24	Tetracosano	50	Pentacontano
10	Decano	25	Pentacosano	60	Hexacontano
11	Undecano	26	Hexacosano	70	Heptacontano
12	Dodecano	27	Heptacosano	80	Octacontano
13	Tridecano	28	Octacosano	90	Nonacontano
14	Tetradecano	29	Nonacosano	100	Hectano
15	Pentadecano	30	triacontano	132	Dotriacontahectano

Figura 8.18. Prefijos para nombrar alcanos. Fuente: Simoza.

8.3.1. Reglas para nombrar alcanos

1. La cadena principal será siempre la que contenga mayor número de átomos de carbono.

En caso de que haya más de una cadena con el mismo número de átomos de carbono:

- a) La cadena con mayor número de cadenas laterales (ramificaciones).
 - b) La cadena cuyas ramificaciones tengan los localizadores más bajos.
 - c) La cadena cuyas cadenas más pequeñas tengan mayor número de átomos de carbono.
 - d) La cadena que contenga cadenas laterales menos ramificadas.
2. Numeramos los carbonos de la cadena principal de manera que se le asigne los localizadores más bajos posibles a los sustituyentes, sean cuales sean.
 3. Los radicales sencillos se nombran por orden alfabético (sin tener en cuenta los prefijos numerales).

Si hay varios radicales iguales, se separan por comas los localizadores y luego se pone el nombre del radical, usando un prefijo numeral, que indique el número de veces que se repite el radical.
 4. Los radicales complejos se ordenan según su primera letra (teniendo en cuenta los prefijos numerales).
 5. Cuando hay varios radicales complejos se usan los prefijos numerales griegos para indicar cuántas veces se repiten.

Las ramificaciones se denominan radicales alquilo y se nombran cambiando la terminación “ano” con el sufijo il o ilo, según el número de átomos de C que los forman.

Grupo Alquilo	Fórmula
Metil	$-\text{CH}_3$
Etil	$-\text{CH}_2\text{CH}_3$
Propil	$-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$
Butil	$-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$
Pentil	$-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$
Hexil	$-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$
Heptil	$-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$
Octil	$-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$
Nonil	$-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$
Decil	$-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$

Figura 8.19. Nombre de los radicales según el número de carbonos. Fuente: Simoza.

Ejemplo.

Nombrar el siguiente alcano ramificado:

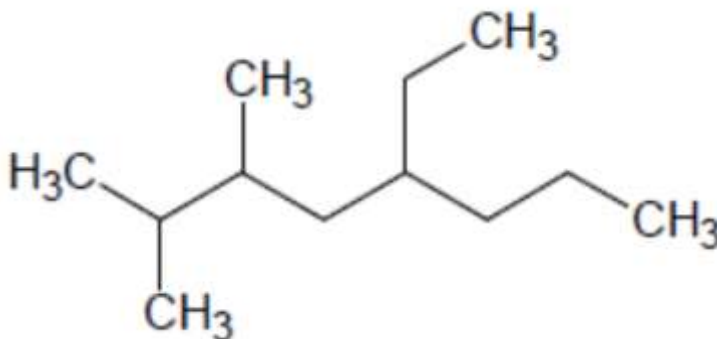


Figura 8.20. Alcano ramificado. Fuente: Simoza.

Para nombrar el compuesto se sigue el siguiente procedimiento:

1. Seleccionamos la cadena de átomos de carbono continua más larga.

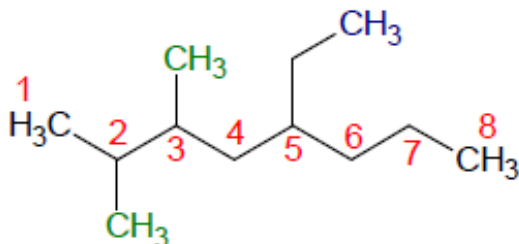


Figura 8.21. Numeración de la cadena. Fuente: Simoza.

Observe que se han numerado los átomos de C a partir del extremo más cercano a una ramificación. Las ramificaciones se denominan radicales alquilo y se nombran cambiando la terminación “ano” con el sufijo il o ilo, según el número de átomos de C que los forman.

2. Si hay más de un sustituyente, se nombran en orden alfabético y se indica la posición de cada uno en la cadena.
3. Si un mismo sustituyente aparece más de una vez, se indica con prefijos di-, tri-, tetra-, etc. y se indica la posición en la cadena.

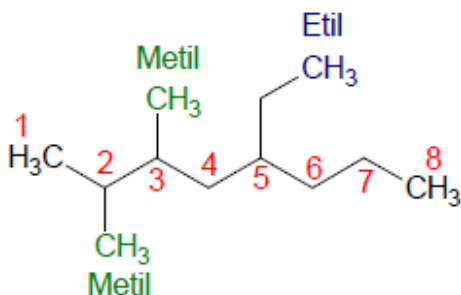


Figura 8.22. Identificación de radicales de la cadena. Fuente: Simoza.

Nuestro alcano se denomina, entonces: 5-Etil 2,3 di-Metil Octano

8.3.2. Cicloalcanos

Los cicloalcanos, según Simoza, son alcanos que tienen los extremos de la cadena unidos, formando un ciclo. Tienen dos hidrógenos menos que el alcano del que derivan, por ello su fórmula general es C_nH_{2n} . Se nombran utilizando el prefijo ciclo seguido del nombre del alcano. Ejemplos:

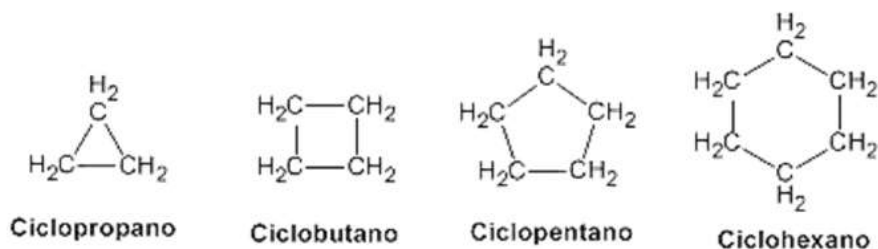


Figura 8.23. Cicloalcanos. Fuente: Simoza.

8.3.2.1. Reglas para nombrar cicloalcanos

1. En cicloalcanos con un solo sustituyente, se toma el ciclo como cadena principal de la molécula. Es innecesaria la numeración del ciclo.

Ejemplos:

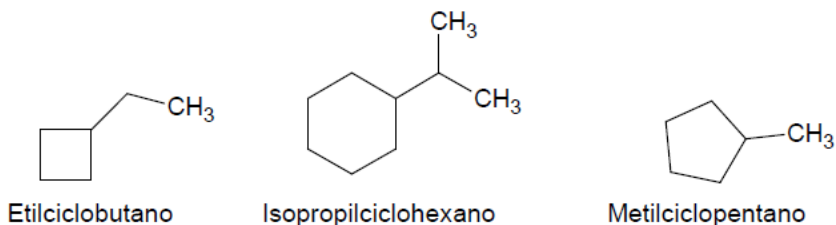
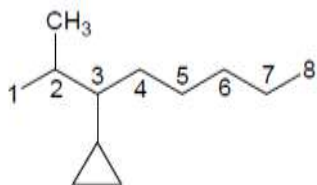


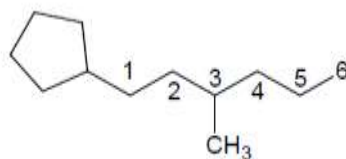
Figura 8.24. Algunos Cicloalcanos. Fuente: Simoza.

2. Si el cicloalcano tiene dos sustituyentes, se nombran por orden alfabético. Se numera el ciclo comenzando por el sustituyente que va antes en el nombre.

Ejemplos:



3-Ciclopropil-2-metiloctano

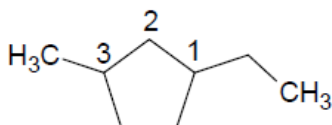


1-Ciclopentil-3-metilhexano

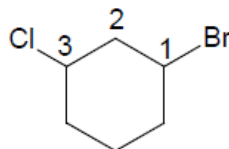
Figura 8.25. Cicloalcanos en condición de radicales. Fuente: Simoza.

3. Si el anillo tiene tres o más sustituyentes, se nombran por orden alfabético. La numeración del ciclo se hace de forma que se otorguen los localizadores más bajos a los sustituyentes.

Ejemplos:



1-Etil-3-metilciclopentano



1-Bromo-3-cloro-ciclohexano

Figura 8.26. Asignación de localizadores más bajos. Fuente: Simoza.

8.4. ALQUENOS

Responden a la fórmula general C_nH_{2n} , misma que aplica para los cicloalcanos.

Son hidrocarburos alifáticos, insaturados que tienen uno o varios dobles enlaces carbono-carbono en su molécula.

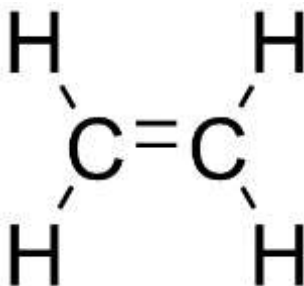


Figura 8.27. Eteno: alqueno formado por dos carbonos. Fuente: vestibulares.estrategia.com.

8.4.1. Reglas para nombrar alquenos:

1. Se elige como cadena principal la más larga que contenga el doble enlace:

Ejemplo:

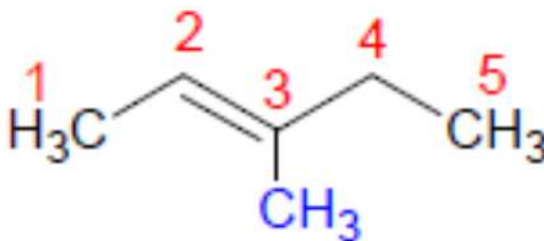


Figura 8.28. 3-metil-pent-2-eno. Fuente: Simoza.

2. Se numera la cadena principal de modo que el doble enlace tenga el localizador más bajo posible:

Ejemplo:

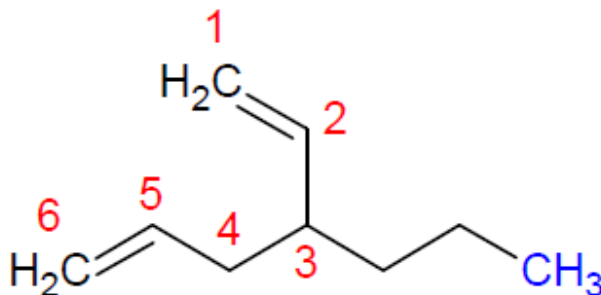


Figura 8.29. 3-Propil-hexa-1,5-dieno. Fuente: Simoza.

3. Los alquenos pueden existir en forma de isómeros espaciales, que se distinguen con la notación cis/trans.

Ejemplo:



Figura 8.30. cis-But-2-eno. Fuente: Simoza.

8.5. ALQUINOS

Responden a la fórmula general C_nH_{2n-2} .

Son hidrocarburos alifáticos con al menos un triple enlace $-C\equiv C-$ entre dos átomos de carbono.



Figura 8.31. Etino. Fuente: blogspot.com

8.5.1. Reglas para nombrar alquinos

1. Se toma como cadena principal la cadena continua más larga que contenga el o los triples enlaces.

Ejemplo:

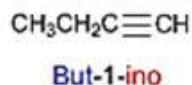
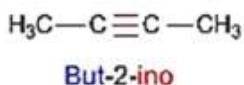
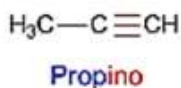


Figura 8.32. Alquinos. Fuente: Simoza.

2. La cadena se numera de forma que los átomos de carbono del triple enlace tengan los números más bajos posibles. Ejemplo:

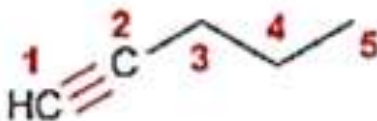


Figura 8.33. Pent-1-ino. Fuente: Simoza.

3. Si hay varios triples enlaces, se indica con los prefijos di, tri, tetra...

Ejemplo:

Octa-1, 3, 5, 7-tetraino, $\text{CH}\equiv\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}$.

Otro ejemplo:

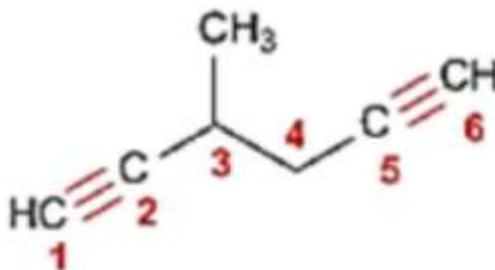


Figura 8.34. 3-metilhexa-1,5-diino. Fuente: Simoza.

4. Si existen dobles y triples enlaces, se da el número más bajo al doble enlace.

Ejemplo:

Pent-2-en-4-ino, $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{CH}$, sin embargo, si hay un doble y un triple enlace a la misma distancia de los extremos, tiene preferencia el doble.

Otro ejemplo:

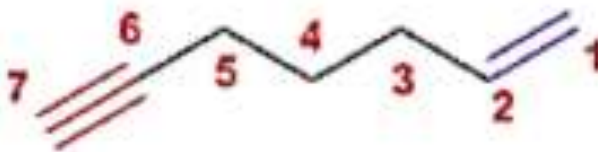


Figura 8.35. Hept-1-en-6-ino. Fuente: Simoza.

5. Los sustituyentes tales como átomos de halógeno o grupos alquilo se indican mediante su nombre y un número, de la misma forma que para el caso de los alcanos.

Ejemplos:

3-cloropropino, $\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_2\text{Cl}$;

2,5-dimetilhex-3-ino, $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_3$.

Otros ejemplos:

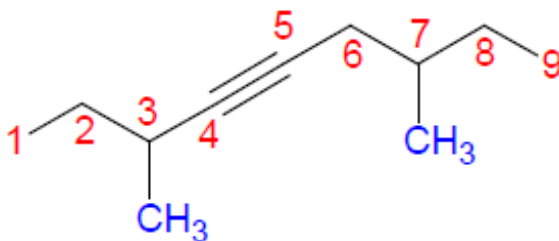


Figura 8.36. 3,7-Dimetilnon-4-ino. Fuente: Simoza.

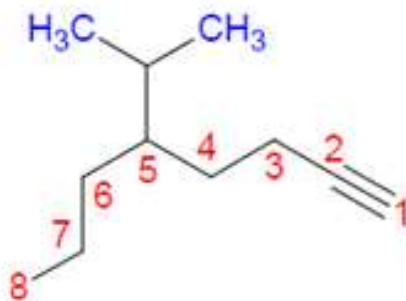


Figura 8.37. 5-Isopropiloct-1-ino. Fuente: Simoza.

8.6. HIDROCARBUROS AROMÁTICOS

Es importante destacar, de acuerdo a Simoza, que el nombre de aromáticos, en la actualidad, no tiene nada que ver con el olor, sino con un conjunto de propiedades que estudiaremos más adelante.

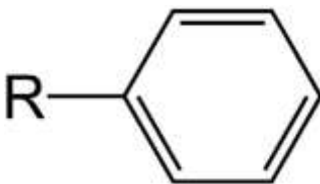


Figura 8.38. Grupo fenilo enlazado a un grupo alquilo. Fuente: Wikipedia.

La denominación de aromáticos, se aplicó a los primeros compuestos de este tipo que fueron descubiertos, con la particularidad de que tenían olores agradables en unos casos y en otros era el olor del propio hidrocarburo.

Ejemplo: La goma de benzoina (bálsamo que se obtiene de la resina de un árbol que crece en Java y Sumatra).

Los hidrocarburos aromáticos, no tienen aplicación médica directa, pero sirven, muchos de ellos, como materiales iniciales para la fabricación de éstos. El representante por excelencia de los hidrocarburos aromáticos es el benceno C_6H_6 . Todos ellos, se pueden considerar derivados del benceno, que es una molécula cíclica, de forma hexagonal y con un orden de enlace intermedio entre un enlace sencillo y un doble enlace.

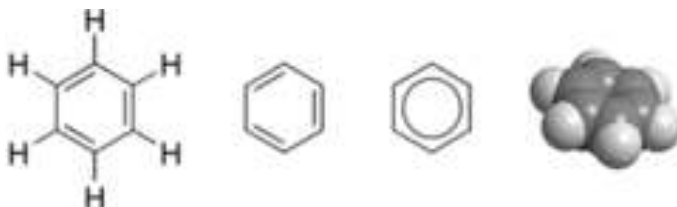


Figura 8.39. Benceno: 1,3,5 ciclo hexa trieno. Fuente: Wikipedia.

8.6.1. Reglas para nombrar hidrocarburos aromáticos

1. En bencenos monosustituídos, se nombra primero el radical y se termina en la palabra benceno:

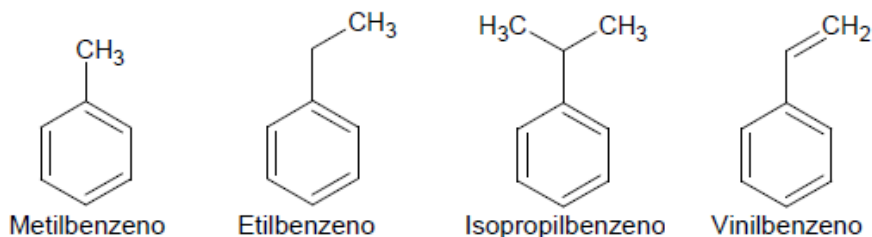


Figura 8.40. Bencenos monosustituídos. Fuente: Simoza.

2. En bencenos disustituídos se indica la posición de los radicales mediante los prefijos orto- (o-), meta (m-) y para (p-). También pueden emplearse los localizadores 1, 2-, 1, 3- y 1, 4-.



Figura 8.41. Bencenos disustituídos. Fuente: Simoza.

3. En bencenos con más de dos sustituyentes, se numera el anillo de modo que los sustituyentes tomen los menores localizadores. Si varias numeraciones dan los mismos localizadores se da preferencia al orden alfabético.



Figura 8.42. Bencenos con varios sustituyentes. Fuente: Simoza.

4. Existen numerosos derivados del benceno con nombres comunes que conviene saber:

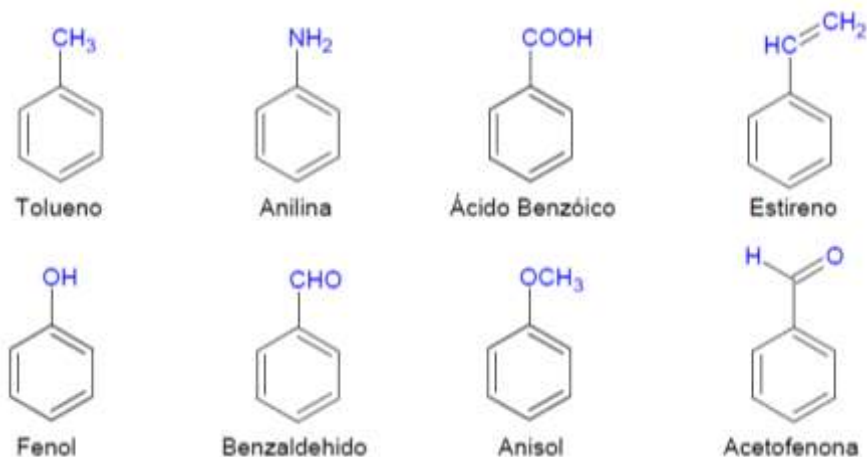


Figura 8.43. Bencenos con nombres comunes. Fuente: Simoza.

8.7. ÁCIDOS CARBOXÍLICOS

Los ácidos carboxílicos constituyen un grupo de compuestos, caracterizados porque poseen un grupo funcional llamado grupo “carboxilo” o grupo “carboxi” ($-\text{COOH}$). Ocupan el primer lugar de la tabla de prioridades (Figura 8.16).

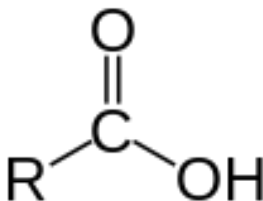


Figura 8.44. Estructura de un ácido carboxílico, donde R es un hidrógeno o una cadena carbonada. Fuente: Wikipedia.

8.7.1. Reglas para nombrar ácidos carboxílicos

1. La IUPAC nombra los ácidos carboxílicos reemplazando la terminación -ano del alcano con igual número de carbonos por -oico.

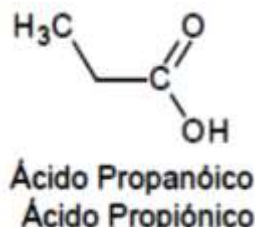
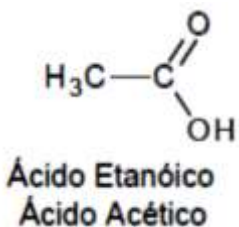


Figura 8.45. Ácidos carboxílicos. Fuente: Simoza.

2. Cuando el ácido tiene sustituyentes, se numera la cadena de mayor longitud dando el localizador más bajo al carbono del grupo ácido. Los ácidos carboxílicos son prioritarios frente a otros grupos, que pasan a nombrarse como sustituyentes.

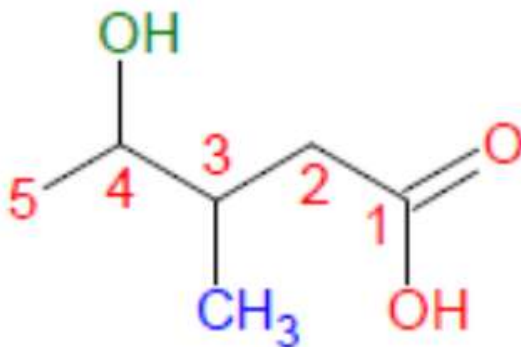


Figura 8.46. Ácido 4-Hidroxi-3-metil-pentanóico. Fuente: Simoza.

3. Los ácidos carboxílicos también son prioritarios frente a alquenos y alquinos. Moléculas con dos grupos ácido se nombran con la terminación dioico.

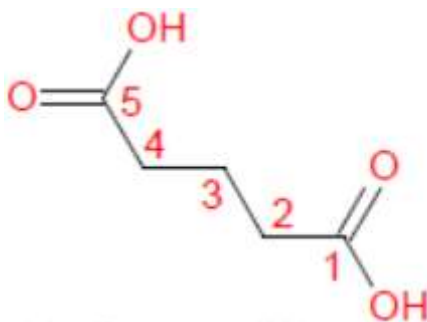


Figura 8.47. Ácido Pentanodióico. Fuente: Simoza.

4. Cuando el grupo ácido va unido a un anillo, se toma el ciclo como cadena principal y se termina en-carboxílico.

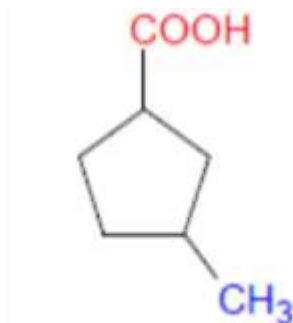
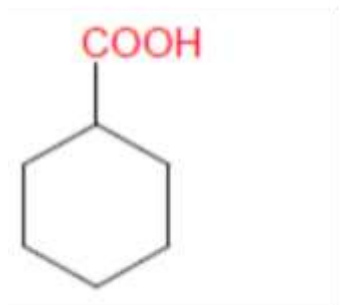


Figura 8.48. Ácido Ciclohexanocarboxílico / Ácido 3-Metilciclopentanocarboxílico.

Fuente: Simoza.

Otros ejemplos:

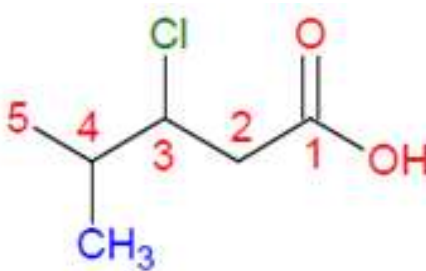
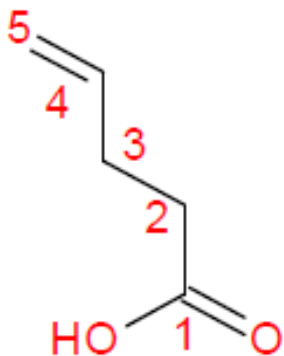


Figura 8.49. Ácido Pent-4-énico / Ácido 3 cloro-4-metilpentanóico. Fuente: Simoza.

8.8. ÉSTERES

Ubicados en segundo lugar de la tabla de prioridades (Figura 8.16), es decir, solo los ácidos son más importantes que ellos. Los ésteres se obtienen por reacción entre un ácido y un alcohol. Según Simoza, pueden provenir de ácidos alifáticos o aromáticos. Se nombran como sales, reemplazando la terminación de los ácidos por "oato" seguido del nombre del radical del alcohol.

Ejemplo. Etanoato de propilo es un éster formado a partir del ácido etanoico y el alcohol propílico.

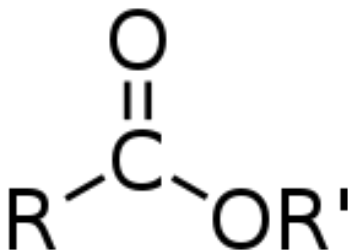


Figura 8.50. Fórmula general de un éster. Fuente: Wikipedia.

8.8.1. Reglas para nombrar ésteres

1. La nomenclatura IUPAC cambia la terminación -oico del ácido por -oato, terminando con el nombre del grupo alquilo unido al oxígeno.

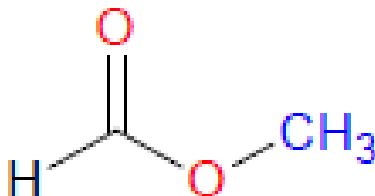


Figura 8.51. Metanoato de metilo. Fuente: Simoza.

2. Los ésteres son grupos prioritarios frente a aminas, alcoholes, cetonas, aldehídos, nitrilos, amidas y haluros de alcanoilo. Estos grupos se nombran como sustituyentes siendo el éster el grupo funcional prioritario.

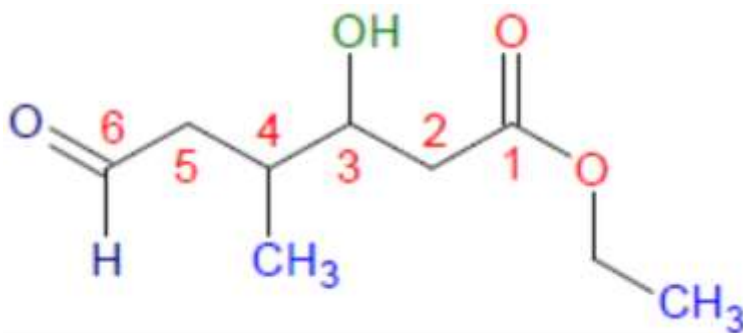


Figura 8.52. 3-Hidroxi-4-metil-6-oxohexanoato de etilo. Fuente: Simoza.

3. Ácidos carboxílicos y anhídridos tienen prioridad sobre los ésteres, que pasan a nombrarse como sustituyentes (alcoxycarbonil...)

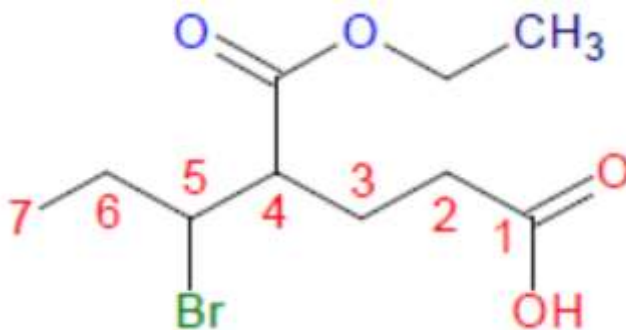


Figura 8.53. Ácido 5-Bromo-4-etoxycarbonilheptanóico. Fuente: Simoza.

4. Cuando el grupo éster va unido a un ciclo, se nombra el ciclo como cadena principal y se emplea la terminación -carboxilato de alquilo para nombrar el éster.

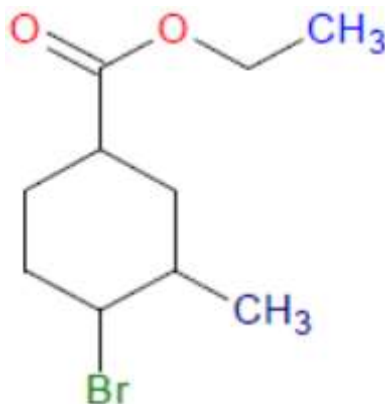


Figura 8.54. 4-Bromo 3 metilciclohexanocarboxilato de etilo. Fuente: Simoza.

Otros ejemplos:

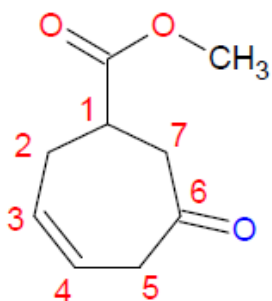


Figura 8.55. 6-Oxociclohept-3-enocarboxilato de metilo / 4-Bromo-3-Hidroxibutanoato de etilo. Fuente: Simoza.

8.9. AMIDAS

Las amidas, ubicadas en tercer lugar de prioridad después que los ácidos y ésteres, son derivados funcionales de los ácidos carboxílicos, en los que se ha sustituido el grupo —OH por el grupo —NH_2 , —NHR o $\text{—NRR}'$.

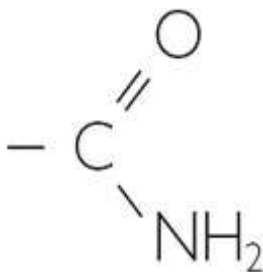


Figura 8.56. Fórmula general de las amidas. Fuente: blogspot.com

8.9.1. Reglas para nombrar amidas

1. Las amidas se nombran como derivados de ácidos carboxílicos sustituyendo la terminación —oico del ácido por —amida .

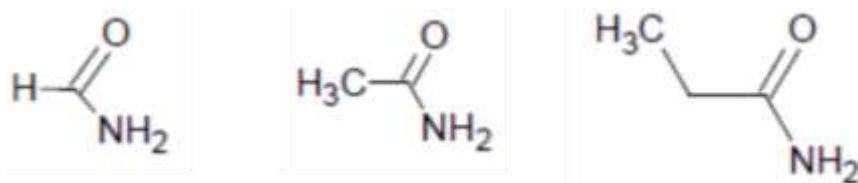


Figura 8.57. Metanamida; Etanamida; Propanamida. Fuente: Simoza.

2. Las amidas son grupos prioritarios frente a aminas, alcoholes, cetonas, aldehídos y nitrilos.

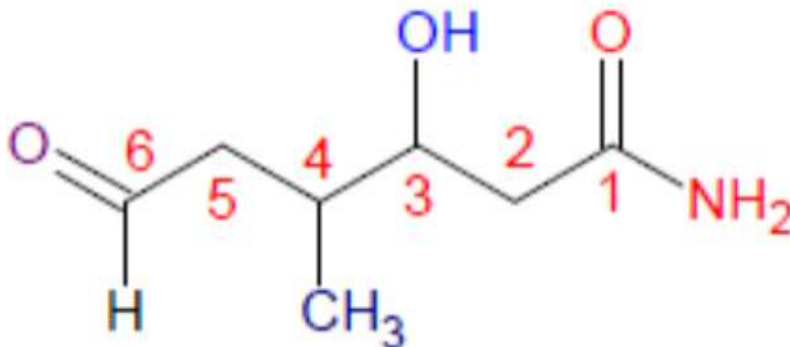


Figura 8.58. 3-Hidroxi-4-metil-6-oxo-hexanamida. Fuente: Simoza.

3. Las amidas actúan como sustituyentes cuando en la molécula hay grupos prioritarios, en este caso preceden el nombre de la cadena principal y se nombran como carbamoíl.

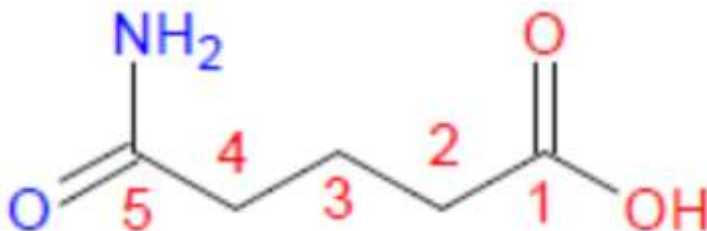


Figura 8.59. Ácido 5-carbamoilpentanóico. Fuente: Simoza.

4. Cuando el grupo amida va unido a un ciclo, se nombra el ciclo como cadena principal y se emplea la terminación –carboxamida para nombrar el grupo amida.

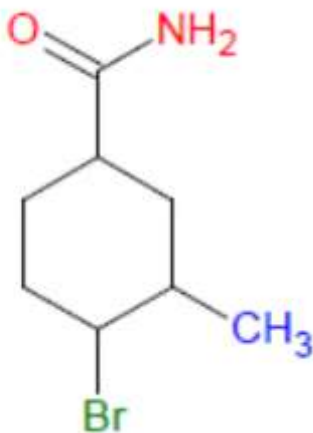


Figura 8.60. 4-Bromo-3-metil-ciclohexanocarboxamida. Fuente: Simoza.

Otros ejemplos:

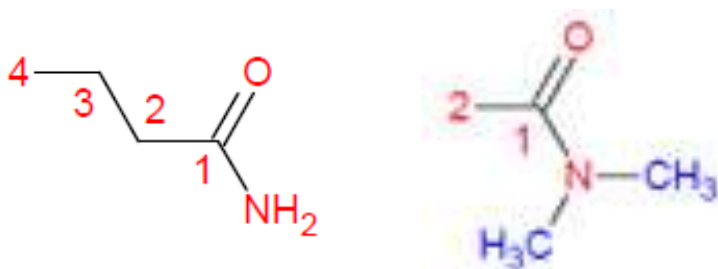


Figura 8.61. Butanamida / N, N-Dimetiletanamida. Fuente: Simoza.

8.10. NITRILOS

Ocupan el cuarto lugar de la tabla de prioridades (Figura 8.16) por lo que son prioritarios sobre ellos los ácidos, ésteres y amidas.

Los nitrilos, tal como expresa Simoza, son compuestos orgánicos que poseen un grupo de cianuro ($-\text{C}\equiv\text{N}$) (ciano) como grupo funcional principal. Son derivados orgánicos del cianuro de los que el hidrógeno ha sido sustituido por un radical alquilo.



Figura 8.62. Fórmula general de los nitrilos. Fuente: quirkyscience

8.10.1. Reglas para nombrar nitrilos

1. La IUPAC nombra los nitrilos añadiendo el sufijo “-nitrilo” al nombre del alcano con igual número de carbonos.

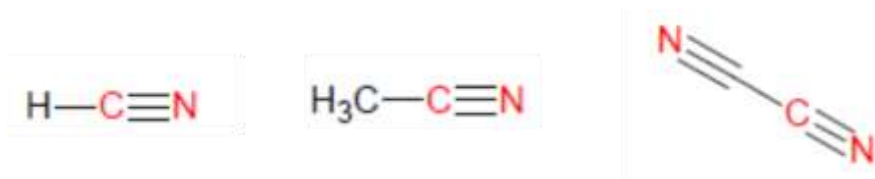


Figura 8.63. Metanonitrilo; Etanonitrilo; Etanodinitrilo. Fuente: Simoza

2. Cuando actúan como sustituyentes se emplea la palabra ciano, precediendo el nombre de la cadena principal.

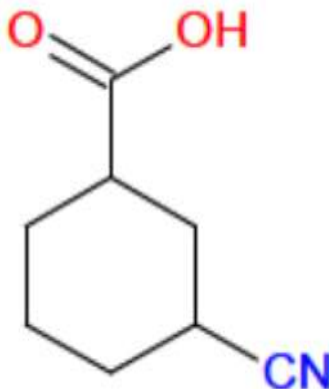


Figura 8.64. Ácido 3-cianociclohexanocarboxílico. Fuente: Simoza

3. Los nitrilos unidos a ciclos se nombran terminando el nombre del anillo en carbonitrilo.

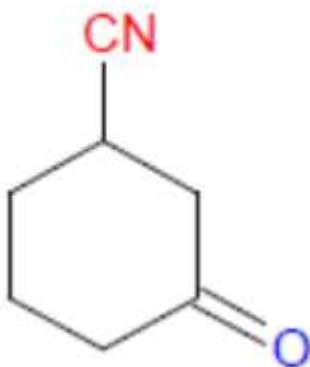


Figura 8.65. 3-Oxociclohexanocarbonitrilo. Fuente: Simoza

8.11. ALDEHÍDOS

Es importante destacar, que tanto los aldehídos y las cetonas contienen el grupo funcional carbonilo, es decir:

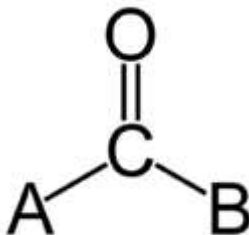


Figura 8.66. Grupo funcional carbonilo. Fuente: Wikipedia.

Ubicados en el quinto lugar de la tabla de prioridades, tal como expresa Simoza, se diferencian entre sí en que en los aldehídos este grupo carbonilo se encuentra en un extremo de la cadena hidrocarbonada, por lo que tiene un átomo de hidrógeno unido a él directamente, es decir, que el verdadero grupo funcional es:

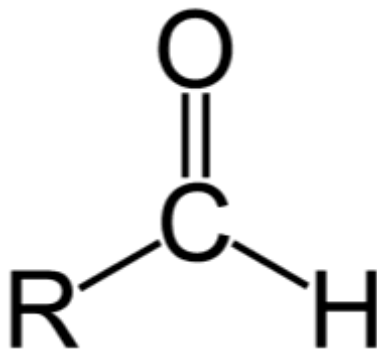


Figura 8.67. Fórmula general de los aldehídos. Fuente: blogspot.com

8.11.1. Reglas para nombrar aldehídos

1. Los aldehídos se nombran reemplazando la terminación “-ano” del alcano correspondiente por “-al”. No es necesario especificar la posición del grupo aldehído, puesto que ocupa el extremo de la cadena (localizador 1). Cuando la cadena contiene dos funciones aldehído se emplea el sufijo-dial. Suele escribirse, por comodidad, en la forma —CHO.

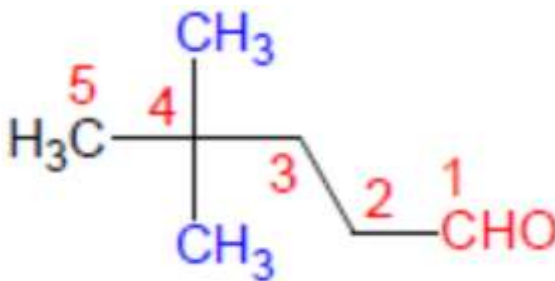


Figura 8.68. 4,4-Dimetilpentanal. Fuente: Simoza.

2. El grupo -CHO se denomina -carbaldehído. Este tipo de nomenclatura es muy útil cuando el grupo aldehído va unido a un ciclo. La numeración del ciclo se realiza dando localizador 1 al carbono del ciclo que contiene el grupo aldehído.

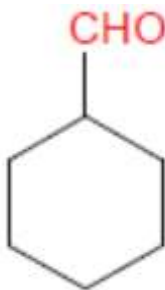


Figura 8.69. Ciclohexanocarbaldehído. Fuente: Simoza.

3. Cuando en la molécula existe un grupo prioritario al aldehído, este pasa a ser un sustituyente que se nombra como oxo- "o" formil-.

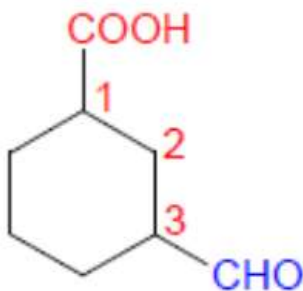


Figura 8.70. Ácido-3-formilciclohexanocarboxílico. Fuente: Simoza.

4. Algunos nombres comunes de aldehídos aceptados por la IUPAC son:

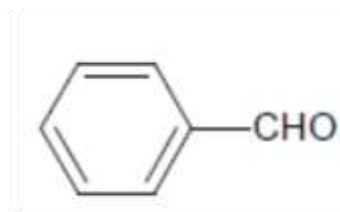
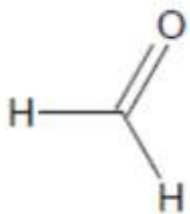


Figura 8.71. Formaldehído (Metanal); Benzaldehído (Bencenocarbaldehído). Fuente: Simoza.

Tanto -carbaldehído como formil- son nomenclaturas que incluyen el carbono del grupo carbonilo.

-carbaldehído se emplea cuando el aldehído es grupo funcional.

-formil u -oxo se usa cuando actúa de sustituyente.

8.12. CETONAS

Las cetonas se ubican en el sexto lugar de prioridad (Figura 8.16) de grupos funcionales y contienen el grupo funcional carbonilo:

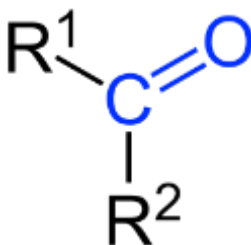


Figura 8.72. Fórmula general de las cetonas. Fuente: Wikipedia.

En las cetonas, el grupo carbonilo se encuentra unido a dos radicales hidrocarbonados: si éstos son iguales, las cetonas se llaman simétricas, mientras que si son distintos se llaman asimétricas.

8.12.1. Reglas para nombrar cetonas

1. Las cetonas se nombran sustituyendo la terminación-ano del alcano con igual longitud de cadena por -ona. Se toma como cadena principal la de mayor longitud que contiene el grupo carbonilo y se numera para que éste tome el localizador más bajo.

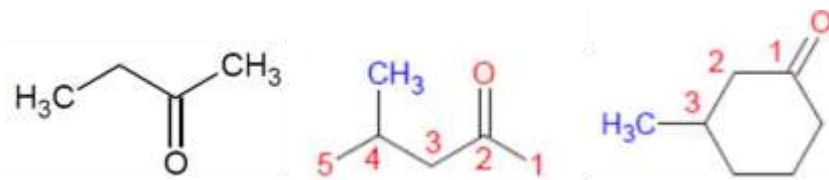


Figura 8.73. Butan-2-ona; 4-Metil-pentan-2-ona; 3-Metilciclohexanona. Fuente: Simoza.

- Existe un segundo tipo de nomenclatura para las cetonas, que consiste en nombrar las cadenas como sustituyentes, ordenándolas alfabéticamente y terminando el nombre con la palabra cetona.

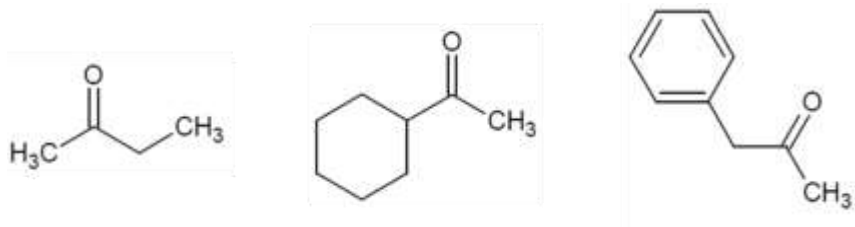


Figura 8.74. Metil-Etil-cetona; Ciclohexil-metil-cetona; Fenil-propil-2-cetona. Fuente: Simoza.

- Cuando la cetona no es el grupo funcional de la molécula pasa a llamarse oxo-.



Figura 8.75. 4-Oxopentanal; 3-Oxociclohexanocarbaldehído. Fuente: Simoza.

Es importante destacar que, si bien los aldehídos y cetonas son los compuestos más sencillos con el grupo carbonilo, hay otros muchos compuestos que contienen también en su molécula el grupo carbonilo.

Entre estos compuestos tenemos: ácidos carboxílicos, —CO—OH ; halogenuros de acilo, —C—X , ésteres, —CO—OR , amidas, —CO—NH_2 , etc., sin embargo, el nombre de compuestos carbonílicos acostumbra utilizarse en sentido restringido para designar exclusivamente a los aldehídos y cetonas.

8.13. ALCOHOLES

Los alcoholes, ocupan el séptimo lugar de la tabla de prioridades de grupos funcionales; para Simoza, son compuestos orgánicos que contienen un grupo hidroxilo (-OH), unido a una cadena hidrocarbonada a través de un enlace covalente, a un átomo de carbono con hibridación sp^3 , mientras que los compuestos que poseen un grupo hidroxilo unido a uno de los átomos de carbono de un doble enlace se conocen como enoles, y los compuestos que contienen un grupo hidroxilo unido a un anillo de benceno se llaman fenoles.

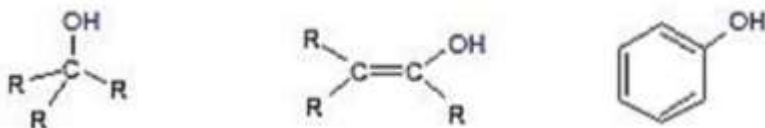


Figura 8.76. Alcohol; Enol; Fenol. Fuente: Simoza.

8.13.1. Clasificación de los alcoholes

Tipo de Alcohol	Estructura	Ejemplo	Nombre
Alcohol Primario	$\begin{array}{c} R \\ \\ H-C-OH \\ \\ H \end{array}$	$\begin{array}{c} CH_3 \\ \\ H-C-OH \\ \\ H \end{array}$	Etanol
Alcohol Secundario	$\begin{array}{c} R \\ \\ R-C-OH \\ \\ H \end{array}$	$\begin{array}{c} CH_3 \\ \\ H_3C-C-OH \\ \\ H \end{array}$	Sec-Propanol
Alcohol Terciario	$\begin{array}{c} R \\ \\ R-C-OH \\ \\ R \end{array}$	$\begin{array}{c} CH_3 \\ \\ H_3C-C-OH \\ \\ CH_3 \end{array}$	Ter-Butanol

Figura 8.77. Clasificación de los alcoholes. Fuente: Simoza.

8.13.2. Reglas para nombrar alcoholes

1. Se elige como cadena principal la de mayor longitud que contenga el grupo -OH.

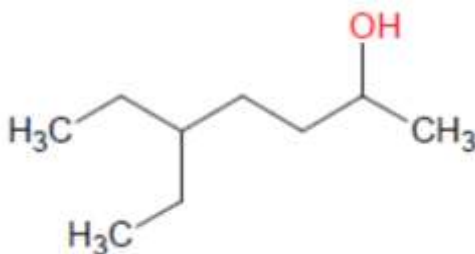


Figura 8.78. 5-etil-2-heptanol. Fuente: Simoza.

2. Se numera la cadena principal para que el grupo -OH tome el localizador más bajo. El grupo hidroxilo tiene preferencia sobre cadenas carbonadas, halógenos, dobles y triples enlaces.

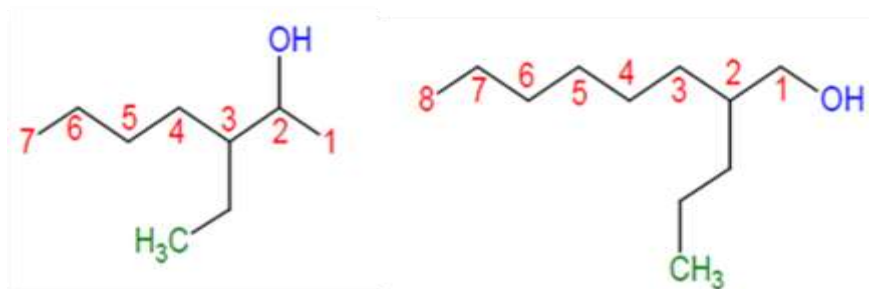


Figura 8.79. 3-etil-2-heptanol; 2-propil-1-octanol. Fuente: Simoza.

3. El nombre del alcohol se construye cambiando la terminación –o del alcano con igual número de carbonos por –ol.

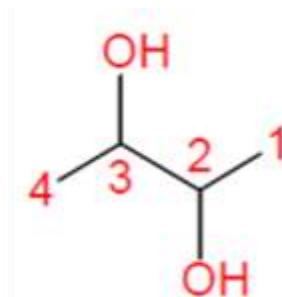
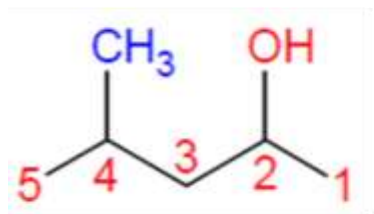


Figura 8.80. 4-Metilpentan-2-ol; Butano-2,3-diol. Fuente: Simoza.

4. Cuando en la molécula hay grupos funcionales de mayor prioridad, el alcohol pasa a ser un mero sustituyente y se llama hidroxio-. Son prioritarios frente a los alcoholes: ácidos carboxílicos, anhídridos, ésteres, haluros de alquilo, amidas, nitrilos, aldehídos y cetonas.

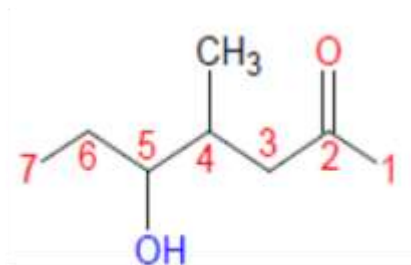
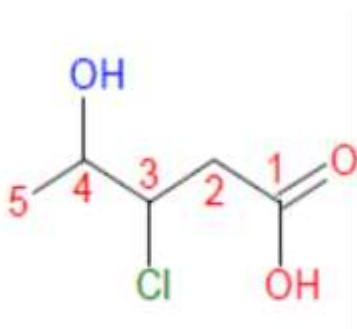


Figura 8.81. Ácido 3-Cloro-4-hidroxipentanóico; 5-Hidroxio-4-metil-heptanona. Fuente: Simoza.

5. El grupo -OH es prioritario frente a los alquenos y alquinos. La numeración otorga el localizador más bajo al -OH y el nombre de la molécula termina en -ol.

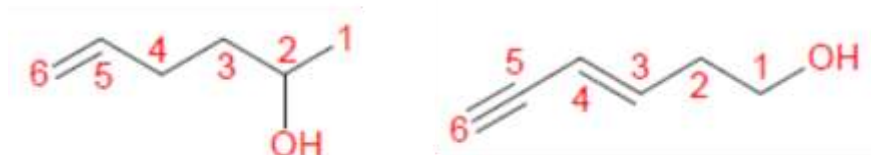


Figura 8.82. Hex-5-en-2-ol; Hex-3-en-5-in-1-ol. Fuente: Simoza.

Otros ejemplos:

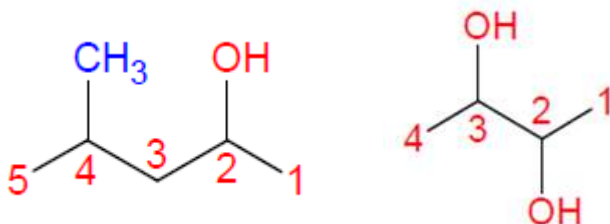


Figura 8.83. 4-Metilpentan-2-ol; Butano-2,3-diol. Fuente: Simoza.

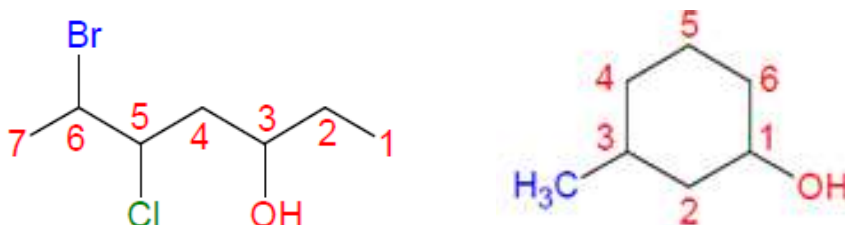


Figura 8.84. 6-Bromo-5-Cloro-Heptan-3-ol; -Metil-Ciclohexanol. Fuente: Simoza.

8.14. AMINAS

Las aminas, tienen asignado el octavo lugar en la tabla de prioridades de grupos funcionales, siendo superiores solo de los éteres. De acuerdo a Simoza, son compuestos químicos orgánicos que se consideran derivados del amoníaco y resultan de la sustitución de uno o varios de los hidrógenos de la molécula de amoníaco por otros sustituyentes o radicales.

8.14.1. Clasificación de las aminas

Según se sustituyan uno, dos o tres hidrógenos, las aminas son primarias, secundarias o terciarias, respectivamente.

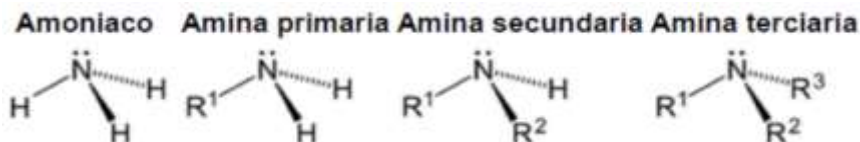


Figura 8.85. Clasificación de las aminas. Fuente: Simoza.

8.14.2. Reglas para nombrar aminas

1. Las aminas se pueden nombrar como derivados de alquilaminas o alcanaminas.

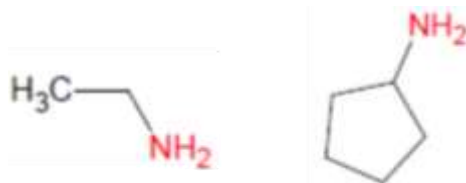


Figura 8.86. Etilamina (Etanamina); Ciclopentilamina (Ciclopentanamina). Fuente: Simoza.

2. Si un radical está repetido varias veces, se indica con los prefijos di-, tri-. Si la amina lleva radicales diferentes, se nombran alfabéticamente.

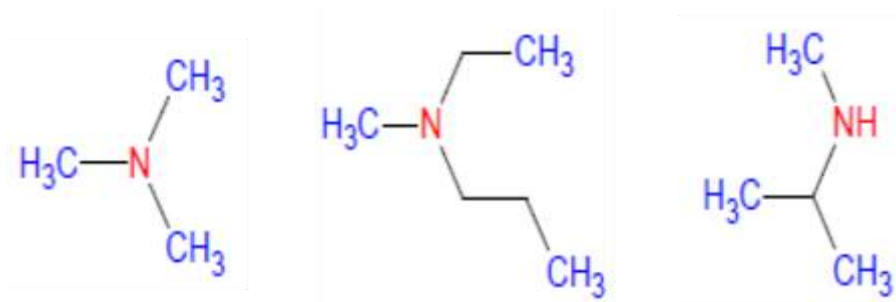


Figura 8.87. Trimetilamina; Etilmetilpropilamina; Isopropilmetilamina. Fuente: Simoza.

3. Los sustituyentes unidos directamente al nitrógeno llevan el localizador N. Si en la molécula hay dos grupos amino sustituidos se emplea N, N'.

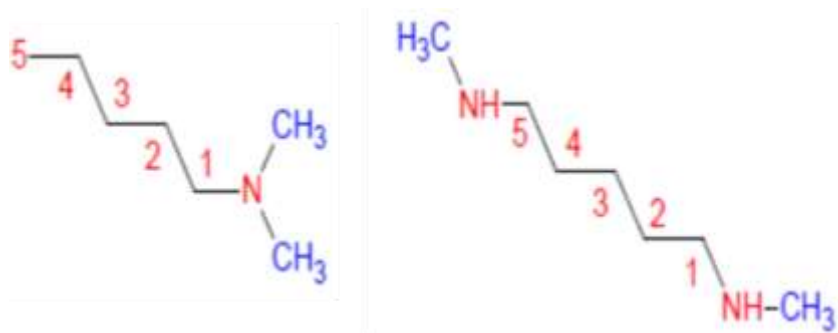


Figura 8.88. N,N-Dimetilpentanamina; N,N'-Dimetilpentan-1,5-amina. Fuente: Simoza.

4. Cuando la amina no es el grupo funcional pasa a nombrarse como amino-. La mayor parte de los grupos funcionales tienen prioridad sobre la amina (ácidos y derivados, carbonilos, alcoholes).

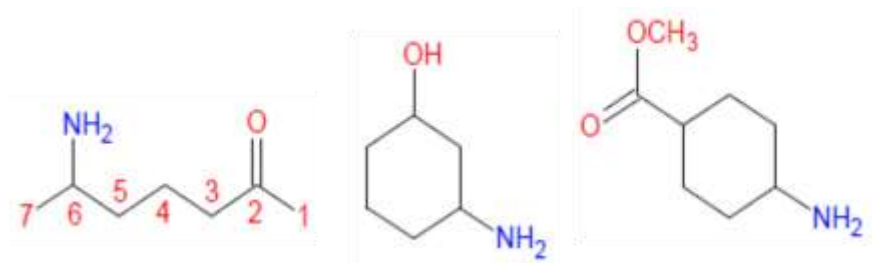


Figura 8.89. 6-Aminoheptan-2-ona; 3-Aminociclohexanol; 4-Aminociclohexanocarboxilato de metilo. Fuente: Simoza.

Otros ejemplos:

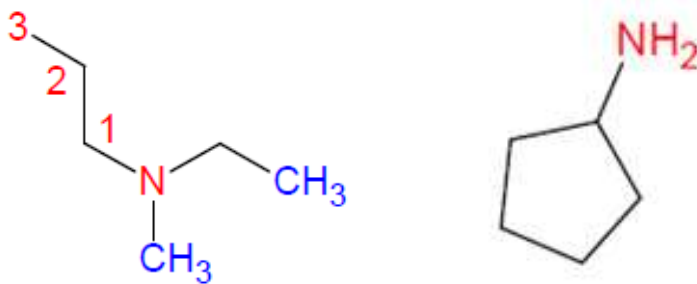


Figura 8.90. N-Etil-N-metilpropanamina (Etilmetilpropilamina); Ciclopentanamina (Ciclopentilamina). Fuente: Simoza.

8.15. ÉTERES

Después de las aminas, ocupan el noveno lugar en el orden de prioridad para nombrar grupos funcionales. Los éteres, según Simoza, son compuestos que se forman por condensación de dos alcoholes con pérdida de agua. Si los dos alcoholes son iguales el éter es simple o simétrico y si son distintos es mixto o asimétrico. Los éteres simples, se nombran anteponiendo la palabra éter, seguida del prefijo que indica cantidad de átomos de carbono con la terminación ílico.

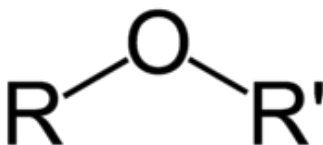


Figura 8.91. Fórmula general de los éteres. Fuente: Wikipedia.

Es importante mencionar, a fin de no confundirlos con los Ésteres que, si tienen en su estructura el grupo carbonilo, los Éteres no lo poseen.

8.15.1. Reglas para nombrar éteres

1. Los éteres pueden nombrarse como alcoxi-derivados de alcanos (nomenclatura IUPAC sustitutiva). Se toma como cadena principal la de mayor longitud y se nombra el alcóxido como un sustituyente.



Figura 8.92. Metoxietano; Etoxietano; Metoxibutano. Fuente: Simoza.

2. La nomenclatura funcional (IUPAC) nombra los éteres como derivados de dos grupos alquilo, ordenados alfabéticamente, terminando el nombre en la palabra éter.

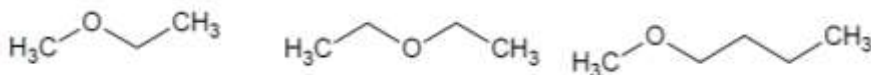


Figura 8.93. Etil metil éter; Dietil éter; Butil-metil-éter. Fuente: Simoza.

3. Los éteres cíclicos se forman sustituyendo un $-\text{CH}_2-$ por $-\text{O}-$ en un ciclo. La numeración comienza en el oxígeno y se nombran con el prefijo “oxa-” seguido del nombre del ciclo.



Figura 8.94. Oxaciclopropano; Oxaciclobutano; 2 -Bromooxaciclopentano. Fuente: Simoza.

En conclusión, es fundamental para cualquier profesional con especialidad que guarde relación con el conocimiento teórico y aplicación práctica de fármacos y productos químicos, conocer la nomenclatura básica de los compuestos orgánicos, ya que la mayoría que existe actualmente en el mercado, se corresponde con alguno de estos grupos funcionales y sus derivados, así como los compuestos inorgánicos mencionados en el capítulo anterior, a fin, de ser el caso, precisar la actividad farmacológica de los mismos y sus efectos en el organismo y el ambiente.

Capítulo 9

Reacciones Químicas

Una reacción química, también llamada cambio químico o fenómeno químico, es todo proceso termodinámico en el cual dos o más especies químicas o sustancias (llamadas reactantes o reactivos), se transforman, cambiando su estructura molecular y sus enlaces, en otras sustancias llamadas producto (Wikipedia).



Figura 9.1. Reacción química. Fuente: arena.pl

Antes del desarrollo propiamente dicho de este tema, se muestran algunas definiciones según el Departamento de Física y Química - IES “Sierra Mágina”:

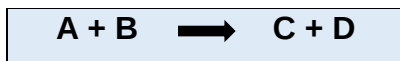
9.1. CONCEPTOS BÁSICOS

- Química: estudia la estructura y composición de la materia y los cambios que en esta se pueden producir.
- Cambios físicos: son aquellos en los que no se modifica la naturaleza del material.
- Cambios químicos: donde la modificación del material afecta a la composición del mismo.
- Reacción química: se produce como consecuencia de la rotura de enlaces en los reactivos y la formación de nuevos enlaces para formar productos.
- Estequiometría: es la ciencia que mide la relación de masa, de los elementos químicos en una reacción química, es decir, mide cantidad de reactivos y productos de dicha reacción.

9.2. REACCIONES QUÍMICAS

En ellas, se van a combinar los reactivos (izquierda), también llamados reactantes, para producir el o los productos de la reacción (derecha), donde la flecha muestra hacia dónde va la reacción. Esto puede visualizarse así:

Tabla 9.1. Elementos en una reacción química



Fuente: Elaborado por el autor 2023.

9.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS CAMBIOS QUÍMICOS

Los fenómenos o cambios químicos, según el Departamento de Física y Química - IES “Sierra Mágina”, se caracterizan por tres aspectos fundamentales que los diferencian de los físicos, que son:

1. Las sustancias iniciales se transforman en otras de distinta naturaleza.

Ejemplo:

El enranciamiento de la mantequilla o del tocino por acción del oxígeno del aire es una reacción química.

2. Se producen intercambios de energía, a veces notables, con el exterior. Dichos intercambios pueden ocurrir en forma de energía calorífica, eléctrico o luminosa.

En los intercambios de energía tenemos dos reacciones:

- Reacciones endotérmicas: las que transcurren con absorción de energía.

Ejemplo: como ocurre en la electrólisis del agua.

- Reacciones exotérmicas: las que transcurren con emisión de energía.

Ejemplo: como ocurre al reaccionar el gas metano con el oxígeno del aire (combustión).



Figura 9.2. Reacción endotérmica; reacción exotérmica. Fuente: diferenciando.com

3. Los cambios químicos, a diferencia de los físicos, son difíciles de invertir.

Ejemplo: al mezclar limaduras de Fe con azufre en polvo, sería muy fácil recuperar los componentes mediante la ayuda de un imán. Pero si los hacemos reaccionar, como se indicó anteriormente calentando en una cápsula de porcelana, se producirá una reacción que generará una nueva sustancia (FeS) y ahora será mucho más difícil (aunque no imposible) recuperar el azufre y el hierro iniciales.



Figura 9.3. Reacción química entre hierro y azufre. Fuente: blogspot.com

9.4. TIPOS DE REACCIONES QUÍMICAS

Según el Departamento de Física y Química - IES "Sierra Mágina" son:

1. Reacciones de Síntesis o Combinación: $A + B \rightarrow AB$

Son aquellas en las que dos o más sustancias reaccionan para dar otra sustancia más compleja.

Ejemplos:

Síntesis del amoníaco: $N_2 + 3 H_2 \rightarrow 2 NH_3$

Síntesis del Sulfuro ferroso: $S + Fe \rightarrow FeS$

Síntesis del ácido sulfuroso: $SO_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_3$

2. Reacciones de Descomposición: $AB \rightarrow A + B$

En determinadas condiciones, podemos obtener de una sustancia otras más simples. Éste proceso es una reacción de descomposición. La descomposición del compuesto, suele iniciarse mediante aporte de energía, por ejemplo: calentando o comunicando energía eléctrica o fotoeléctrica.

Ejemplos:

Descomposición por calor del clorato potásico: $2 KClO_3 \rightarrow 2 KCl + 3 O_2 (g)$

Fotodescomposición del cloruro de plata: $2 AgCl \rightarrow 2 Ag(s) + Cl_2 (g)$

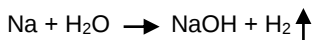
Electrólisis del agua: $2 H_2O \rightarrow 2 H_2 (g) + O_2 (g)$

Descomposición de bicarbonatos: $Ca(HCO_3)_2 \rightarrow CaCO_3 \downarrow + H_2O + CO_2 \uparrow$

3. Reacciones de Sustitución: $AB + X \rightarrow XB + A$

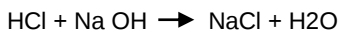
En este caso, un elemento más activo desplaza a otro menos activo de un compuesto.

Ejemplos:

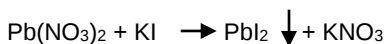
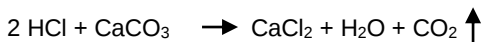
4. Doble Sustitución o Intercambio: $AB + XY \rightarrow AY + XB$

Son similares a las anteriores, aunque un átomo o grupo se intercambia con otro átomo o grupo químico.

Por ejemplo: la neutralización de ácido clorhídrico con sosa:



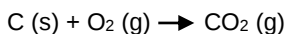
Otros ejemplos:



5. Combustión

Son reacciones en las que una sustancia (combustible), reacciona con un comburente (generalmente el oxígeno del aire) generando energía. Los combustibles más habituales son los materiales orgánicos.

Ejemplo: La reacción de combustión más simple es la del carbón.



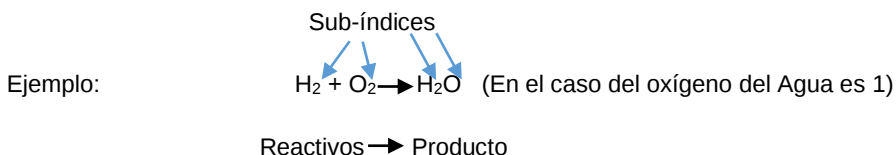
9.5. AJUSTE DE REACCIONES

La estequiometría, se fundamenta en la ley de conservación de la masa. Para que la ecuación química exprese tanto cualitativa como cuantitativamente, lo que ocurre en una reacción, una vez escritas las fórmulas correctamente, tendremos que AJUSTARLA, de modo que el número de átomos a la izquierda y a la derecha sea el mismo.

Existen varios métodos para ajustar reacciones químicas, entre ellos: Coeficientes indeterminados, Redox. A continuación, se presenta uno de los métodos más utilizados para realizar el ajuste o balanceo a reacciones de baja complejidad.

9.5.1. Balanceo por tanteo

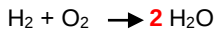
Ajustar una reacción es precisamente esto: colocar los números (coeficientes) que sean necesarios, para que la cuenta de los átomos de cada tipo, sea igual a ambos lados de la flecha.



Para ajustar la reacción se procede así:

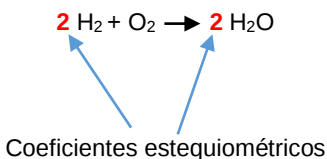
1. Empezamos por los átomos de hidrógeno: tenemos dos en los reactivos y dos en los productos, por lo que no hay problema.
2. En cuanto a los oxígenos, como sólo hay uno en los productos, podemos hacer lo siguiente:

Pondremos un 2 delante del agua:



¡Pero ahora hemos desajustado el número de hidrógenos! No hay problema.

3. Volvemos para atrás, y ahora contamos dos hidrógenos en los reactivos y cuatro en los productos.
4. Multiplicamos por dos también los hidrógenos de la izquierda:



Esto significa que tenemos:

2 moles de Hidrógeno (2H_2)

1 mol de Oxígeno (O_2)

2 moles de Agua ($2 \text{H}_2\text{O}$)

Conclusión: esto significa que necesitan combinarse 2 moles de H_2 con 1 mol de O_2 para producir 2 moles de agua, y aplicando este procedimiento queda balanceada la reacción.

Capítulo 10

Soluciones Químicas

“Una solución, es una mezcla homogénea cuyos componentes, llamados soluto y solvente, no pueden ser separados por métodos mecánicos simples: filtración, decantación y centrifugación” (Ministerio de Educación Química 2 BGU Ecuador 2018).

Es importante considerar la siguiente fórmula:

$$\text{SOLUCIÓN} = \text{SOLUTO} + \text{SOLVENTE}$$



Figura 10.1. Soluciones Químicas. Fuente: Enciclopedia Concepto.

A continuación, se presentan algunas definiciones para facilitar el dominio del tema:

10.1. CONCEPTOS BÁSICOS (Ministerio de Educación Química 2 BGU)

- Solución o disolución: es una mezcla homogénea de dos o más compuestos en estado líquido.
- Solute: es la sustancia que se disuelve y es el componente que se encuentra en menor proporción.
- Disolvente: es la sustancia que disuelve al soluto y es el componente que se encuentra en mayor proporción.

La clave para comprender las disoluciones es distinguir entre soluto, solvente y solución. Las soluciones verdaderas constan de un solvente y uno o varios solutos, cuyas proporciones varían de una solución a otra.



Figura 10.2. Soluciones. Fuente: lifeder.com

10.2. CLASIFICACIÓN DE LAS SOLUCIONES SEGÚN EL ESTADO FÍSICO DEL SOLVENTE

DISOLUCIÓN	SOLVENTE	SOLUTO	EJEMPLO
Gaseosa	Gas	Gas	Aire
	Gas	Líquido	Aire húmedo
	Gas	Sólido	Polvo en suspensión
Líquida	Líquido	Gas	Bebida gaseosa
	Líquido	Líquido	Alcohol en agua
	Líquido	Sólido	Sal en agua
Sólida	Sólido	Gas	Hidrógeno en Níquel
	Sólido	Líquido	Mercurio en plata
	Sólido	Sólido	Estaño en cobre

Figura 10.3. Ejemplos de disoluciones. Fuente: Pinterest.com.mx

- **Solución sólida:** es la combinación de uno o más solutos en un solvente.

Ejemplo: aleaciones



Figura 10.4. Ejemplos de aleaciones. Fuente: cofrecito.com

- **Soluciones líquidas:** son las más comunes y se forman cuando se disuelven en un líquido, un soluto en cualquiera de los estados, bien sea sólido, líquido o gas.

Ejemplo: Solución de dicromato de potasio



Figura 10.5. Ejemplo de solución líquida. Fuente: blogspot.com

- **Solución gaseosa:** es una mezcla formada por solutos gases o líquidos disueltos en un gas como solvente.

Ejemplos: Aire, Gas natural, Metano.



Figura 10.6. Ejemplo de solución gaseosa: aire seco. Fuente: El nuevo día.

10.3. CLASIFICACIÓN DE LAS SOLUCIONES POR SU CAPACIDAD DE DISOLVER UN SOLUTO

- Solución diluida: es la que tiene una baja concentración de soluto en comparación con el solvente.
- Solución concentrada: es aquella que contiene una gran cantidad de soluto en relación con la cantidad que podría disolver.
- Solución saturada: es la que contiene la máxima cantidad de un soluto que se puede disolver.
- Solución sobresaturada: contiene más soluto que el que puede haber en una disolución saturada, es decir, en ella quedará una cantidad de soluto sin disolver.

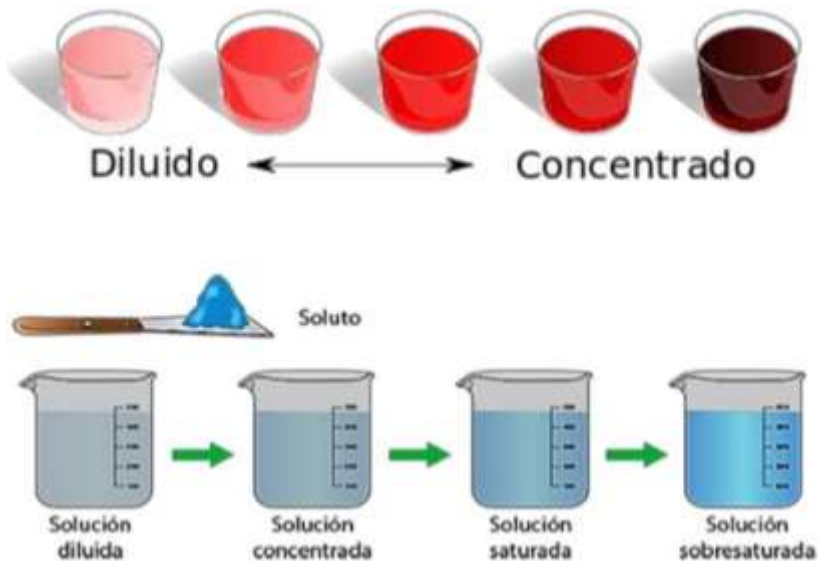


Figura 10.7. Clasificación de las soluciones por su capacidad de disolver un soluto. Fuente: blogspot.com

10.4. CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL DE VIDRIO DEL LABORATORIO

(Guauque-Olarte 2019)

- **Vidrio de paredes delgadas:** es refractario, resistente al calor y se puede utilizar para calentar sustancias y soluciones.

Ejemplos: vaso de precipitado (beaker), tubos de ensayo



Figura 10.8. Beakers. Fuente: esslinger.com

- **Vidrio de paredes gruesas:** no es resistente al calor o podría sufrir daños, por lo que no se recomienda calentar.

Ejemplos: buretas, probetas, vidrios de reloj, embudos, picnómetros.



Figura 10.9. Embudos de vidrio. Fuente: es.food-men.com

10.5. CONCENTRACIÓN DE UNA SOLUCIÓN

Es la relación de disolución entre un soluto y solvente, donde se toma en cuenta la cantidad de cada uno de ellos.

Para determinar la concentración de una solución, tenemos dos vías:

- Por peso (gravimetría).
- Por relación con el volumen gastado de reactivo (volumetría).

Motivado a que la mayoría de las reacciones químicas se llevan a cabo en solución, es necesario estudiar la composición de ellas. Esto, puede determinarse mediante las unidades de concentración, mismas que se detallan a continuación:

10.6. PORCENTAJES (%)

Como su nombre lo indica, viene de por ciento, es decir, una cantidad referida a 100 partes y puede expresarse de tres maneras:

1. Porcentaje peso-peso o porcentaje referido a la masa (% p/p)

Relaciona la masa de soluto, en gramos, presente en una cantidad dada de solución. Puede calcularse por la fórmula:

$$\% \frac{P}{P} = \frac{\text{peso del soluto}}{\text{peso de la solución}} \times 100$$

Ejemplo 1:

Calcular el porcentaje peso a peso, de una solución que tiene 6g de soluto en 80g de solución.

Datos:

Soluto: 6 g

Solución: 80 g

Aplicando la fórmula y sustituyendo los valores se tiene:

$$\% \text{ p/p} = \frac{6}{80} \times 100 \quad \rightarrow \quad 7,5 \% \text{ p/p}$$

Ejemplo 2:

¿Cuál es el % p/p de una solución que se prepara disolviendo 20g de NaCl en 200g de agua?

Datos:

Soluto: 20 g

Solvente: 200 g

Aplicando la fórmula y sustituyendo los valores se tiene:

$$\% \text{ p/p} = \frac{20}{20 + 200} \times 100 \quad \rightarrow \quad 9,09 \% \text{ p/p}$$

Conclusiones del ejercicio:

- Es importante identificar: quien es el soluto, solvente y solución.
- Se debe recordar que: Solución = Soluto + Solvente

2. Porcentaje volumen-volumen o porcentaje referido al volumen (% v/v)

Se refiere al volumen de soluto, en mililitros (ml o cm³), presente en cada 100 ml de solución. Puede calcularse por la fórmula:

$$\% \frac{V}{V} = \frac{\text{volumen del soluto}}{\text{volumen de la solución}} \times 100$$

Ejemplo:

Una solución de volumen 4 litros, se le agrega 450 ml de un soluto. Hallar su % en volumen.

Datos:

Soluto: 450 ml

Solución: 4 litros

Primer paso: realizar una transformación de unidades, bien sea de litros a mililitros o viceversa, por lo que hay que recordar que para calcular porcentaje se debe trabajar en las mismas unidades.

En este caso, se transformarán los 4 litros a mililitros, y para esto solo hay que realizar esta operación previa:

$$4 \text{ litros } \frac{1000 \text{ ml}}{1 \text{ litro}} = 4000 \text{ ml}$$

Segundo paso: aplicando la fórmula y sustituyendo los valores se tiene:

$$\% \text{ v/v} = \frac{450}{4000} \times 100 \quad \rightarrow \quad 11,25 \% \text{ v/v}$$

3. Porcentaje peso-volumen o porcentaje referido a la masa-volumen (% p/v)

Representa la masa de soluto (en gramos) por cada 100 ml de solución. Puede calcularse por la fórmula:

$$\% \frac{P}{V} = \frac{\text{gramos del soluto}}{\text{ml de la solución}} \times 100$$

Ejemplo:

Se tienen 34,6 g de crema disueltos en un litro de leche entera. Calcular el % p/v.

Datos:

Soluto: 34,6 g

Solución: 1 litro (1000 ml)

Aplicando la fórmula y sustituyendo los valores se tiene:

$$\% \text{ p/p} = \frac{34,6}{1000} \times 100 \quad \rightarrow \quad 3,46 \% \text{ p/v}$$

Conclusiones generales al calcular porcentajes:

- Identificar el soluto, solvente y solución.
- Tener presente la fórmula: Solución = Soluto + Solvente.
- Trabajar en las mismas unidades o en unidades que se correspondan.

10.7. MOLARIDAD (M)

Es el número de moles de soluto disuelto en un litro de solución. Puede calcularse por la fórmula:

$$M = \frac{\text{moles de soluto}}{\text{litros de solución}}$$

Donde:

M: Molaridad

n: moles de soluto

V: volumen de solución en litros

Ejemplo:

Calcular la Molaridad de una disolución, obtenida disolviendo en agua 100 g de Sulfato de cobre (II) y añadiendo después más agua hasta completar un volumen de un litro. Peso Molecular del $\text{CuSO}_4 = 159,5 \text{ g/mol}$

Primer paso: calcular el número de moles de soluto; esto se hace partiendo del dato que nos dan y transformando los gramos del soluto en moles con el Peso Molecular.

$$100 \text{ gramos } \cancel{\text{CuSO}_4} \times \frac{1 \text{ mol } \text{CuSO}_4}{159,5 \text{ gramos } \cancel{\text{CuSO}_4}} = 0,63 \text{ moles } \text{CuSO}_4$$

Segundo paso: sustituir los valores en la fórmula:

$$\text{Molaridad} = \frac{0,63 \text{ moles } \text{CuSO}_4}{1 \text{ Litro Disolución}} = 0,63 \text{ moles / L} \rightarrow 0,63 \text{ M}$$

Ejemplo 2:

Este es el caso, que generalmente encontramos en la realidad del laboratorio.

En un frasco de laboratorio se lee: disolución de ácido perclórico, 35% y densidad 1,252 g/cm³. Calcular la molaridad de la disolución. PM del HClO₄ = 100,5 g/mol.

Datos:

Disolución de ácido perclórico: 35 %

Densidad: 1,252 g/cm³

$M = \frac{\text{moles de soluto}}{\text{litros de solución}}$	Esta es la fórmula, y surge la pregunta: ¿Tengo los moles del soluto y el volumen de solución?
--	--

Respuesta: no los tengo. Sin embargo, debo analizar de que datos puedo obtener los valores. Es sencillo y aplico lo siguiente:

Primer paso: interpreto que 35 % significa que tengo 35 g de soluto en 100 g de Sol.

Por lo tanto, tengo 35 g de soluto que con el PM transformaré a moles así:

$$35 \text{ g de HClO}_4 \frac{1 \text{ mol de HClO}_4}{100,5 \text{ g}} = \mathbf{0,3482 \text{ moles de HClO}_4}$$

Segundo paso: con la densidad transformaré los 100 g de solución a ml de solución y luego a litros dividiendo entre 1000. Esto se hará de la siguiente manera:

$$d = \frac{m}{v} \quad \text{despejo } v = \frac{m}{d} \quad v = \frac{100 \text{ gramos}}{1,252 \text{ g/ml}} \quad v = 79,87 \text{ ml} \quad v = \mathbf{0,079 \text{ litros}}$$

Tercer paso: teniendo los moles de soluto y los litros de solución, sustituyo en la fórmula y se tiene:

$$M = \frac{0,3482 \text{ moles}}{0,07987 \text{ L}} \rightarrow \mathbf{4,36 \text{ M}}$$

10.8. MOLALIDAD (m)

Se refiere a la cantidad de moles de soluto presentes en 1Kg de solvente. Puede calcularse por la fórmula:

$$\text{Molalidad} = \frac{\text{moles de soluto}}{\text{masa del solvente (kg)}}$$

Cuando el solvente es agua, y debido a que la densidad de esta es de 1g/ml, 1 Kg de agua equivale a un litro.

Donde:

M: Molalidad

n: moles de soluto

m: masa del solvente en kilogramos

Ejemplo:

Calcular la molalidad de una disolución que contiene 46 g de cloruro de hierro (III) en 50 g de agua. PM $\text{FeCl}_3 = 162,35 \text{ g/mol}$

Primer paso: calcular el número de moles de soluto

$$50 \text{ g de } \text{FeCl}_3 \quad \frac{1 \text{ mol de } \text{FeCl}_3}{162,35 \text{ g}} = 0,283 \text{ moles de } \text{FeCl}_3$$

Segundo paso: transformar los gramos a kilogramos del solvente y sustituir los valores en la fórmula:

$$\text{Molalidad} = \frac{0,283 \text{ moles}}{0,05 \text{ Kg}} \rightarrow 5,66 \text{ molal}$$

10.9. NORMALIDAD (N)

Es la relación entre el número de equivalentes gramos o equivalentes químicos de un soluto con la cantidad de 1 Litro de solución. Puede calcularse por la fórmula:

$$\text{Normalidad} = \frac{\text{equivalentes gramo de soluto}}{\text{litros de solución}}$$

El número de equivalentes gramo (eq-g) se determina dependiendo del tipo de sustancia química, es decir, si es ácido, base o hidróxido y sal. Es decir, para calcular el Peso equivalente (Peq-g) del soluto, se debe dividir el Peso molecular del compuesto, tomando en cuenta el tipo de sustancia de la siguiente manera:

Tabla 10.1. Determinación del Peso Equivalente.

Tipo de sustancia	Ejemplos
Eq-g ÁCIDOS = $\frac{\text{Peso Molecular}}{\text{N}^\circ \text{ de hidrógenos}}$	HCl dividir por uno (1 hidrógeno) H ₂ SO ₄ dividir por dos (2 hidrógenos)
Eq-g BASES = $\frac{\text{Peso Molecular}}{\text{N}^\circ \text{ de OH}}$	NaOH dividir por uno (1 OH) Fe(OH) ₃ dividir por tres (3 OH)
Eq-g SALES = $\frac{\text{Peso Molecular}}{\text{N}^\circ \text{ de valencia}}$	NaCl dividir por uno (valencia del Na = 1) Na ₂ SO ₄ dividir por dos (valencia del Na = 1 y como hay dos Na será 1 x 2 = 2)

Elaborado por el autor.

Por lo tanto, es importante realizar este paso previo en la resolución de ejercicios y luego obtener la Normalidad.

Ejemplo:

¿Cuál es la Normalidad de una disolución de 200 ml que contiene 60 g de hidróxido níobico $\text{Nb}(\text{OH})_5$ cuyo PM = 178 g/mol?

Datos:

Volumen de solución: 200 ml

Gramos de soluto: 60 g

Primer paso: para calcular el Peso equivalente gramo (Peq-g) del soluto se divide el Peso molecular entre 5, ya que en el $\text{Nb}(\text{OH})_5$ hay 5 OH. Por lo tanto, será 178/5.

$$\text{Peq-g Nb}(\text{OH})_5 = 178/5 = 36,5 \text{ gramos}$$

Segundo paso: con el Peso equivalente gramo ya obtenido, se transforman los 60 g del soluto a equivalentes gramos de la siguiente manera:

$$60 \text{ g Nb}(\text{OH})_5 \frac{1 \text{ eq-g de soluto}}{36,5 \text{ g Nb}(\text{OH})_5} = 1,68 \text{ eq-g Nb}(\text{OH})_5$$

Tercer paso: ahora con los eq-g del soluto, solo que transformar los 200 ml a litros que serían 0,2 litros y sustituir en la fórmula:

$$N = \frac{1,68 \text{ eq-g Nb}(\text{OH})_5}{2 \text{ litros}} \quad N = 8,42 \frac{\text{eq-g}}{\text{L}} \quad \rightarrow \quad 8,42 \text{ N}$$

Conclusión para calcular la Normalidad de una solución:

- Es necesario conocer el PM del soluto o en su defecto las masas atómicas de los elementos que lo conforman y de esta manera, calcular el Peso equivalente gramo, dependiendo del tipo de sustancia como se mostró en la Tabla 10.1. en la determinación del mismo.

10.10. FRACCIÓN MOLAR (X)

Es la cantidad de mol de cada componente en relación a la totalidad de los moles de disolución. Puede ser expresada de dos maneras:

Tabla 10.2. Fracción molar.

Fracción molar del soluto	Fracción molar del solvente
La fracción molar del soluto (X_S) es la relación entre el número de moles del soluto (n_s) y el número de moles de la solución ($n_s + n_d$).	La fracción molar del solvente (X_D) es la relación entre el número de moles del solvente (n_d) y el número de moles de la solución ($n_d + n_s$).
$X_S = \frac{n_s}{n_s + n_d}$	$X_d = \frac{n_d}{n_s + n_d}$

Elaborado por el autor.

La suma de la fracción molar del soluto (X_S) y de la fracción molar del solvente (X_d) es siempre igual a uno. $X_s + X_d = 1$

Ejemplo:

Calcular la fracción molar de una disolución en agua al 14,7% en peso de propanol C_3H_8O cuyo PM = 60 g/mol. PM H_2O = 18 g/mol.

Datos:

Disolución en agua

14,7% en peso de propanol

PM C_3H_8O = 60 g/mol

PM H_2O = 18 g/mol

Primer paso: interpretar en este caso, que 14,7 % significa que se tienen 14,7 g de propanol en 100 g de solución, lo que al restar $100 - 14,7 = 85,3$ g de agua. Luego se transforman los gramos de soluto y solvente a moles.

$$14,7 \text{ g C}_3\text{H}_8\text{O} \frac{1 \text{ mol}}{60 \text{ g}} = \mathbf{0,245 \text{ moles (Solute)}}$$

$$85,3 \text{ g H}_2\text{O} \frac{1 \text{ mol}}{18 \text{ g}} = \mathbf{4,739 \text{ moles (Solvent)}}$$

Segundo paso: ahora se procede a sustituir los valores obtenidos en las respectivas fórmulas para calcular la fracción molar para el soluto y el solvente.

$$X_s = \frac{0,245}{0,245 + 4,739} \quad \rightarrow \quad \mathbf{X_s = 0,05}$$

$$X_d = \frac{4,739}{0,245 + 4,739} \quad \rightarrow \quad \mathbf{X_d = 0,95}$$

Tercer paso: por último, solo queda comprobar las operaciones, sumando las dos fracciones molares obtenidas que deben resultar en uno (1). De ser así se ha realizado correctamente el ejercicio.

$$X_s + X_d = 1$$

$$\mathbf{0,05 + 0,95 = 1}$$

Conclusión:

- La suma de las fracciones molares del soluto y solvente = 1.

10.11. PARTES POR MILLÓN (ppm)

También conocido como mg/Kg, es una unidad de concentración utilizada para soluciones muy diluidas. El método de cálculo de ppm es diferente para sólidos, líquidos y gases.

- ppm de elementos sólidos y líquidos: se calcula según el peso

$$\text{Partes por Millón (ppm)} = \frac{\text{peso de la sustancia analizada} \times 10^6}{\text{Peso total}}$$

Es importante destacar que esta fórmula se ocupa siempre y cuando las unidades de masa en el numerador y denominador sean iguales.

- ppm de gases: se calcula según el volumen

$$\text{Partes por Millón (ppm)} = \frac{\text{volumen de la sustancia analizada} \times 10^6}{\text{Volumen total}}$$

Se debe tomar en cuenta que esta fórmula se ocupa siempre y cuando las unidades de volumen en el numerador y denominador sean iguales.

Para resolver ejercicios con esta unidad de concentración se manejan tres fórmulas:

1. Se usa para calcular las ppm, en las unidades mismas se encuentra el factor millón, el resultado se representa como "ppm" o "mg/Kg"

$$\frac{\text{Masa (mg)}}{\text{Masa total (Kg)}}$$

2. Se usa para calcular las ppm, en las unidades mismas se encuentra el factor millón, el resultado se representa como "ppm" o "mg/L"

$$\frac{\text{Masa (mg)}}{\text{Volumen total (L)}}$$

3. Se usa para calcular las ppm, en las unidades mismas se encuentra el factor millón, el resultado se representa como "ppm" o "µg/g"

$$\frac{\text{Masa (ug)}}{\text{Masa total (g)}}$$

Ejemplo:

Calcule las ppm de 140 mg de Na⁺ contenidos en 1600g de agua.

Datos:

Soluto: 140 mg

Volumen total: 1600 mg

Primer paso: Conversión de unidades: 1600 g x 1 Kg / 1000 g = 1,6 Kg

Segundo paso: sustituir valores en la fórmula:

$$\frac{\text{Masa (mg)}}{\text{Masa total (Kg)}} = \frac{140 \text{ mg}}{1,6 \text{ Kg}} = 87,5 \text{ mg/Kg} \rightarrow 87,5 \text{ ppm}$$

Conclusiones:

- En este caso, el ejercicio está directo ya que las unidades de soluto están en mg y las de la masa total se transforman a Kg.
- Se debe tomar en cuenta que la densidad del agua es 1, por lo que Litros = Kg.

Capítulo 11

Prueba de Identificación Preliminar Homologada PIPH

Es fundamental, que el perito en química, perito en toxicología, profesional o estudiante de grado o posgrado en cualquier especialidad, ya sea médica, farmacéutica, química, biológica o afines, ya sea en el área clínica y en especial en el área forense, guarde de manera obligatoria, las medidas de bioseguridad de toda índole, mencionadas en el capítulo 1 de esta obra, a fin de resguardar en primer lugar, su salud y la de sus compañeros de laboratorio, y en segundo aspecto, evitar accidentes laborales.

Además, cumplir las normativas vigentes nacionales e internacionales, respecto a la manipulación desde su fabricación hasta la eliminación, de sustancias químicas y/o agentes físicos potencialmente nocivos a la salud y al ambiente, de tal manera que, se puedan prevenir los riesgos laborales y la producción de enfermedades ocupacionales.



Figura 11.1. PIPH. Pruebas preliminares u orientativas Fuente: El autor.

11.1. CONCEPTOS BÁSICOS

De acuerdo al Manual de Procedimientos en Química y Toxicología Forense de la Fiscalía General del Ecuador, tenemos:

- Prueba de Identificación Preliminar Homologada PIPH: son reacciones químicas orientativas de color y precipitación, que indican la posible presencia de la sustancia, que se pretende identificar con el análisis.
- Sustancias Sujetas a Control y Fiscalización: son sustancias que para utilizar, producir, almacenar, importar y exportar requieren de autorización de un organismo de control, que en nuestro país es el CONSEP (Consejo Nacional de Control de Sustancias Estupefacientes y Psicotrópicas).

11.2. MANEJO DE EVIDENCIAS

A continuación, de manera precisa y resumida se muestra el Protocolo para Recepción de Muestras en el Laboratorio, detallado en el Manual de Procedimientos en Química y Toxicología Forense de la Fiscalía General del Ecuador:

1. Todo indicio, muestra o evidencia se receptorá observando la respectiva Cadena de Custodia.
2. El perito designado para la práctica de la pericia sobre evidencias, procederá a revisar la integridad de los sellos del embalaje de la evidencia.

3. El rotulado debe detallar la siguiente información:

- Número del expediente y la fase pre-procesal o etapa procesal.
- Número de caso policial.
- Nombre de procesado (de haberlo).
- Número de muestras.
- Detalle de la muestra.

FECHA RECEPCION	
CADENA DE CUSTODIA	
OFICIO	
PERICIA	
IF / CASO	
APREHENDIDO	
EVIDENCIA	
PESO MUESTRA	
PESO REMANENTE	
RESULTADO	
NUMERO DE MUESTRA	

Figura 11.2. Rótulo para recepción de evidencias. Fuente: El autor.

4. Cantidades requeridas de muestra para análisis químico:

- Muestras sólidas: máximo un gramo de muestra representativa homogénea del decomiso, mismas que deben enviarse en fundas plásticas nuevas de cierre hermético.
- Muestras líquidas para investigación de drogas, para análisis cualitativo: de 1 a 10 ml de muestra representativa homogénea del decomiso.
- Muestras líquidas, para investigación de drogas para análisis cuantitativo: mínimo 10 ml de muestra representativa homogénea del decomiso.

- Muestras líquidas para investigación de insumos: (Ácidos, bases) 100 ml de muestra representativa homogénea del decomiso.
- Material Vegetal: mínimo un gramo de hoja seca, embaladas en funda de papel.

Es importante considerar, en el procedimiento de recepción de muestra, el tipo de análisis a realizar y que, de acuerdo al Vademécum de Procedimientos, análisis, técnicas de la investigación técnico-científica especializada en medicina legal y ciencias forenses del Servicio Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses del Ecuador (SNMLCF), tenemos:

1. **Análisis cualitativo:** en este caso se determina qué tipo de sustancia hay en la muestra que se recibe para análisis.
2. **Análisis cuantitativo:** en este caso se determina la cantidad de sustancia que hay en la muestra que se recibe para análisis. Es decir, el porcentaje de pureza.

Para ambos tipos de análisis debe considerarse el uso de lo siguiente:

Tipo	Descripción
Materiales	- Guantes de nitrilo. - Mascarillas. - Fundas plásticas. - Tubos de plástico eppendorf. - Marcadores para identificar los tubos y fundas. - Espátulas.
Reactivos	- No aplica
Equipos	- Balanza - Campana de extracción.

Figura 11.3. Materiales e insumos. Fuente: SNMLCF. Elaborado por el autor.

1. Resumen del Protocolo de recepción de evidencias para análisis cualitativo aplicado por el Servicio Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses del Ecuador:

1.1. Recepción de Evidencias:

1.1.1. Observe la idoneidad e integridad de las muestras.

1.1.2. Verifique que los empaques estén perfectamente sellados para evitar pérdidas de la muestra.

1.1.3. Observe que las muestras estén rotuladas adecuadamente.

1.1.4. Haga un análisis organoléptico de las muestras identificando su color y que tipo de muestra es, tomando en cuenta lo siguiente:

1.1.4.1. Polvo

1.1.4.2. Polvo compacto

1.1.4.3. Fragmentos vegetales secos

1.1.4.4. Hojas vegetales verdes

1.1.4.5. Sustancia pastosa

1.1.4.6. Sustancia cremosa

1.1.4.7. Líquido

1.1.5. Verifique que los datos suministrados en la cadena de custodia se correspondan con los datos del rotulo de bodega de evidencias, oficio de solicitud de análisis y con el resto de la documentación, los cuales deben estar bien detallados.

1.1.6. Recelte las muestras conjuntamente con la documentación requerida.

1.1.7. Firme la cadena de custodia y haga firmar al personal de traslado de evidencias.

1.2. Asignación de Número de Pericia y Número de Muestra

1.2.1. Asigne el número de pericia correspondiente según el correlativo llevado por el Laboratorio, este número constará de 4 dígitos.

Evidencia 1 con 2 muestras	1.a ; 1.b
Evidencia 2 con 26 muestras	2.a;...; 2.z

Figura 11.4. Número de pericia. Fuente: SNMLCF. Elaborado por el autor.

1.2.2. Asigne solo números a las evidencias que consten de más de 26 muestras como sigue:

Evidencia 1 con 30 muestras	1.1; 1.2;.....; 1.30
2 evidencias con 50 muestras cada una	1.1;.... 1.50 y 1;51; 1.100

Figura 11.5. Número de pericia con más de 26 muestras. Fuente: SNMLCF. Elaborado por el autor.

1.2.3. Coloque el número de muestra asignado al envoltorio contentivo de la muestra.

1.3. Fijación de las Evidencias

1.3.1. Complete el rotulo interno implementado por el Laboratorio de Química del LCCF indicando la información de la Figura 11.2. de este texto referente al Rótulo para recepción de evidencias.

1.3.5. Proceda a fijar fotográficamente la evidencia conjuntamente con el No. de pericia asignado y el rotulo de bodega.

1.4. Pesaje de las Muestras

1.4.1. Use la balanza marca Mettler PJ400 ubicada en el área de análisis del Laboratorio de Química.

1.4.2. Verifique que la balanza este nivelada y en cero.

1.4.3. Pese la evidencia.

1.4.4. Coloque en el rótulo asignado por el Laboratorio, el peso neto arrojado.

1.5. Registro de las evidencias

1.5.1. Registre la evidencia recibida, indicando las características observadas en el libro respectivo, el cual debe estar signado con su respectiva fecha.

1.5.2. Coloque los datos de recepción de la muestra, tales como: fecha de recepción, nombre y firma de la persona que entrega la evidencia, nombre de la persona que recibe la evidencia y lugar de procedencia de la evidencia.

2. Resumen del Protocolo de recepción de evidencias para análisis cuantitativo aplicado por el Servicio Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses del Ecuador.

En este caso, cabe destacar que la mayor parte del procedimiento es similar al del análisis cualitativo, a excepción de los siguientes puntos:

2.1.2. Observe el estado de las evidencias y tome las siguientes consideraciones:

2.1.3. Si la cantidad de la muestra es pequeña, (menos de un gramo), será analizada en su totalidad.

2.1.4. Si se trata de grandes cantidades se realizará el respectivo muestreo.

2.1.5. Una muestra es suficiente si el material es homogéneo.

2.1.6. Si el material no es homogéneo, deberán tomarse varias muestras de las diferentes partes para asegurar que la muestra sea representativa y evitar falsos negativos.

2.2. Fijación de las Evidencias (IDEM que análisis cualitativo)

2.3. Muestreo

2.3.1. Manejo de Elementos Físicos de Prueba

2.3.1.1 Identifique grupos con todas sus características similares: embalaje, estado físico, color y apariencia.

2.3.1.2. Numerar en lugar visible todos los elementos.

2.3.1.3. Escoger los elementos físicos de prueba a muestrear para cada uno de los grupos definidos según la siguiente tabla:

NÚMERO DE ELEMENTOS FÍSICOS DE PRUEBA (EFP)	MUESTRAS A TOMAR
DE 1 A 25	TODAS
DE 26 A 625	25
MÁS DE 625	$\sqrt{\text{EFP (RAIZ CUADRADA DE LOS EFP)}}$

Figura 11.6. Muestreo estadístico. Fuente: SNMLCF. Elaborado por el autor.

2.4. Registro de las Evidencias Sujetas a Análisis

2.4.1. Proceda a pesar las muestras colectadas y anote en el Libro de Análisis Cuantitativo la información correspondiente indicando lo siguiente:

No. de caso, No. de pericia, fecha de recepción de la evidencia, lugar de procedencia de la evidencia, características de las evidencias recibidas con la respectiva enumeración asignada por el Laboratorio, peso de las muestras representativas tomadas de las respectivas evidencias.

2.5. Devolución de las Evidencias

2.5.1. Entregue las evidencias y el contenido no usado para análisis al personal de traslado, así como también la cadena de custodia original.

2.5.2 Dejar el sitio de trabajo limpio y ordenado.

11.3. REACCIONES GENERALES

- Reacción de Dragendorff: es un reactivo de color para detectar alcaloides en una muestra de prueba o como colorante para placas de cromatografía. Los alcaloides, si están presentes en la solución de la muestra, reaccionarán con el reactivo de Dragendorff y producirán un precipitado naranja o rojo anaranjado (Wikipedia).

Preparación: Disolver 8 g de subnitrato de bismuto en 20 ml de NO_3H 10 N (de densidad 1,18; se preparar mezclando 20 ml de nítrico concentrado con 50 ml de agua destilada). Volcar esta solución sobre otra que contiene 22,7 g de KI en la menor cantidad posible de agua (20- 25 ml). Dejen reposo para decantar el NO_3K , separar y diluir a 100 mL (Manual de Química y Toxicología de la Fiscalía General del Ecuador MQTFGE).

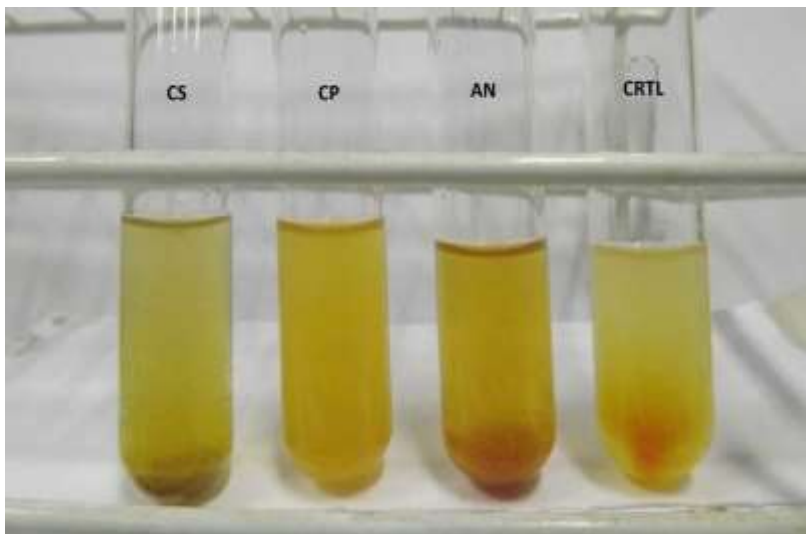


Figura 11.7. Resultado Reactivo Dragendorff. Fuente: ResearchGate

- Reacción de Sonnenschein: es un reactivo para alcaloides que de estar presentes producirán un precipitado naranja o rojo anaranjado.

Preparación: (Para alcaloides) Se prepara de varias formas (Cruz 2014):

I: prepare fosfomolibdato de amonio y lave con agua caliente con ácido nítrico del 70%, para sacar el amoniaco; evapore a sequedad y disuelva en ácido nítrico 2 N.

II: disuelva molibdato de amonio en ácido nítrico y trate con ácido fosfórico. Filtre y lave el precipitado. Agregue agua regia y caliente para descomponer las sales de amonio; evapore a sequedad; el residuo se disuelve en ácido nítrico al 10%.



Figura 11.8. Resultado Reactivo Sonnenschein. Fuente: Slideshare.

11.4. REACCIONES PARTICULARES

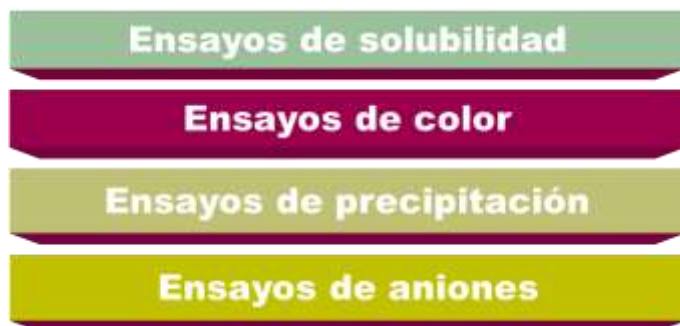


Figura 11.9. Reacciones particulares. Elaborado por el autor.

11.4.1. Ensayos de Solubilidad

La solubilidad de una pequeña cantidad del material en agua, etanol y metanol, puede proporcionar una indicación de la forma en que está presente la droga (Manual de Química y Toxicología de la Fiscalía General del Ecuador).

Ejemplo:

El clorhidrato de cocaína es soluble en agua y en etanol, mientras que la cocaína base, al igual que muchos adulterantes, es soluble en etanol y casi insoluble en agua.

Procedimiento:

Etapa 1: Disolver una muestra (aproximadamente 1 g) del polvo o del material de que se trate en unos 5 ml de agua destilada o desionizada. En el caso de incautaciones pequeñas deberán utilizarse 0,1 g de sustancia y 0,5 ml de agua.

Etapa 2: Disolver una muestra (aproximadamente 1 g) del polvo o del material de que se trate en unos 5 ml de etanol. En el caso de incautaciones pequeñas deberán utilizarse 0,1 g de sustancia y 0,5 ml de etanol. Esto revelará la presencia de cualquier sustancia insoluble en etanol, en el que los carbohidratos son poco solubles.



Figura 11.10. Solubilidad. Fuente: dequimica.com.

11.4.2. Ensayos de Color

De acuerdo al Manual de Química y Toxicología de la Fiscalía General del Ecuador, las reacciones del color se deben a compuestos que tienen una estructura química concreta.

El color obtenido en un determinado ensayo, puede variar en función de:

- Las condiciones en que se realiza.
- La cantidad de sustancia empleada.
- La presencia de material extraño en la muestra.

Los reactivos que vayan a utilizarse en ensayos del color, deberán comprobarse con sustancias conocidas en el momento de su preparación. Debe realizarse un primer ensayo de prueba para evitar falsos resultados positivos.

Hay que subrayar que, en los ensayos del color, los resultados positivos no son más que indicios de la posible presencia de opiáceos en la muestra a ensayar. Los ensayos del color utilizados para determinar la cocaína son especialmente propensos a dar falsos positivos lo que se explicará más adelante en el ensayo para cocaína.

Los ensayos de color conocidos para los diferentes opiáceos son los que se detallan a continuación:

A. Derivados de Opio

Después de la extracción de la muestra: en 3 cápsulas de porcelana evapore a sequedad, aproximadamente 2 ml de extracto orgánico en cada una. Deje enfriar y proceda a realizar las siguientes reacciones de coloración:

- Reacción de Marquis: Al extracto orgánico evaporado en la primera cápsula, agregue 1 a 2 gotas del Reactivo.

Preparación: Mezclar 1 ml de solución de formaldehído con 9 ml de ácido sulfúrico concentrado. Preparar diariamente.

- Reacción de Froehde: Al extracto orgánico evaporado en la segunda cápsula, agregue 2 a 3 gotas del Reactivo.

Preparación: (Glucósidos y alcaloides). Disolver 10 gr de ácido molibdíco o molibdato de sodio en 100 ml de ácido sulfúrico concentrado. Debe prepararse en el momento de usarse.

- Reacción de Cloruro Férrico: Al extracto orgánico evaporado en la tercera cápsula, agregue aproximadamente 2-3 gotas de Reactivo.

Preparación: 1.5 N, solución de: Disuelva 135.3 gr de cloruro de hierro (III) hexahidratado en un poco de agua que contenga 20 ml de ácido clorhídrico concentrado (p.e.1.19), diluir con agua a 1 lt.

Para estos tres reactivos se pueden obtener como resultado los siguientes colores:

Reactivo	Opio	Morfina	Heroína
Marquis	Violeta	Violeta	Violeta
Cloruro Férrico	Rojo parduzco	Verde - Azul	---
Froehde	Pardo oscuro	Rojo - Violeta	---

Figura 11.11. Ensayo de color para derivados de opiáceos. Elaborado por el autor.

B. Anfetaminas

Evapore cuidadosamente 5 ml del extracto clorofórmico, deje enfriar y agregue 2 gotas de Reactivo de Marquis. De igual forma, si se dispone de la sustancia de decomiso, se coloca una pequeña cantidad de la muestra para análisis en la placa de toque, se adicionan 2 gotas de reactivo, se agita la placa y se observa la coloración obtenida

Reactivo de Marquis

Reactivo	Anfetaminas	MDA	MDMA (Éxtasis)
Marquis	Amarillo-naranja- marrón	Negro	Negro
Colores obtenidos para anfetaminas en la placa de toque			

Figura 11.12. Ensayo de color para anfetaminas. Elaborado por el autor.



Figura 11.13. Ensayo de color en placa de toque. Fuente: Wikipedia. Elaborado por el autor.

A continuación, se muestra en la figura el amplio uso del reactivo de Marquis, es decir, que además de anfetaminas y sus derivados, genera coloraciones para otras sustancias:

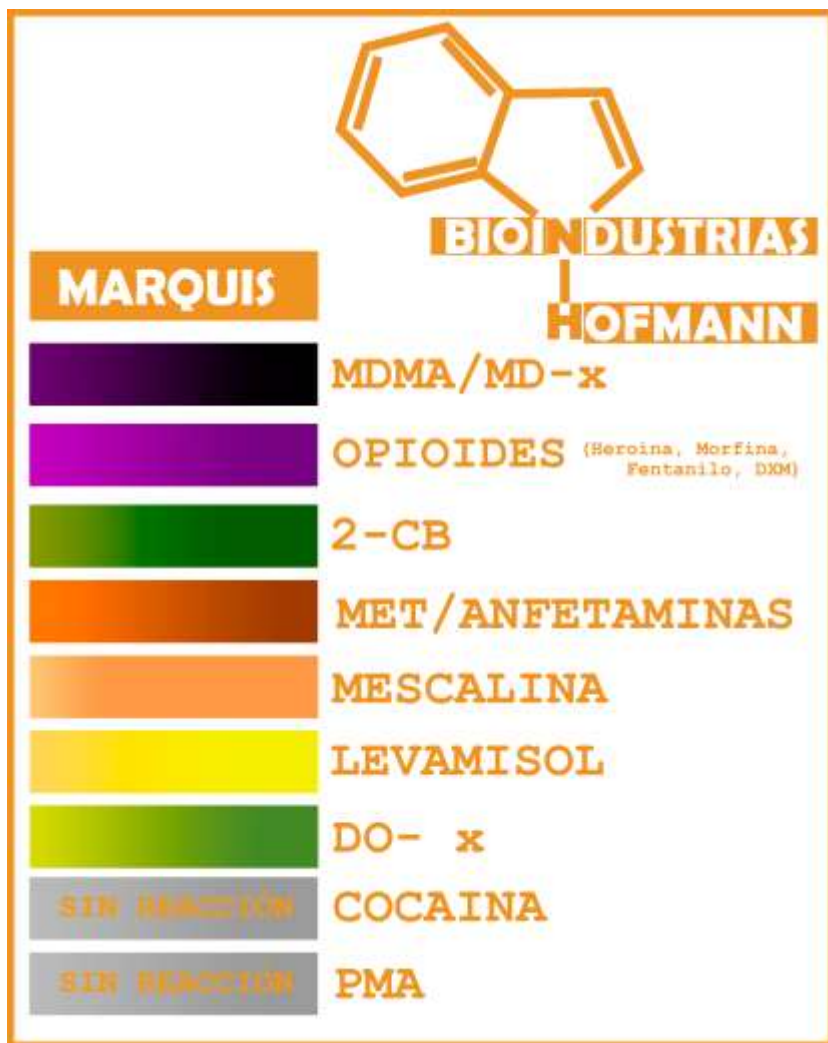


Figura 11.14. Ensayo de color de Reactivo Marquis. Fuente: bioindustriashofmann.com

C. Cocaína

Reactivo de Scott (Tiocianato de Cobalto): La adición de reactivo de tiocianato de cobalto (SCOTT) a clorhidrato de cocaína, resulta en la superficie un azul turquesa brillante.

Preparación: Tiocianato de Cobalto al 2 % disuelto en agua y luego diluido con glicerina U.S.P. 96 % 1:1



Figura 11.15. Reactivo de Scott $\text{Co}(\text{SCN})_2$. Fuente: forensi-tech.com

Limitaciones del reactivo en muestras de decomiso:

- Se debe a que otros compuestos arrojan la misma coloración, al igual que la cocaína.

Entre ellos: lidocaína, procaína, tetracaína, benzocaína, que, como la cocaína, dan un precipitado azul turquesa brillante con este reactivo.

Procedimiento para el Reactivo de Scott:

- Solución No. 1: Tiocianato de Cobalto al 2 %
- Solución No. 2: HCl concentrado.
- Solución No. 3: Cloroformo. CHCl_3

1.- En un tubo de ensayo coloque una pequeña cantidad de la muestra sospechosa de ser cocaína, agregue 5 gotas de la solución de tiocianato de cobalto y agite.

2.- Al mismo tubo añada 1 gota de ácido clorhídrico concentrado y agite.

3.- Luego, adicione 5 gotas de cloroformo y agite

Si hay cocaína presente, la capa inferior de cloroformo se volverá de un intenso color azul, mientras que la capa superior adquirirá una tonalidad rosa, como se observa a continuación:

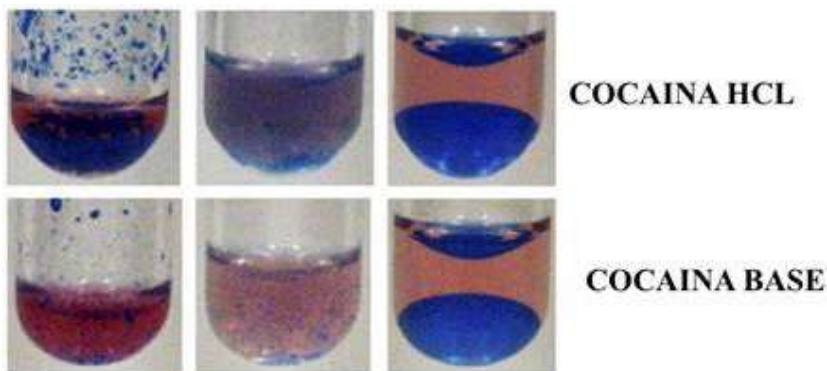


Figura 11.16. Reacción de coloración del Reactivo de Scott para cocaína. Fuente: Químico Forense MX on Twitter.

Tiocianato de Cobalto Modificado (se aplica directo en la muestra)

- Tiocianato de cobalto (II)
- Ácido acético.
- Glicerina.

Procedimiento:

1. Tomar una mínima cantidad de muestra de cocaína y colocar en la placa de toque.
2. Adicionar 2 gotas de reactivo de Tiocianato de Cobalto Modificado.
3. Agitar levemente la placa.
4. Observar color azul turquesa positivo presuntivo de presencia

Positivo

Negativo



Figura 11.17. Reactivo de Scott Modificado. Fuente: el autor.

D. Marihuana

Reactivo Duquenois-Levine: es una prueba química probada que indica la presencia de marihuana.

Preparación: Disolver 5 gotas de acetaldehído y 0,4 g. de vainillina en 20 ml de etanol al 95%.

- Solución 1: Reactivo Duquenois-Levine
- Solución 2: Ácido clorhídrico concentrado.
- Solución 3: Cloroformo.

Procedimiento:

1. Colocar las muestras de análisis en los tubos de ensayo y gradillas correspondientes.
2. Añadir 2 ml del reactivo de Duquenois – Levine.
3. Agitar durante un minuto.
4. Añadir 2 ml de solución 2 (Ácido clorhídrico) y agitar la mezcla.
5. Dejar en reposo durante 10 minutos.
6. Añadir 2 ml de solución 3 (Cloroformo)
7. Si la capa inferior (Clorofórmica) se vuelve de color violeta, esto indica la presencia de un producto de la Marihuana.

Muestra



Positivo



Figura 11.18. Reacción de coloración con el Reactivo Duquenois – Levine. Fuente: el autor.

11.4.3. Ensayos de Precipitación

Reactivo de Tanred: es una prueba para alcaloides.

Preparación:

- Colocar 20 ml de ácido acético en un vaso de precipitación de 50 ml.
- Pesar 1.35 g de cloruro de mercurio en un vaso de precipitación y adicionar lentamente al ácido acético, colocar el agitador magnético y dejar en la plancha de agitación hasta su total disolución.
- Pesar 3.32 g de Yoduro de potasio en un vaso de precipitación y adicionar a la solución anterior y agitar hasta su total disolución.
- Transferir a un balón de 100 ml y aforar con agua destilada.

Procedimiento:

1. Colocar una mínima cantidad de muestra en un tubo de ensayo limpio y seco.
2. Adicionar 1 ml de agua destilada.
3. Agitar lentamente y colocar 1-2 gotas de Reactivo de Tanred.
4. Observar formación de precipitado amarillo lechoso, positivo para presencia de alcaloide (Ejemplo: cocaína).



Antes del Reactivo Después del Reactivo

Figura 11.19. Reacción de precipitación con el Reactivo Tanred. Fuente: el autor.

Es importante mencionar que el Reactivo de Tanred es una prueba general, es decir, el precipitado solo indica la presencia de algún alcaloide, sin especificar cuál.

11.4.4. Ensayos de Aniones

El ensayo de aniones, también llamado de cloruros, permite determinar si la muestra de análisis está bajo la forma de clorhidrato o base y la misma debería coincidir con los resultados de solubilidad; por ejemplo: una muestra que resultó soluble en agua como el clorhidrato de cocaína, debería ser positiva en esta prueba, sin embargo, en el próximo tema se explicarán los ensayos confirmatorios.

Procedimiento:

1. Colocar una mínima cantidad de muestra en un tubo de ensayo limpio y seco.
2. Adicionar 1 ml de agua destilada.
3. Agitar lentamente y colocar 10 gotas de Nitrato de Plata.
4. La formación inmediata de un precipitado blanco lechoso indica prueba preliminar positiva para identificación de cloruros.
5. Agregar 10 gotas del reactivo Ácido Nítrico, si persiste el precipitado indica prueba positiva para cloruros.

Presencia de precipitado
es + para cloruros

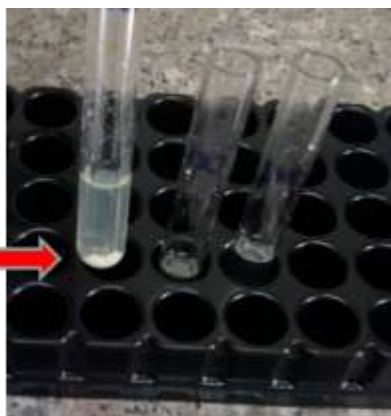


Figura 11.20. Reacción de Aniones. Fuente: el autor.

Capítulo 12

Técnicas de Análisis Instrumental en la Identificación de Sustancias Químicas

Al hablar de técnicas de laboratorio, tanto del área clínica como forense, nos referimos a la aplicación de los conocimientos y métodos, tomados en base a las ciencias naturales Química, Física y Biología, con la finalidad de realizar los estudios y análisis que tengan lugar de acuerdo al objetivo del análisis, en complemento del uso de los equipos Instrumentales técnico científicos que permitan identificar, cualificar, cuantificar y comparar los indicios o evidencias materiales, bien sean orgánicas o inorgánicas, que posiblemente guarden relación tanto con el ingreso de un paciente a emergencia toxicológica y/o con el hecho delictivo.



Figura 12.1. Técnicas de análisis en el laboratorio. Fuente: rhwa-group.com

Para Repetto y Repetto (2009) existen dos tipos de técnicas de análisis en el laboratorio:

1. Técnicas orientativas: que sirven sólo de tamizado (screening):

- Inmunoensayos.
- Cromatografía sobre papel o en capa fina.
- Espectrofotometría ultravioleta-visible.

2. Técnicas confirmativas: que comprueban el anterior resultado.

Las Buenas Prácticas de Laboratorio (BPL), aconsejan efectuar la identificación por dos técnicas diferentes, basadas en fundamentos fisicoquímicos distintos; estas técnicas son:

- Cromatografía de gases (gas-líquido).
- Cromatografía de líquidos (líquido-líquido) de alta presión o resolución.
- Espectrofotometría infrarroja.
- Cromatografía de gases o de líquidos y la espectrometría de masas. (Reconocida como de mayor discriminación y seguridad).

En base a la experiencia de realizar análisis instrumental, es importante destacar que, respetando las normas internacionales, se utilizarán las técnicas consideradas como orientativas y confirmatorias, dependiendo del país, normativas locales y recursos disponibles.

A continuación, de acuerdo a Repetto y Repetto (2009) se muestran las características de las principales técnicas analíticas instrumentales:

Ventajas	Inconvenientes	Ventajas	Inconvenientes
Cromatografía en capa fina: Simplicidad. Economía. Selectividad. Versatilidad.	Poca sensibilidad. Bajo poder de resolución. No cuantitativa.	Cromatografía líquida de alta presión (CLAR HPLC): Sensibilidad. Especificidad. Versatilidad. Aplicable a sustancias termolábiles. Cuantitativa. Diferentes columnas, disolventes y detectores.	Equipos costosos. Mantenimiento caro. Consumo de disolventes.
Cromatografía en capa fina de alta resolución: Mayor sensibilidad. Mayor poder de resolución. Cuantitativa.	Mayor coste. Menor simplicidad.	Espectrometría de masas: Proporciona numerosa información molecular. Sensibilidad. Gran especificidad. Se aplica acoplada a CG, a HPLC o a ICP. Cuantitativa (SIM). Extraordinaria utilidad en toxicología.	Equipo costoso. Mantenimiento caro. Personal altamente especializado. Exige banco de espectros.
Espectrofotometría visible: Colorimetría Simple. Económica.	Inespecífica. Depende de muchos factores (pH, tiempo, temperatura, etc.). Laboriosa.	Espectrometría de fluorescencia: Mayor sensibilidad que UV. Aplicación cuantitativa. Gran utilidad como detector en HPLC.	Pocas sustancias fluorescentes. Generalmente requiere inductores de fluorescencia. Interferencias.
Espectrofotometría UV: Simple. Económica. Cualitativa. Cuantitativa. Utilidad como detector en HPLC.	Sólo sirve para sustancias con determinados grupos funcionales. Inespecífica de metabolitos. No diferencia.	Espectrofotometría Infrarroja: Altamente específica. Aplicable como detector de CG o HPLC (con transformada de Fourier).	Requiere elevada pureza de muestra. No separativa. Poca sensibilidad.
Electroforesis capilar: Separación eficiente. Automatización y miniaturización (microchips). Bajo consumo de reactivos.	Baja sensibilidad. Escasa implementación en toxicología.	Cromatografía en fase gaseosa (CG): Alta sensibilidad. Gran versatilidad (diferentes columnas y detectores). Selectividad. Cuantitativa.	Equipos relativamente económicos. Sólo para sustancias vaporizables y termostables.
Resonancia magnética nuclear: Determinación de estructuras. Investigación de metabolitos.	Igual que las anteriores. Poco útil en Toxicología analítica.		
Espectrofotometría de absorción atómica (EAA) Muy sensible. Cuantitativa. Versátil.	Requiere una lámpara por cada elemento. Interferencias.		
Espectrofotometría de plasma: Muy rápida (secuencial o multicanal). Puede combinarse con espectrometría de masas.	Equipo y mantenimiento costosos. Programas diferentes según matrices. Interferencias.		

Figura 12.2. Características de técnicas de análisis en el laboratorio. Fuente: Repetto y Repetto (2009).

A. Inmunoensayo

Tal como se detalló ampliamente, en el capítulo 4 de esta obra, esta técnica que para Repetto y Repetto (2009) es orientativa, es aplicada como única en algunos casos para presentar resultados, usando dos dispositivos para la misma muestra, a fin de garantizar que el resultado se repita, bien sea positivo o negativo; además, haciendo énfasis en la recomendación de confirmar con otra técnica, siempre que se cuente con el procedimiento, equipos, reactivos e insumos para tal fin.

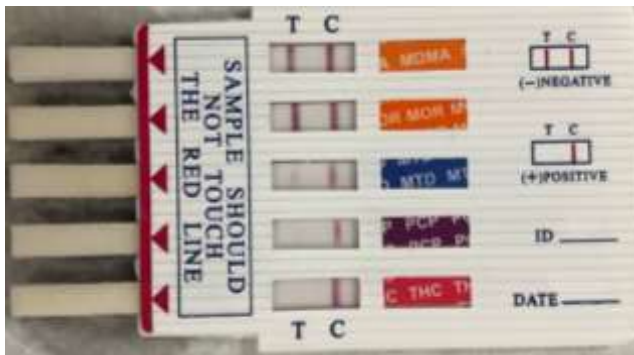


Figura 12.3. Dispositivo para prueba de inmunoensayo. Fuente: el autor (2023).

B. Cromatografía en Capa Delgada o Capa Fina

De acuerdo al vademécum del Servicio Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses del Ecuador, esta técnica, se aplica en:

- Muestras biológicas: Sangre, suero, contenido gástrico, vómito y vísceras.
- Muestras no biológicas: Alimentos, bebidas, medicamentos, tintas, entre otros.

Puede considerarse, según el Vademécum del Servicio Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, como la separación de las sustancias en una superficie revestida con una fase estacionaria, donde la fase móvil, se mueve a través de la superficie plana de un borde a otro y se produce la separación de las sustancias, según su afinidad a la fase estacionaria y a la fase móvil.

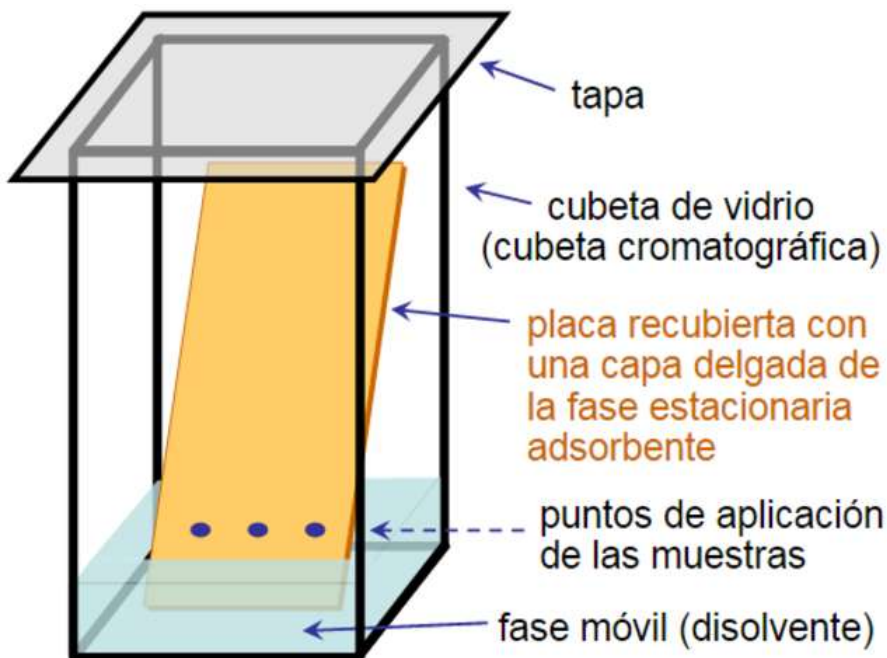


Figura 12.4. Cromatografía en capa fina. Fuente: Timetoast.

Para Fiorenza, G; González, D; Pérez, A; Ridolfi, A y Strobl A. (2007), la Cromatografía de Capa Fina es un método ampliamente utilizado, sencillo y requiere de una infraestructura mínima.

Puede ser un poderoso método separativo y permite al mismo tiempo un análisis cualitativo.

Se usan soportes de:

- Vidrio (cromatoplasas).
- Aluminio o plástico (cromatofolios). "Soportes inactivos"

Sobre ellos, se extiende una capa pareja de adsorbente que puede ser de:

- Celulosa, alúmina, sílica gel.
- De espesor variable según la placa sea utilizada para:
 - ✓ Investigación analítica (A)
 - ✓ Método separativo o preparativa (P).

La mezcla de solventes o disolventes, que conformará la Fase móvil (FM), deberá ser tal, que los componentes de la muestra no corran con el frente del solvente, ni queden retenidos en el lugar de siembra. Entre los más usados:

P	ETER DE PETRÓLEO
O	CICLOHEXANO
L	TETRACLORURO DE CARBONO
A	BENCENO
R	CLORURO DE METILENO
I	CLOROFORMO
D	ETER ETÍLICO
A	ACETATO DE ETILO
D	ACETONA
	PIRIDINA
	ETANOL
	METANOL
	AGUA

Figura 12.5. Polaridad creciente de los solventes más comunes utilizados. Fuente: Fiorenza et. al (2007).

Saturación de la Cuba en Cromatografía de Capa Fina:

- La cuba cromatográfica, deberá estar saturada con el o los solventes de desarrollo antes de introducir la placa.
- De no ser así, el solvente en vez de ascender por capilaridad continuamente, tenderá a evaporarse de la capa de adsorbente.
- Eso implicaría un ascenso no homogéneo del frente de solvente.
- Cuando se utiliza una mezcla de solventes, el problema se agrava, ya que las volatilidades relativas de los solventes pueden ser distintas (el más volátil se evaporará más).

Sistemas de fase móvil más usados:

SISTEMAS	FASE MÓVIL
CA	Metanol: amoníaco (100:1,5).
CB	Ciclohexano:tolueno:dietilamina (75:15:10)
CC	Cloroformo:metanol (90:10)
CD	Cloroformo:acetona (80:20)
CE	Acetato de etilo:metanol:amoníaco (85:10:5)
CF	Acetato de etilo
CG	Ácido acético glacial;benceno:éter etílico: metanol (18:120:60:1)
CW	Ciclohexano:acetona:cloroformo (70:25:5)
CX	n-hexano:acetona (80:20)
CY	Tolueno:acetona (95:5)
CZ	Cloroformo:acetona (90:10)
CAA	Cloroformo
CAB	Diclorometano
CAC	Acetato de etilo:isooctano (85:15)
CAD	Cloroformo:metanol (90:10)
CAE	Metanol

Figura 12.6. Sistemas de fase móvil más utilizados. Fuente: Fiorenza et. al (2007).

Entre algunos de los sistemas de solventes usados con frecuencia tenemos (500 ml):

- Cocaína / Heroína: Acetato de Etilo 425 ml : Metanol 50 ml : Amoníaco 25 ml.
- Cocaína / Heroína: Ciclohexano 375 ml : Tolueno 75 ml : Dietilamina 50 ml
- Marihuana: Eter de Petróleo 400 ml : Éter Etílico 100 ml.

Procedimiento para realizar Cromatografía en Capa Delgada o Capa Fina:

Siembra:

- Se disuelve (o suspende) la muestra en un solvente adecuado preferentemente volátil.
- La siembra se efectúa con un capilar cargado con la disolución o suspensión, a 1,5–2,0 cm del borde inferior y de los bordes laterales de la placa.
- Se hace un toque, se evapora el solvente, se hace otro toque en el mismo lugar, así sucesivamente hasta lograr la concentración deseada.

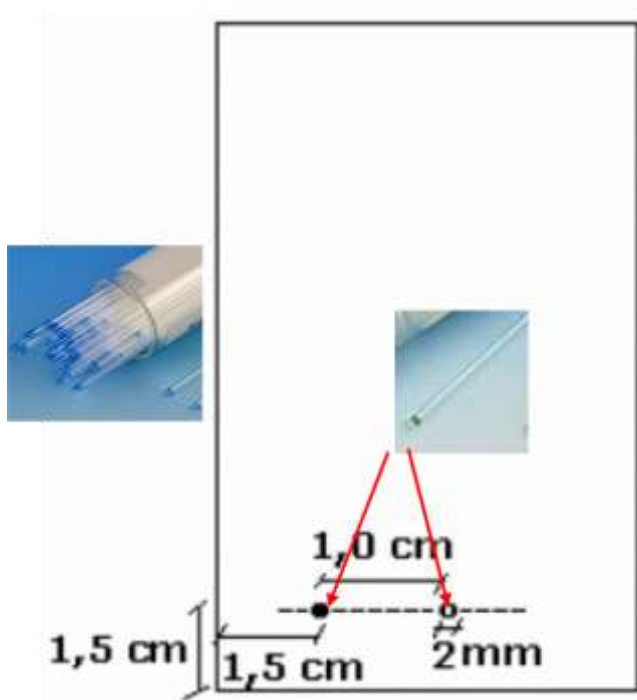


Figura 12.7. Procedimiento: Siembra. Fuente: Fiorenza et. al (2007). Adaptado por el autor.

- Se debe cuidar que las siembras no superen los 2 ó 3 mm de diámetro.
- Las siembras de las distintas muestras y testigos deben estar separadas una de otras 1,0 cm por lo menos.

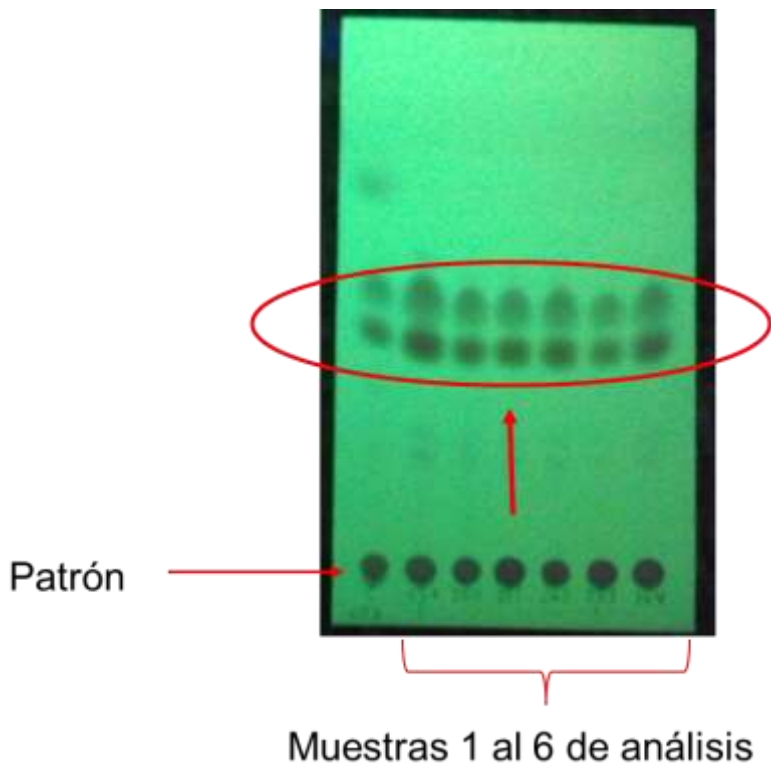
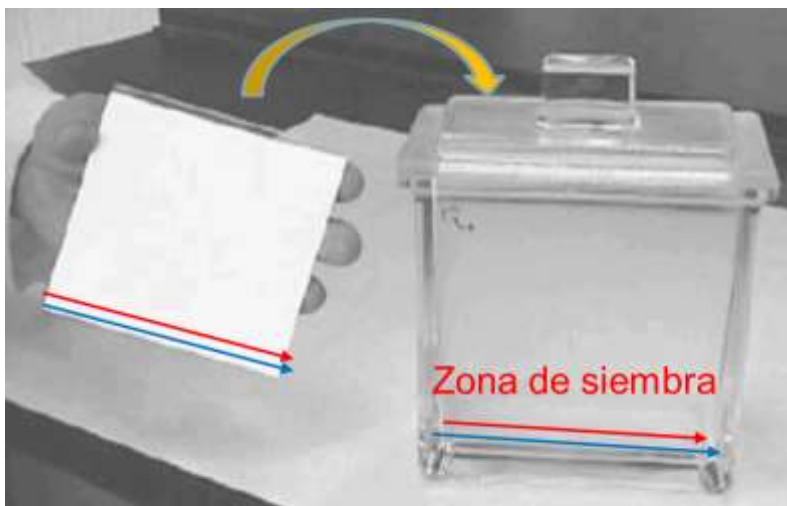


Figura 12.8. Procedimiento: Toque de Siembra. Fuente: El autor.

Desarrollo:

- La placa sembrada se introduce en la cuba, previamente saturada con el solvente (al menos 15 min. de saturación) de modo que el solvente toque la placa, pero no la zona de siembra, tal como se muestra en la siguiente figura:



Zona de toque de la placa con el solvente

Figura 12.9. Altura de zona de siembra / zona de toque de la placa con el solvente. Fuente: Fiorenza et. al (2007). Adaptado por el autor.

- La cuba se tapa y se deja que el solvente ascienda por capilaridad, hasta 2 cm como máximo antes del borde superior. En este momento, se retira la placa y se deja secar.

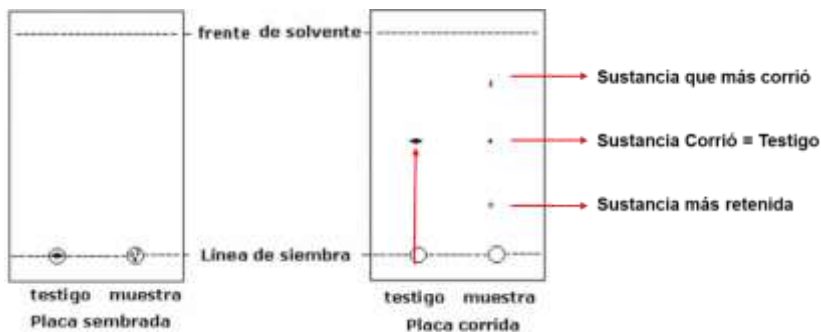


Figura 12.10. Corrida de las muestras y patrón. Fuente: Fiorenza et. al (2007). Adaptado por el autor.

Revelado:

- Una vez desarrollada la placa, la simple observación a la luz ultravioleta (254 nm y 366 nm) de la cromatoplaca puede revelar la presencia de compuestos fluorescentes.
- Si las sustancias presentes en la muestra son coloreadas (raramente), las manchas serán visibles. De lo contrario hay que revelarlas.



Figura 12.11. Cámara UV. Fuente: YouTube André García.

Cromatografía en capa fina en muestras de decomiso de marihuana

Tomado del Vademécum, Procedimientos, análisis, técnicas de la investigación técnico-científica especializada en medicina legal y ciencias forenses. Servicio Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses del Ecuador:

- a. Tomar las cantidades adecuadas de muestras recomendadas por Naciones Unidas (1987) para la extracción: aproximadamente 1 g. de cannabis herbácea, 0,5 g. de resina y 0,1 g. de cannabis líquida.
- b. Extraer los cannabinoides, con un sistema de solvente conformado por Cloroformo – Metanol (1:1) o Acetona – Metanol (1:1), durante 30 minutos a la temperatura ambiente agitándolo.

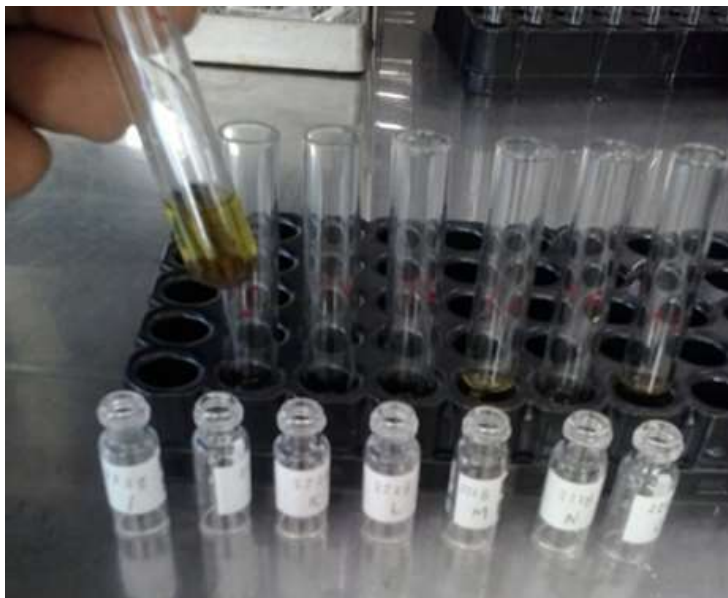


Figura 12.12. Extracción de cannabinoides a muestras de fragmentos vegetales secos de marihuana para realizar cromatografía de capa fina y cromatografía de gases. Fuente: El autor.

- c. Sembrar en la placa previamente identificada.
- d. Preparar un sistema de solvente con Éter de Petróleo - Éter etílico en una proporción de 4:1.
- e. Saturar el sistema durante 20 minutos e ingrese la placa cromatografía de sílica gel con las muestras ya sembradas.
- f. Esperar a que el sistema de solvente suba por acción de la capilaridad hasta un frente de solvente de 0,5 cm.
- g. Dejar la placa expuesta a rayos ultravioletas para su revelado.

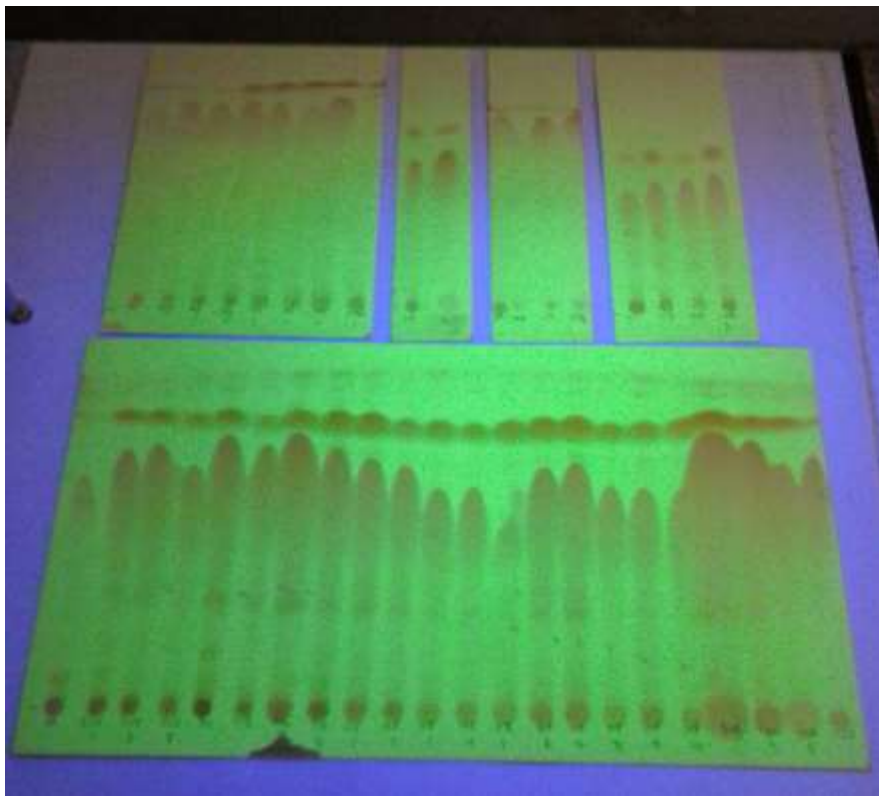


Figura 12.13. Revelado en luz Ultravioleta de muestras de marihuana sembradas por técnica de cromatografía de capa fina. Fuente: El autor.

C. Espectrofotometría ultravioleta-visible.

La espectroscopia UV-Visible se utiliza para identificar algunos grupos funcionales, es decir, podría aplicarse como técnica confirmatoria combinada con otra técnica como cromatografía de gases. Esta técnica opera en el siguiente rango:

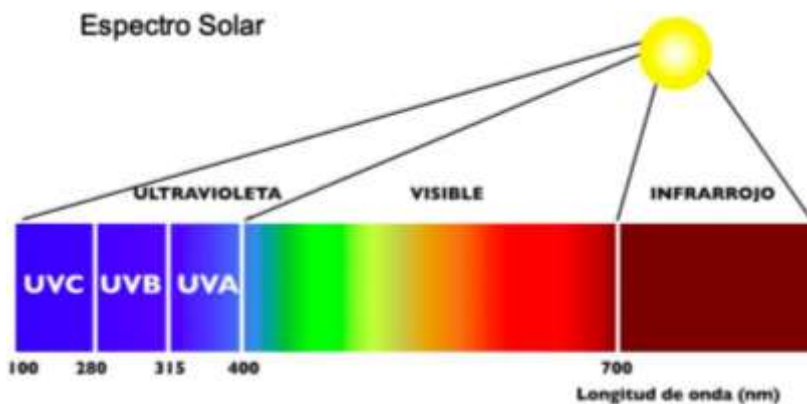


Figura 12.14. Espectro solar. Fuente: tfcinnova.es

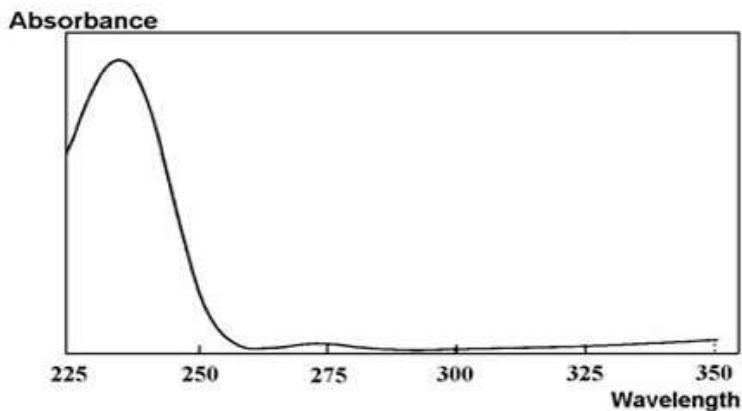


Figura 12.15. Espectro de absorción de la cocaína por UV. Ácido acuoso 233 nm - 275 nm. Fuente: Naciones Unidas. Imagen de ugr.es.

D. Cromatografía de Gases (CG)

Es una técnica cromatográfica, en la que la muestra se volatiliza una vez que se inyecta a través de una columna cromatográfica en el equipo.

La cromatografía de gases acoplada a masas (GC-MS), es una de las técnicas confirmatorias más utilizadas a nivel mundial, para la identificación de sustancias químicas y muestras de drogas con fines forenses.



Figura 12.16. Cromatógrafo de Gases marca “Agilent”, modelo 7890A (Acoplado-masa).
Fuente: El autor.



Figura 12.17. Cromatógrafo de Gases SRI modelo 8610C. Fuente: El autor.

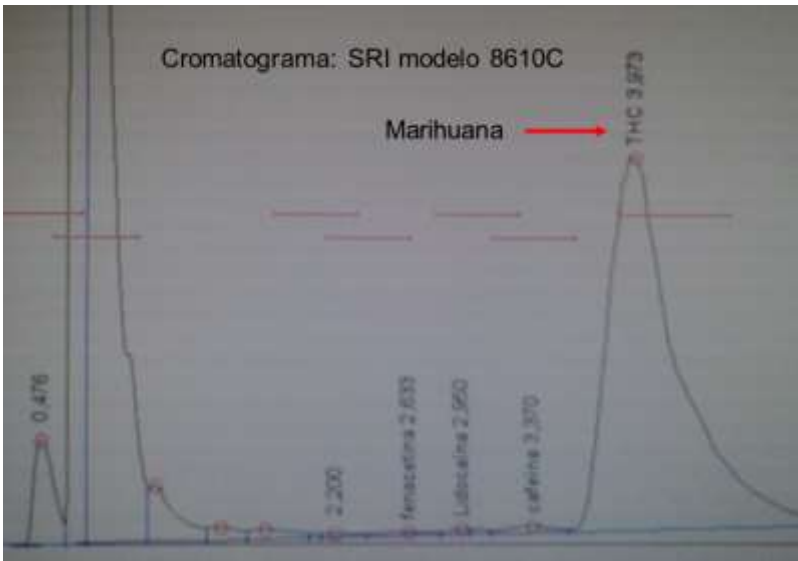


Figura 12.18. Cromatograma de Marihuana en el SRI. Fuente: El autor.



Figura 12.19. Cromatógrafo de Gases Marca Thermo modelo Focus. Fuente: El autor.

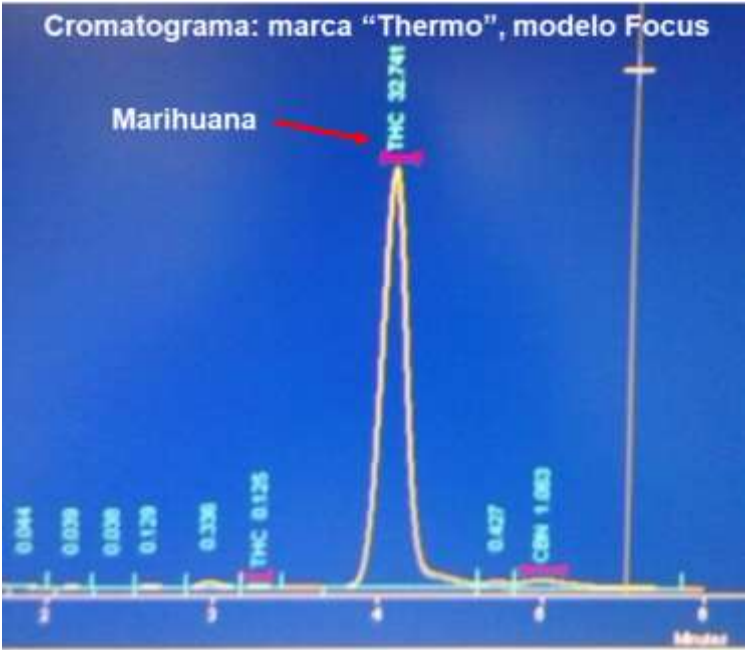


Figura 12.20. Cromatograma de Marihuana en el Focus. Fuente: El autor.

E. Cromatografía líquida (HPLC)

Es una técnica cuya fase móvil es líquida, utilizada para separar los componentes de una mezcla, basándose en diferentes tipos de interacciones químicas, entre las sustancias analizadas y la columna cromatográfica.



Figura 12.21. Cromatógrafo líquido preço H&B Supply. Fuente: El hbsupply.com.br

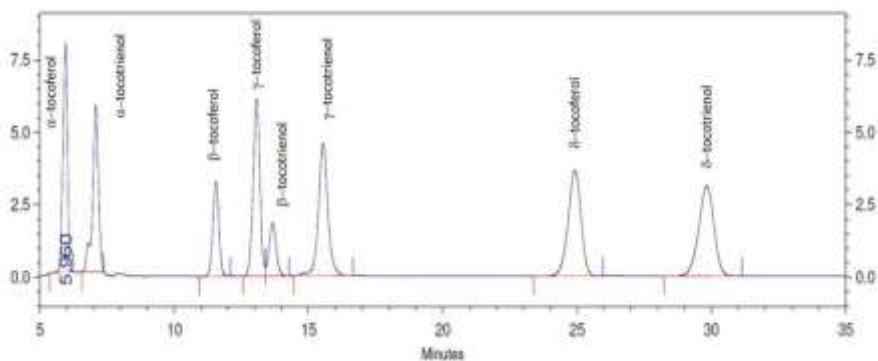


Figura 12.22. Cromatograma de estándares de Vitamina E. Fuente: ResearchGate.

F. Infrarrojo

Es la rama de la espectroscopia que estudia la zona infrarroja del espectro electromagnético. Es útil en la identificación de sustancias químicas.

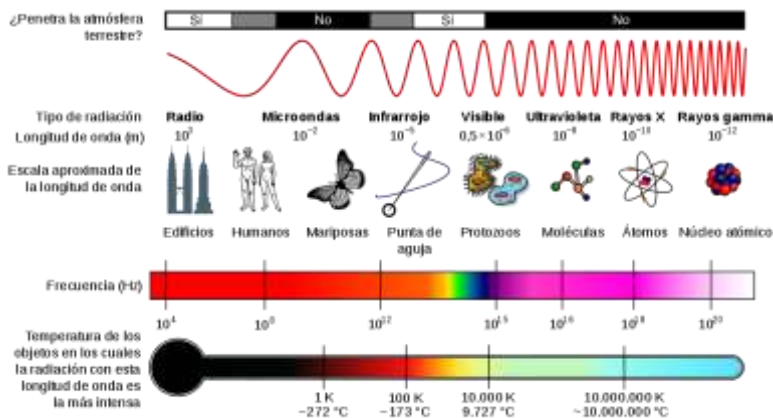


Figura 12.23. Espectro electromagnético. Fuente: Wikipedia.

Expresa Ezcurra (2012) que Humecki (1985) introdujo el empleo de la espectroscopia infrarroja con transformada de Fourier (Fourier transform infrared spectroscopy, FTIR) para el estudio del comportamiento de las tintas de bolígrafo con el tiempo.

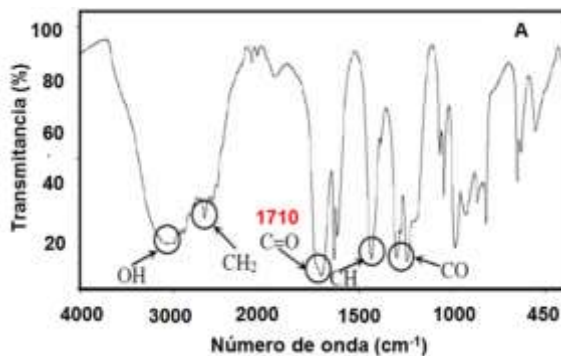


Figura 12.24. Espectro infrarrojo. Fuente: Ezcurra (2012).

G. Microscopio Electrónico de Barrido

Medina, F. (2018) en relación a la Importancia de la Balística y la Química Forense, sostiene que la Microscopía electrónica de barrido con microsonda de dispersión energética de rayos X (MEB-EDX), es una técnica que permite medir a escalas macrométricas y determinar de manera cualitativa y cuantitativa, la composición química de los materiales sólidos que llegan al laboratorio.



Figura 12.25. Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) JEOL-6610LV. Fuente: Instituto Transdisciplinar de Investigación y Servicios – ITRANS. Universidad de Guadalajara.

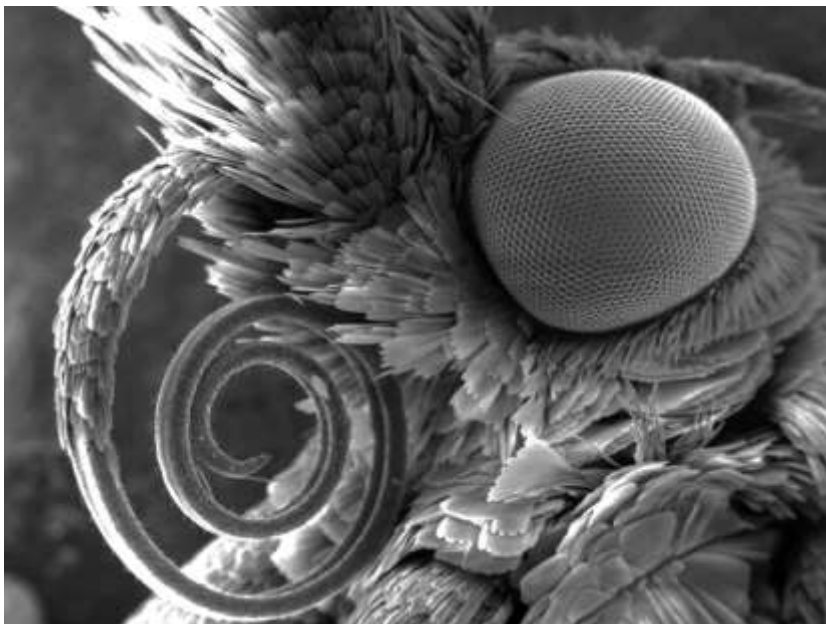


Figura 12.26. Vista al Microscopio Electrónico de Barrido de la Mariposa Morfo Azul (*Morpho menelaus*). Fuente: blogspot.com



Figura 12.27. Vista en su entorno natural de la Mariposa Morfo Azul (*Morpho menelaus*). Fuente: blogspot.com

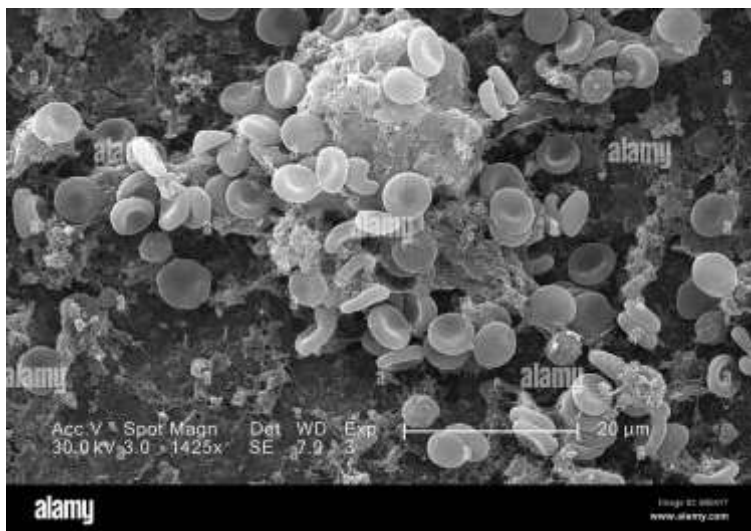


Figura 12.28. Imagen por microscopio electrónico de barrido de un coagulo de sangre que muestra glóbulos rojos y el coagulo de fibrina. Fuente: alamy.es

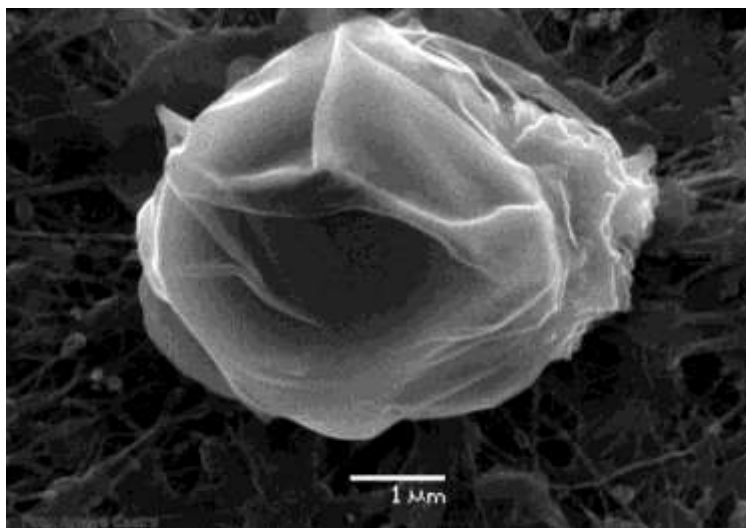


Figura 12.29. Imagen del microscopio electrónico de barrido de una partícula de aerosol compuesta principalmente por sodio y cloro. Fuente: DiCYT.
<https://www.dicyt.com/viewItem.php?itemId=22684>

Algunas aplicaciones comunes de SEM según Editores MN (2022) incluyen:

- **Microscopía:** Los SEM se pueden usar para estudiar las características de la superficie de muestras pequeñas con aumentos muy altos, generalmente en el rango de 100x a 1,000,000x. Esto los hace útiles para estudiar la estructura y composición de los materiales a micro o nanoescala.
- **Análisis de superficie:** Los SEM se pueden usar para identificar la composición elemental de una muestra midiendo la energía de los electrones que se emiten desde la muestra a medida que son bombardeados por el haz de electrones. Esta técnica, llamada espectroscopia de rayos X de dispersión de energía (EDS), permite a los investigadores determinar la composición química de una muestra con un alto nivel de precisión.
- **Ciencia de los Materiales:** En la ciencia de los materiales, los SEM se utilizan para el estudio, la garantía de calidad y el diagnóstico de problemas.
- **Investigaciones Forenses:** Los SEM se utilizan con frecuencia en investigaciones criminales y forenses para ayudar a descubrir pruebas y generar información forense. Las aplicaciones incluyen: análisis de residuos de disparos, inspección de joyas, comparación de marcas de bala, análisis de escritura a mano, análisis de impresión, inspección de moneda. investigación de accidentes de tráfico mediante el estudio de partículas de pintura, fibras y bombillas.

Es posible sacar conclusiones, rastrear los orígenes de los materiales y agregar a un cuerpo de evidencia en ciencias forenses gracias a los SEM debido a su capacidad para investigar una amplia variedad de materiales.

- Ciencias Biológicas: Los SEM tienen una amplia gama de aplicaciones en las ciencias biológicas, desde el estudio de bacterias y virus hasta el examen de insectos y tejidos animales. Las aplicaciones incluyen: cuantificar cómo las especies se ven afectadas por el cambio climático, descubrimiento de cepas bacterianas novedosas y peligrosas, análisis de vacunas, búsqueda de nuevas especies a través de la investigación genética.
- Ciencia médica: Los SEM tienen numerosas aplicaciones en medicina, incluido el examen de muestras de sangre y tejido para determinar el origen de la enfermedad y la evaluación de la eficacia de la terapia (mientras contribuye al diseño de nuevos tratamientos). Ejemplos de uso: detección de patógenos y enfermedades, ensayos de vacunas y medicamentos, análisis de muestras a lo largo de la vida de un paciente, frente a la comparación de muestras de tejido entre individuos en un grupo de control y de prueba.

Ventajas del microscopio electrónico de barrido:

- Proporciona una imagen 3D y topográfica del espécimen con gran detalle.
- Requiere menos tiempo.
- Requiere una mínima acción de preparación de la muestra.
- Los SEM modernos producen datos digitales portátiles.
- SEM es fácil de operar con la capacitación adecuada.

En conclusión, un microscopio electrónico de barrido (SEM), para Editores MN (2022), es un tipo de microscopio electrónico que genera imágenes escaneando la superficie de una muestra con un haz concentrado de electrones, mismos que interactúan con los átomos de la muestra, generando señales que transmiten información sobre la topografía y la composición de la superficie de la muestra.

H. Espectrofotometría de absorción atómica (EAA):

La espectroscopia de absorción atómica, según Wikipedia, fue utilizada por primera vez como una técnica analítica, y los principios subyacentes fueron establecidos en la segunda mitad del siglo xix por Robert Wilhelm Bunsen y Gustav Robert Kirchhoff, ambos profesores de la Universidad de Heidelberg, Alemania.

Según Medina (2018), esta técnica permite dar cuenta de la concentración de metales, que se encuentra presente en una muestra. Está basada en la absorción electromagnética de la radiación de las partículas.



Figura 12.30. Equipo de Absorción Atómica (AA) asociado a un Generador de Hidruros. Fuente: Wikipedia.

I. Espectrofotometría de emisión atómica (EEA):

Es un método de análisis químico que utiliza la intensidad de la luz emitida por una llama, un plasma, un arco o chispa eléctricos en una longitud de onda particular para determinar la cantidad de un elemento en una muestra (Wikipedia).

Esta técnica, en opinión de Medina (2018), permite dar cuenta de la concentración de metales, que se encuentra presente en una muestra. Está basada en los principios de la emisión de energía de los átomos e iones que la conforman.



Figura 12.31. Espectrómetro de emisión atómica de plasma acoplado inductivamente. Fuente: Wikipedia.

J. Espectrometría de masas acopladas inductivamente a plasma (ICP-MS):

ICP-MS es una técnica de análisis inorgánico elemental e isotópico, que, según Wikipedia, es capaz de determinar y cuantificar la mayoría de los elementos de la tabla periódica en un rango dinámico lineal de 6 órdenes de magnitud (ng/L – mg/L) además de poder llevar a cabo la determinación de los elementos en un análisis multielemental que provee la composición de la muestra analizada.

Es una técnica de alta precisión, utilizada de acuerdo a la opinión de Medina (2018), para detectar la presencia de metales y su concentración en una muestra, de forma simultánea y en un tiempo corto.



Figura 12.32. Instrumento de laboratorio ICP-MS. Fuente: Wikipedia.

Capítulo 13

Análisis Químico – Toxicológico Informe Pericial

El análisis toxicológico para Repetto y Repetto (2009), es el conjunto de procesos analíticos encaminados a poner de manifiesto la presencia de una sustancia de las consideradas tóxicas en una muestra.

En concordancia con los autores, el análisis químico-toxicológico, es la aplicación de las técnicas y procedimientos, con apoyo del instrumental científico, para identificar y/o cuantificar una sustancia que se presume potencialmente tóxica en una determinada muestra y con el resultado de laboratorio, apoyar al equipo de salud en proporcionar un diagnóstico oportuno y de calidad en beneficio del paciente, así como prevenir sobre el riesgo que sustancias nocivas, podrían estar presentes en el entorno, lo que permitiría alertar a los organismos de protección ambiental y así puedan ejercer las acciones correspondientes.



Figura 13.1. Inmunoensayo Marca RightSing. Test de screening aplicado a muestra de orina humana con resultado positivo para THC (Marihuana). Práctica de Laboratorio de Toxicología. Carrera de Laboratorio Clínico. Universidad Central del Ecuador. Fuente: El autor.

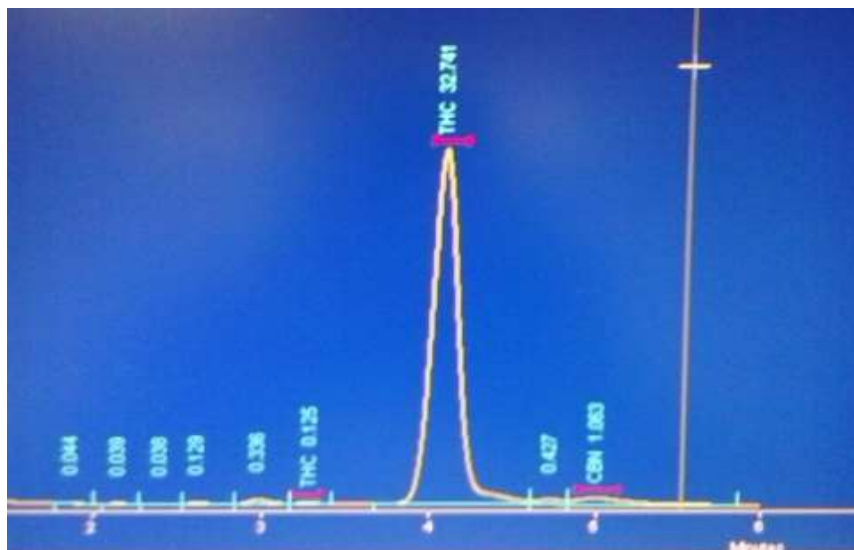


Figura 13.2. Identificación por Cromatografía de Gases de THC (Marihuana) en una muestra de decomiso de fragmentos vegetales. Ensayo confirmatorio. Fuente: El autor.

Al toxicólogo, independientemente de su grado profesional, se le presentan innumerables situaciones y las muestras que eventualmente recibe para análisis son muy variadas.

Del Área fundamental Toxicología analítica, expresan Repetto y Repetto (2009), que se derivan varias ramas aplicadas y entre ellas se mencionan:

- Toxicología analítica clínica.
- Toxicología analítica forense.
- Toxicología analítica laboral.
- Toxicología analítica alimentaria.
- Toxicología analítica ambiental.

Cada una de ellas, tiene características particulares, desde el tipo de muestra y su respectiva forma de procesar, hasta la interpretación de los resultados y redacción del informe, que se adecuará de acuerdo al solicitante, bien sea un Juez, un Fiscal del Ministerio Público, un Médico u otro profesional, entendiendo que el analista toxicólogo podrá dar respuesta al análisis, siempre que cuente con los medios para responder a las situaciones que se presenten en las ramas mencionadas en el párrafo anterior.

Asimismo, Repetto y Repetto, opinan que, aunque en el momento actual aumentan los casos de toxicología ambiental y ecotoxicología, la mayor demanda a los laboratorios de toxicología analítica sigue siendo a causa de intereses clínicos o forenses.

A continuación, se detallan los Niveles de Complejidad en los Laboratorios de Toxicología:

Nivel	Ubicación	Tipos de análisis	Muestras	Utillaje ⁶
I. Básico	Centro sanitario Inst. Prov. Med. Legal	Cualitativos más frecuentes	Orina	Inmunoensayos ¹
		Cuantitativos frecuentes	Sangre Drogas	Cromatografía de capa fina ^{4,5} Cromatógrafo de gases.
II. Intermedio	Depos. Universitarios Insts. Reg. Med. Legal	Determinados tóxicos ² concretos (plaguicidas, contaminantes, drogas, etc.)	Ambientales Alimentos Productos	Inmunoensayos. Espectrofotómetro AA. Cromatógrafos de gases. Cromatógrafos de líquidos.
			Sangre, orina	
III. Superior (de Referencia)	Centros de Toxicología	Todos los posibles ³	Cualesquiera	Cromatógrafos de gases. Cromatógrafos de líquidos unidos a espectrómetros de masas. Espectrómetro de Plasma
		Evaluación toxicológica ³	Cualesquiera	Bioensayos. Instalaciones específicas. Instalaciones específicas.

Tomado de Repetto, 2006

Observaciones:

1. De los tóxicos con mayor incidencia local
2. Tóxicos en los que el laboratorio esté especializado
3. De productos industriales o farmacéuticos, biotoxinas, residuos, vertidos, etc.
4. Están prescritos los kits y las reacciones coloreadas por su escasa fiabilidad
5. Solamente para cribados de orientación, admitidos en laboratorios clínicos pero no en los forenses; no se deben emitir informes definitivos con estas técnicas sin confirmación por técnicas instrumentales
6. Debe disponerse de patrones certificados y de sustancias de referencia

Figura 13.3. Niveles de complejidad de laboratorios. Fuente: Repetto y Repetto (2009)

- a. Laboratorio de nivel primario: instalado en los centros sanitarios, anexo al laboratorio de análisis clínico. Su equipamiento y personal es el mínimo, imprescindible para desarrollar técnicas de inmunoensayo, colorimétricas y cromatográficas y poder detectar de forma cualitativa las sustancias (medicamentos, plaguicidas, etc.) que con mayor frecuencia produzcan intoxicaciones en la localidad o zona.
- b. Laboratorios de nivel intermedio: como la generalidad de los existentes en cátedras universitarias, centros de medicina del trabajo, etc., que disponen de algún instrumental como espectrofotometría U.V. o de absorción atómica, cromatógrafos, etc., y están capacitados para la determinación incluso cuantitativa de tóxicos concretos, como metales, plaguicidas, etc., con una cierta especialización.
- c. Laboratorios de nivel superior: correspondiente a un verdadero centro de toxicología, con la mejor instrumentación científica, incluida la espectrometría de masas, y capacitados para realizar sistemáticas analíticas toxicológicas generales y actuar como centros de referencia de los anteriores.

Dentro de las muestras, que, con frecuencia tanto en el área clínica como forense, son objeto de interés químico-toxicológico, tenemos:

	Sangre	Orina	Cont. estom.	Cerebro	Higado	Riñón	Bilis	Huesos, uñas, pelos	Muestra de sust. sospechosa
Drogas de adicción	X	X		X	X	X	X	X	X
Alcohol etílico	X								
Disolv. orgánicos	X	X	X	X					X
Medicamentos	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Plaguicidas	X	X	X	X	X	X	X		X
Metales	X	X	X	X	X	X		X	X
CO y gases	X								
Setas		X	X						X

Figura 13.4. Muestras de mayor interés en la investigación. Fuente: Repetto y Repetto (2009)

En concordancia con Repetto y Repetto, la sustancia problema puede provenir de:

- Un líquido orgánico (sangre, orina, saliva) o porciones de tejidos (hígado, riñón, cerebro, uñas, pelos) en los que se debe buscar la presencia de un xenobiótico con el objeto de informar al Tribunal o Fiscalía (toxicología judicial) o para establecer el diagnóstico y controlar la terapia (toxicología clínica).
- Un comprimido medicamentoso o cualquier otra forma farmacéutica sólida detallada en el Capítulo 2 de esta obra, restos vegetales, residuos en una taza, vaso, plato o botella. En ciertas ocasiones, el objeto de análisis toxicológico es un alimento, una bebida, el envase de una conserva, o unos cigarrillos (toxicología social o económica).
- El aire urbano o de un recinto industrial o de la sangre u orina de los trabajadores (toxicología ambiental o laboral), o de los diferentes compartimientos de un ecosistema (aire, aguas, sedimentos, plantas, gusanos, aves, huevos, mamíferos, etc.).

Cabe destacar que es fundamental, contar con patrones certificados o estándares de comparación, a fin de utilizarlos como referencia en los análisis de las muestras objeto de análisis y para garantizar la calidad del resultado de laboratorio; asimismo, es importante al manipular las muestras, llevar de manera obligatoria el registro por escrito de las mismas mediante la cadena de custodia.

13.1. CADENA DE CUSTODIA

Para Repetto y Repetto, es el conjunto de normas de actuación que garantizan la identidad de una muestra o prueba y, consecuentemente, de los resultados analíticos.

La cadena de custodia, es un formato o documento legal, que registra el recorrido de la muestra, desde su colección hasta su destrucción por orden del Tribunal competente sobre el caso.

 **POLICÍA NACIONAL DEL ECUADOR**
DIRECCIÓN NACIONAL ANTINARCÓTICOS
UNIDAD ANTINARCÓTICOS SUCESOS DEL AZUAY

 Ministerio del Interior

CÓDIGO: [Redacted] **FORMULARIO ÚNICO DE CADENA DE CUSTODIA**

Edición N° 01 Pág. 1

INFORMACIÓN GENERAL

Institución, (o persona): SERVICIO PREVENTIVO-GUM **Caso N°:** [Redacted] NA-EASZA-2019

Servidor que interviene: [Redacted]

Lugar del Hecho

Zona/Subzona: ZONA 8 / SUBZONA AZUAY Sur 1 **Distrito:** CUENCA NORTE

Circuito: EL SACRAMENTO **Subcircuito:** EL SACRAMENTO 1

Dirección: FASEO 3 DE NOVIEMBRE Y ESCALINATAS **PROCESADO/A:** [Redacted]

Fecha: 11/07/2019 **Hora:** 01H30

Tipo de hecho: TENENCIA DE SUSTANCIAS CATALOGADAS SUSTANCIAS PSICOTRÓPICAS **Autoridad:** [Redacted]
Canton Cuenca

DATOS DEL INDICIO / EVIDENCIA / BIEN INCAUTADO

Tipo Indicio () Evidencia (x) Bien ()	Número:	Etiquetas adheridas:	
Marca:	Modelo:	Serie:	
Color:	Tamaño:	Volumen:	Peso:
Estado: Bueno () Regular (x) Malo ()	Orgánico () Inorgánico ()	Perishable: Si () No ()	

DRUGA INCAUTADA

INDICIO Nro. 1.

- Una funda plástica color negro conteniendo una caja de metal de forma cuadrada con el logotipo CONCAVE-CONVEE DESIGN, conteniendo una sustancia vegetal color verde tipo hierba.

Sellado por: [Redacted] **N° cinta de seguridad:** [Redacted]

	INSTITUCIÓN	CARGO/ NOMBRES Y APELLIDOS	C.C./C.I./P.A.	FECHAS	SEÑAL DE AUTENTICACIÓN
ENTREGA	Servicio Preventivo-GUM	Chas. [Redacted]	1103120194	Custodia () Peritaje () Trasporte ()	[Redacted]
RECIBE	EASZA	Sign. [Redacted]	1700250407		

ENTREGA: FECHA Y HORA: 11/07/2019 **H2628** **OFICIO:** [Redacted]

OBSERVACIONES:

Figura 13.5. Modelo de Cadena de Custodia Anonimizada Pág. 1. Fuente: El autor.



POLICÍA NACIONAL DEL ECUADOR
DIRECCIÓN NACIONAL ANTINARCÓTICOS
UNIDAD ANTINARCÓTICOS SUBREGIONAL DEL AZUAY

Subscripción
del testador

INSTITUCIÓN	GRADO/NOMBRE Y APELLIDOS	C.C./C.I./P.A.	MÉTODO	FIRMA DE RESPONSABILIDAD
ENTREGA: <u>UAFS</u>			Custodia ()	
RECIBE: <u>UAFS</u>			Perifoneo ()	
			Traspaso ()	
ENTREGA: FECHA Y HORA: <u>14/01/2019 14:00</u>		OFICIO:		
OBSERVACIONES:				
INSTITUCIÓN	GRADO/NOMBRE Y APELLIDOS	C.C./C.I./P.A.	MÉTODO	FIRMA DE RESPONSABILIDAD
ENTREGA: <u>Antinarcóticos</u>			Custodia ()	
RECIBE: <u>Subcomisario</u>			Perifoneo ()	
			Traspaso ()	
ENTREGA: FECHA Y HORA: <u>14-01-2019 11:00</u>		OFICIO: <u>FIA</u>		
OBSERVACIONES: <u>Se entrega una (1) funda plástica con tres paquetes vegetales secos</u>				
INSTITUCIÓN	GRADO/NOMBRE Y APELLIDOS	C.C./C.I./P.A.	MÉTODO	FIRMA DE RESPONSABILIDAD
ENTREGA:			Custodia ()	
RECIBE:			Perifoneo ()	
			Traspaso ()	
ENTREGA: FECHA Y HORA:		OFICIO:		
OBSERVACIONES:				
INSTITUCIÓN	GRADO/NOMBRE Y APELLIDOS	C.C./C.I./P.A.	MÉTODO	FIRMA DE RESPONSABILIDAD
ENTREGA:			Custodia ()	
RECIBE:			Perifoneo ()	
			Traspaso ()	
ENTREGA: FECHA Y HORA:		OFICIO:		
OBSERVACIONES:				
INSTITUCIÓN	GRADO/NOMBRE Y APELLIDOS	C.C./C.I./P.A.	MÉTODO	FIRMA DE RESPONSABILIDAD
ENTREGA:			Custodia ()	
RECIBE:			Perifoneo ()	
			Traspaso ()	
ENTREGA: FECHA Y HORA:		OFICIO:		
OBSERVACIONES:				

Figura 13.6. Modelo de Cadena de Custodia Anonimizada Pág. 2. Fuente: El autor.

13.2. INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS QUÍMICO-TOXICOLÓGICO

Previo al desarrollo de lo que consiste el análisis químico y/o toxicológico, destaco que en el capítulo 2 de mi obra “Nociones de Toxicología” (Pág. 24), se explican las tres fases conocidas como el ciclo analítico, comprendidas por la Fase preanalítica (Recepción de documentos y muestra), Fase analítica (Identificación y/o cuantificación) y Fase postanalítica (Tratamiento de la muestra remanente e informe respectivo), que detallan el procedimiento de las actividades que el analista, realiza en el laboratorio químico-toxicológico; de igual manera se expone que, el Laboratorio de Toxicología ya sea Clínico o Forense, debe contar con tres elementos primordiales que son: Instalaciones, Personal y Equipamiento tecnológico.

Para iniciar un proceso de análisis químico-toxicológico, sostienen Repetto y Repetto, que las primeras y fundamentales operaciones deben encaminarse a separar del medio problema o muestra, las sustancias de interés toxicológico. Asimismo, hacen énfasis que anteriormente cuando el número de sustancias químicas utilizadas era poco, se aceptaba la fiabilidad de técnicas de identificación basadas en reacciones coloreadas, sin someterlas a separaciones o purificaciones.

Actualmente, se han sintetizado más de treinta y cinco millones de sustancias, lo que ocasiona la solución del problema, lo que para analizar una muestra exige el empleo de las más modernas técnicas fisicoquímicas. En este sentido, de acuerdo a lo expresado por los autores, se tiene que existen dos modalidades de análisis toxicológico, que se detallan a continuación.

13.3. MODALIDADES DEL ANÁLISIS QUÍMICO-TOXICOLÓGICO

1. Cuando no se sospecha de ningún tóxico concreto (se han de buscar todos), se requiere seguir una sistemática analítica toxicológica general.

2. Cuando se busca un determinado tóxico.

Puede hacerse por:

- a) Separación del medio.
- b) Técnicas de identificación directas (sin separación)

Sólo aplicables en muestras poco complejas o con técnicas muy especiales, como:

- Inmunoensayos.
- Cromatografía gaseosa, sola o combinada con espectrometría de masas, mediante fracciones de vapor (espacio en cabeza).
- Cromatografía de líquidos.
- Espectrofotometría de absorción atómica, etc.

En concordancia con las Buenas Prácticas de Laboratorio (BPL), se deben establecer procedimientos normalizados que garanticen un trabajo sistemático y unos resultados seguros, por lo que se realizará la extracción idónea de la muestra.

13.4. FASES DE UN ANÁLISIS QUÍMICO-TOXICOLÓGICO

- I. Separación o extracción del tóxico de la muestra problema.
- II. Fraccionamiento del extracto.
- III. Purificación de los extractos obtenidos.
- IV. Detección de la sustancia xenobiótica.
- V. Identificación del tóxico.

VI. Determinación o valoración cuantitativa.

Considerando la importancia de la extracción de la sustancia objeto de análisis, debe cumplirse una serie de requisitos para que el laboratorio avale el resultado y entre ellos tenemos: los requisitos mínimos y los de obligado cumplimiento.

13.5. REQUISITOS MÍNIMOS DE UN LABORATORIO DE TOXICOLOGÍA ANALÍTICA (Repetto y Repetto 2009)

a. Sistema de extracción de muestras:

Según las preferencias, las posibilidades económicas, la naturaleza de las muestras a recibir.

b. Detección previa:

Equipo para la realización de ensayos con test de screening.

c. Identificación y cuantificación:

Conveniente: Equipo de CG/Espectrometría de masas.
Equipo de cromatografía líquida.

d. Indispensable:

Amplia dotación de patrones normales y de calidad certificada, que abarquen los xenobióticos más comunes de uso local.

13.6. REQUISITOS DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO PARA GARANTIZAR LA CALIDAD EN LOS ANÁLISIS QUÍMICOS – TOXICOLÓGICOS (Repetto y Repetto)

- Capacitación del personal del laboratorio.
- Establecimiento de una cadena de custodia de la muestra.
- Aplicación estricta de Métodos Normalizados.
- Empleo de sustancias certificadas como patrones.
- Participación frecuente y sistemática en programas de control y de garantía de calidad internos y externos. (UNODC).

13.7. ¿CÓMO SE ORIENTA EL ANÁLISIS?



Figura 13.7. Analista de laboratorio. Fuente: Dreamstime. Adaptado por el autor.

Es común, que el químico a quien se le pide un análisis toxicológico se encuentre con una situación complicada, cuya respuesta, de no tener alguna información previa sobre la muestra, invertirá un exceso de esfuerzo, tiempo y dinero, por lo tanto, esta información puede proceder desde dos puntos de vista, que en analogía con los autores tenemos:

Información general

- Corresponde a todos los antecedentes y datos anamnésticos que pudieran tener alguna relación con la intoxicación, como son:
- Ocupación o profesión del intoxicado, si maneja productos químicos.
- Tratamiento médico aplicado anteriormente;
- Presencia de productos químicos, o medicamentos o sus envases, en el lugar donde se produjo la intoxicación, ya que es importante por parte de las personas que encontraron inicialmente a la víctima, suministrar esta información al equipo de urgencias toxicológicas para coadyuvar en la determinación de la relación de la sustancia y la intoxicación.

Información clínica

El médico que atienda al intoxicado o que realice la autopsia, debe proporcionar los datos clínicos o necrópsicos que obtenga, pues, aunque no sucede siempre, pueden resultar muy valiosos.

Por otra parte, es indispensable tomar en consideración los factores que eventualmente pudieran influir sobre el resultado del análisis a la muestra objeto de estudio y que según Repetto y Repetto tenemos:

13.8. VARIABLES QUE INFLUYEN EN LOS RESULTADOS ANALÍTICOS

- Momento de toma de la muestra, detallado en el capítulo 4 de esta obra sobre las recomendaciones en la toma de muestra.
- Estabilidad del compuesto en la muestra y homogeneidad de ésta.
- Amplitud y reproducibilidad del método analítico.
- Interferencias en el método analítico.

Una vez precisado en que consiste el análisis químico-toxicológico, las características de los hospitales donde se realizan los mismos, la diversidad de muestras que con frecuencia tanto en el área clínica como forense, son objeto de interés químico-toxicológico, documentos legales que detallan el recorrido de la muestra y las variables que pudieran influenciar el resultado, se hace necesario, para la realización de los análisis y posterior presentación del informe saber en qué consiste y cuál es la estructura del mismo.

13.9. INFORME TOXICOLÓGICO

Según expresan Repetto y Repetto, el informe toxicológico, es el documento que el laboratorio remite al solicitante del análisis o a quien corresponda; especialmente en los casos policiales y forenses.

De acuerdo con los autores, el informe pericial es un documento ordenado por un Juez o Fiscal del Ministerio Público, a un profesional competente designado para realizar los análisis a la muestra.

Características del informe pericial:

- Claridad.
- Fiabilidad.
- Objetividad.

Partes del informe (Repetto y Repetto 2009):

1. Introducción (encabezamiento).
2. Muestras recibidas
3. Análisis.
4. Resultados.
5. Conclusiones.
6. Interpretación.

Otros informes toxicológicos no necesariamente analíticos contienen una estructura similar, adaptada a cada caso, como los de contaminación ambiental y ecotoxicología, estudios de evaluación de la toxicidad de las sustancias, estudios preclínicos de fármacos, etc.

Estructura del informe según el Manual de Procedimientos en Química y Toxicología Forense de la Fiscalía General del Ecuador:

1.Objetivo del Informe:

Cumplir el requerimiento o solicitud de la autoridad competente.

2. Elementos Recibidos:

Se debe detallar los elementos que el Perito recepta para proceder al análisis y el estado en que se encuentran, por ejemplo:

- Embalaje.
- Rotulado.
- Aspecto físico y cantidad que se recibe (peso neto).

3. Fundamentos Técnicos (Metodología Empleada):

Justificación del informe a través de los principios técnico-científicos y los métodos de análisis aplicados para el desarrollo del informe pericial.

4. Operaciones Realizadas:

Descripción de todos los procedimientos técnicos de estudio que se realizan durante el análisis al elemento recibido, hasta llegar a los resultados obtenidos.

5. Conclusiones:

Es el resultado obtenido del estudio pericial de la evidencia.

El informe físico original, deberá ser remitido a la secretaría general del departamento o al administrador, para su posterior envío a la autoridad solicitante y la copia con constancia de recibido al archivo de los respectivos laboratorios.

En concordancia con la estructura presentada tenemos:

Estructura del informe pericial químico y/o toxicológico utilizado en el Servicio Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses del Ecuador:

Introducción (encabezamiento con los datos del solicitante).

1. Objetivo de la pericia.
2. Elementos recibidos. (Muestras). Foto.
3. Fundamentos técnicos.
4. Operaciones realizadas.
5. Conclusiones.
6. Referencias bibliográficas.
7. Observaciones.

Como es evidente, es bastante similar con sus detalles particulares, la estructura del informe pericial presentado por Repetto y Repetto, reconocidos autores e investigadores en el área de toxicología de España y la estructura del informe utilizado en Ecuador, concluyendo que este documento debe tener básicamente la siguiente estructura:

1. Introducción (Institución y/o datos del solicitante).
2. Objetivo de la pericia.
3. Muestras y su descripción detallada, así como registro fotográfico.
4. Análisis realizados.
5. Conclusiones

A continuación, se muestra una serie de ejemplos anonimizados de informes periciales de las áreas química y toxicología forense.

INFORME PERICIAL QUÍMICO FORENSE COCAÍNA BASE Y MARIHUANA



SERVICIO NACIONAL DE
MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES



EL GOBIERNO
DE TODOS

SERVICIO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES CODIGO: SNMLCF-A-QF-IPXXX-2019 Edición No. 01	 POLICIA NACIONAL DEL ECUADOR INFORME DEL ANÁLISIS QUÍMICO LABORATORIO DE QUÍMICA FORENSE SNMLCF-AZUAY
---	---

Cuenca, XX de agosto del 2019

RESULTADOS OBTENIDOS DEL ANÁLISIS QUÍMICO

SOLICITADO POR:	Dr. XXXXXX XXXXXXXXXXXX AGENTE FISCAL DE LOJA
N° DE OFICIO	XXX-2019-FGE-FPL-PG
FECHA DE OFICIO	XX de Agosto de 2019
ETAPA PROCESAL:	Instrucción Fiscal N° XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
CASO POLICIAL N°	XX-USZAL-2019
PROCESADO:	XXXXXXXX XXXXXXXX Y XXXXXXXX XXXXXX

1.- OBJETIVO DE LA PERICIA: Realizar el análisis químico a la sustancia incautada.

2.- ELEMENTOS RECIBIDOS:

Lugar de recepción:	SNMLCF-Azuay, Laboratorio de Química Forense			
Fecha de recepción:	XX de Agosto del 2019			
Entregado por:	Agente de Antinarcóticos de Loja Sr. Cbos. XXXXX XXXXXXXX			
Recibido por:	XX XXXXX XXXXXXXX			
Número de muestras:	Dos (02)			
Descripción detallada de los elementos recibidos:				
Un sobre de papel rotulado: "CASO POLICIAL: XXX-USZAL-2019 / FISCAL: DRA. XXXX XXXXXXXX / PROCESADO: 1 XXXXX XXXXXXXXXX / 2 XXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXX / MUESTRA LABORATORIO NRO. 1.- MAIHUANA - NRO. 3.- COCAÍNA", debidamente sellado y conteniendo:				
No. DE MUESTRA	DETALLE	ETIQUETA	SUSTANCIA	PESO (g.)
1	Sobre de papel	Si (ver foto)	Fragmentos Vegetales Secos	0,08
2	Sobre de papel	Si (ver foto)	Polvo color crema	0,06

Figura 13.8. Informe Pericial Químico Cocaína Base y Marihuana (Parte 1). Fuente: Servicio Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. Adaptado y anonimizado por el autor.



Ilustración 1. Muestras 1 y 2 recibidas

3.- FUNDAMENTOS TÉCNICOS:

A fin de establecer la composición cualitativa de cualquier sustancia sometida a fiscalización, se emplean parámetros analíticos diferentes utilizando técnicas de análisis completamente distintas, tales como: Cromatografía en capa fina (utilizando sistemas de disolventes no correlacionados), cromatografía de gases, etc., complementando así una información analítica veraz, técnicamente sustentada.

4.- OPERACIONES REALIZADAS:

ANÁLISIS PRESUNTIVOS REALIZADOS:							
MUESTRA	COLOR			PRECIPITACIÓN	SOLUBILIDAD		ANIONES
	SCOTT	MARQUIS	DUQUENOIS	TANRED	AGUA	ETANOL	CLORUROS
1	N/A	N/A	Positivo (+)	N/A	N/A	N/A	N/A
2	Positivo (+)	Negativo (-)	N/A	Positivo (+)	Insoluble	Insoluble	Negativo (-)

ANÁLISIS CONFIRMATORIO REALIZADO:		
MUESTRA	CROMATOGRAFÍA EN CAPA FINA	CROMATOGRAFÍA DE GASES
1	MARIHUANA THC	MARIHUANA
2	COCAÍNA BASE	COCAÍNA

Figura 13.9. Informe Pericial Químico Cocaína Base y Marihuana (Parte 2). Fuente: Servicio Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. Adaptado y anonimizado por el autor.

5.- CONCLUSIONES:

- Luego de realizados los análisis químicos detallados anteriormente a las sustancias incautadas dentro de la Instrucción Fiscal N° XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX, caso policial No. XXX-USZAL-2019, XXXXXXX XXXXXXXX Y XXXXXXX XXXXXXX, se concluye que:

Muestra 1: corresponde a MARIHUANA.

Muestra 2: contiene COCAÍNA BASE.

6.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS Y VALORES REFERENCIALES:

UNODOC, O. (2012) Métodos recomendados para la identificación y el análisis de cannabis y cocaína en materiales incautados, VIENA.

7. OBSERVACIONES:

Muestra	Muestra para análisis pericial	Muestra remanente DESTRUCCIÓN	Marca de Balanza
1	0,04 g.	0,04 g.	SCALTEC SBA32
2	0,04 g.	0,02 g.	SCALTEC SBA32

NOTA: Posterior al análisis de las muestras a que se hace referencia en el presente informe, se devuelve el remanente mediante cadena de custodia a la Bodega de Antinarcóticos de la Provincia correspondiente.

Una vez concluido el proceso pericial es todo cuanto puedo informar en honor a mi leal entender y saber.

Atentamente,

XX. XXXXXX XXXXXXX
PERITO QUÍMICO FORENSE
Acreditación CNJ: XXXXXXX

xxxxxx.xxxxxx@cienciasforenses.gob.ec

Figura 13.10. Informe Pericial Químico Cocaína Base y Marihuana (Parte 3). Fuente: Servicio Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. Adaptado y anonimizado por el autor.

INFORME PERICIAL QUÍMICO FORENSE COCAÍNA CLORHIDRATO



SERVICIO NACIONAL DE
MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES



POLICÍA NACIONAL DEL ECUADOR



EL GOBIERNO
DE TODOS

CODIGO: SNMLCF-A-QF-IPXXX-2019	INFORME DEL ANÁLISIS QUÍMICO DE LA SUSTANCIA INCAUTADA
Edición No. 01	LABORATORIO DE QUÍMICA FORENSE SNMLCF-AZUAY

Cuenca, xx de Abril del 2019

RESULTADOS OBTENIDOS DEL ANÁLISIS QUÍMICO DE LA SUSTANCIA INCAUTADA

SOLICITADO POR:	XXX. XXXXXXX XXXXXXXXX FISCALÍA PROVINCIAL DEL AZUAY
N° DE OFICIO	FPA-FEDOT13-0XXX-2019-000XXX-O
FECHA DE OFICIO	XX de Abril del 2019
ETAPA PROCESAL:	Investigación Previa N° XXXXXXXXXXXXXXX
CASO POLICIAL N°	OXX-2019-UASZ-AZUAY
PROCESADO:	****

1.- OBJETIVO DE LA PERICIA:

"Analizar químicamente las sustancias sujetas a fiscalización incautadas dentro de la Investigación Previa N° [REDACTED] dentro de la Cadena de Custodia N° [REDACTED] UASZ-AZUAY."

2.- ELEMENTOS RECIBIDOS:

Lugar de recepción:	SNMLCF-Azuay, Laboratorio de Química Forense			
Fecha de recepción:	29 de Abril del 2019			
Entregado por:	Cbos. XXXXX XXXXXXX			
Número de muestras:	Una (01)			
Descripción detallada de los elementos recibidos:				
No. DE MUESTRA	DETALLE	ETIQUETA	SUSTANCIA	PESO (g.)
1	Una funda plástica	Si (ver foto)	Polvo Color Blanco	0,11

Figura 13.11. Informe Pericial Químico Cocaína Clorhidrato (Parte 1). Fuente: Servicio Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. Adaptado y anonimizado por el autor.



Ilustración 1. Muestra recibida

3.- FUNDAMENTOS TÉCNICOS:

**Metodología empleada:* Al fin de determinar la composición cualitativa de cualquier sustancia sometida a fiscalización se emplean la siguiente técnica química – analíticas:

Ensayos presuntivos:

Son ensayos rápidos para indicar con facilidad la presencia o ausencia de determinadas clases de drogas en las muestras a analizar y así descartar las muestras negativas.

- **Ensayos de color:** Las reacciones del color se deben a compuestos que tienen una estructura química concreta. El color obtenido en un determinado ensayo puede variar en función de las condiciones en que se realiza, la cantidad de sustancia empleada y la presencia de material extraño en la muestra.
- **Ensayos de precipitación para alcaloides:** Los alcaloides junto con otras drogas básicas de interés, tienen un comportamiento análogo frente a un grupo de reactivos de precipitación que permiten sospechar su presencia. Los alcaloides forman sales dobles con compuestos de mercurio, oro, platino, bismuto, yodo. Estas sales dobles suelen obtenerse como precipitados, considerada así este ensayo como reacción de identificación para alcaloides.
- **Ensayos de solubilidad para alcaloides:** La solubilidad de una pequeña cantidad del material en agua, etanol y metanol puede proporcionar una indicación de la forma en que está presente la droga. El clorhidrato de cocaína es soluble en agua y en etanol, mientras que la cocaína base, al igual que muchos adulterantes, es soluble en etanol y casi insoluble en agua.

Figura 13.12. Informe Pericial Químico Cocaína Clorhidrato (Parte 2). Fuente: Servicio Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. Adaptado y anonimizado por el autor.

- **Ensayos de Aniones para alcaloides:** Los ensayos aniónicos con fines forenses se recurre habitualmente a las solubilidades en combinación con determinadas reacciones, en las que los resultados se basan en la presencia o ausencia de un precipitado y su solubilidad.

Ensayos confirmatorios:

- **Cromatografía en Capa Fina:** La cromatografía en capa fina se define como la separación de una mezcla de dos o más compuestos por distribución entre dos fases, una de las cuales es estacionaria y la otra una fase móvil. Así identificando la sustancia analizada.
- **Cromatografía de Gases:** Es un método físico que permite la separación de los distintos componentes de una muestra con la finalidad de conseguir la caracterización de mezclas complejas. Este método se basa en el tiempo de retención de los diferentes componentes de la muestra, dicho tiempo de retención es único para cada compuesto y así permite la identificación inequívoca.

4.- OPERACIONES REALIZADAS:

ANÁLISIS PRESUNTIVOS REALIZADOS						
MUESTRA	COLOR		PRECIPITACIÓN	SOLUBILIDAD		ANIONES
	SCOTT	MARQUIS	TANRED	AGUA	ETANOL	CLORUROS
1	Positivo (+)	Negativo (-)	Positivo (+)	Soluble	Soluble	Positivo (+)

ANÁLISIS CONFIRMATORIO REALIZADO		
MUESTRA	CROMATOGRAFIA CAPA FINA	CROMATOGRAFIA DE GASES
1	COCAÍNA	COCAÍNA

5.- CONCLUSIONES

- Luego de realizados los ensayos químicos detallados anteriormente de las sustancias aprehendidas sujetas a fiscalización dentro de la Investigación Previa N° XXXXXXXXXXXXXXXX dentro de la Cadena de Custodia N° 0XX-2019-UASZ-AZUAY, se concluye que:

Muestra 1: contiene **CLORHIDRATO DE COCAÍNA.**

Figura 13.13. Informe Pericial Químico Cocaína Clorhidrato (Parte 3). Fuente: Servicio Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. Adaptado y anonimizado por el autor.

6.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS Y VALORES REFERENCIALES:

UNODOC, O. (2012) Métodos recomendados para la identificación y el análisis de cannabis y cocaína en materiales incautados, VIENA.

7. OBSERVACIONES

Muestra	Muestra para análisis pericial	Muestra remanente DESTRUCCIÓN	Marca de Balanza
M1	0,03 g.	0,08 g.	SCALTEC SBA32

Una vez concluido el proceso pericial es todo cuanto puedo informar en honor a mi leal entender y saber.

Atentamente,

XX. XXXXXX XXXXXXXX
PERITO QUÍMICO
Acreditación CNI: XXXXXX
xxxxx.xxxxxxxx@cienciasforenses.gob.ec

Figura 13.14. Informe Pericial Químico Cocaína Clorhidrato (Parte 4). Fuente: Servicio Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. Adaptado y anonimizado por el autor.

INFORME PERICIAL QUÍMICO FORENSE MARIHUANA

SERVICIO NACIONAL DE
MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES

SERVICIO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES	 POLICIA NACIONAL DEL ECUADOR
CODIGO: SNMLCF-A-QF-IPXXX-2019	INFORME DEL ANÁLISIS QUÍMICO
Edición No. 01	LABORATORIO DE QUÍMICA FORENSE SNMLCF-AZUAY

Cuenca, XX de Agosto del 2019

RESULTADOS OBTENIDOS DEL ANÁLISIS QUÍMICO

SOLICITADO POR:	Dr. XXXXXX XXXXXXXXXXXX AGENTE FISCAL DE LOJA FEDOTI X
N° DE OFICIO	FPL-FEDOTI5-5231-2019-00XXXX-O
FECHA DE OFICIO	21 de Agosto de 2019 (Recibido el 29-08-2019)
ETAPA PROCESAL:	Instrucción Fiscal N° XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
CASO POLICIAL N°	XXX-USZAL-2019
PROCESADO:	XXXXXX XXXXXXXXXXXX

1.- OBJETIVO DE LA PERICIA: Realizar el análisis químico a la sustancia incautada.

2.- ELEMENTOS RECIBIDOS:

Lugar de recepción:	SNMLCF-Azuay, Laboratorio de Química Forense			
Fecha de recepción:	29 de Agosto del 2019			
Entregado por:	Agente de Antinarcóticos de Loja Sr. Cbop. XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX			
Recibido por:	XXX. XXXXXXXX XXXXXXXXX			
Número de muestras:	Una (01)			
Descripción detallada de los elementos recibidos:				
Un sobre de papel rotulado: "CASO POLICIAL: XXX USZAL - 2019 / FISCAL: DRA. XXXXXX XXXXXXXXXX / PROCESADO: 1 XXXXX XXXXXXXXXX / 2 XXXXXXXX XXXXXXXXXX / MUESTRA LABORATORIO NRO. 1- MARIHUANA", debidamente sellado y conteniendo:				
No. DE MUESTRA	DETALLE	ETIQUETA	SUSTANCIA	PESO (g.)
1	Sobre de papel	SI (ver foto)	Fragmentos vegetales secos	0,07

Figura 13.15. Informe Pericial Químico Marihuana (Parte 1). Fuente: Servicio Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. Adaptado y anonimizado por el autor.

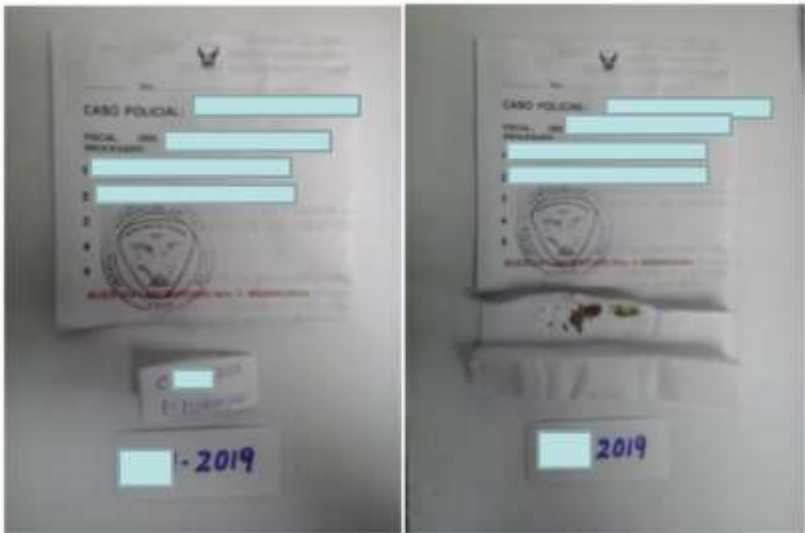


Ilustración 1. Muestra 1 recibida

3.- FUNDAMENTOS TÉCNICOS:

A fin de establecer la composición cualitativa de cualquier sustancia sometida a fiscalización, se emplean parámetros analíticos diferentes utilizando técnicas de análisis completamente distintas, tales como: Cromatografía en capa fina (utilizando sistemas de disolventes no correlacionados), cromatografía de gases, etc., complementando así una información analítica veraz, técnicamente sustentada.

4.- OPERACIONES REALIZADAS:

ANÁLISIS PRESUNTIVOS REALIZADOS:							
MUESTRA	COLOR			PRECIPITACIÓN	SOLUBILIDAD		ANIONES
	SCOTT	MARQUIS	DUQUENOIS	TANRED	AGUA	ETANOL	CLORUROS
1	N/A	N/A	Positivo (+)	N/A	N/A	N/A	N/A

ANÁLISIS CONFIRMATORIO REALIZADO:		
MUESTRA	CROMATOGRAFÍA EN CAPA FINA	CROMATOGRAFÍA DE GASES
1	THC MARIHUANA	THC MARIHUANA

Figura 13.16. Informe Pericial Químico Marihuana (Parte 2). Fuente: Servicio Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. Adaptado y anonimizado por el autor.

5.- CONCLUSIONES:

- Luego de realizados los análisis químicos detallados anteriormente a las sustancias incautadas dentro de la Instrucción Fiscal N° XXXXXXXXXXXXXXXX, caso policial N° XXX-USZAL-2019, XXXXXX XXXXXXXXXX y XXXXXX XXXXXXXXXX, se concluye que :

Muestra 1: corresponde a MARIHUANA.

6.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS Y VALORES REFERENCIALES:

UNODOC, O. (2012) Métodos recomendados para la identificación y el análisis de cannabis y cocaína en materiales incautados, VIENA.

7. OBSERVACIONES:

Muestra	Muestra para análisis pericial	Muestra remanente DESTRUCCIÓN	Marca de Balanza
1	0,04 g.	0,03 g.	SCALTEC SBA32

NOTA: Posterior al análisis de las muestras a que se hace referencia en el presente informe, se devuelve el remanente mediante cadena de custodia a la Bodega de Antinarcóticos de la Provincia correspondiente.

Una vez concluido el proceso pericial es todo cuanto podemos informar en honor a nuestro leal entender y saber.

Atentamente,



XXX XXXXX XXXXXXXXX
PERITO QUÍMICO FORENSE
Acreditación CNJ: XXXXXX

xxxxxxxxxxxxx@cienciasforenses.gob.ec

XXX XXXXXX XXXXXXXX
PERITO QUÍMICO FORENSE
Acreditación CNJ: XXXXXX

xxxxxxxxxxxxx@cienciasforenses.gob.ec

Figura 13.17. Informe Pericial Químico Marihuana (Parte 3). Fuente: Servicio Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. Adaptado y anonimizado por el autor.

INFORME PERICIAL QUÍMICO FORENSE HEROÍNA

SERVICIO NACIONAL DE
MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES





CÓDIGO: CTSCF / QUI	LABORATORIO DE QUÍMICA
Edición No. 01	Folio No. 01 de 02

SNMLCF-CTSCF-QUI-2018-00XX-OF
Quito, junio 03 del 2018

Informe Pericial Químico N° SNMLCF-CTSCF-QUI-2018-H-18-XXXX-PER

Referencia: OFICIO N° SIN-2018-UDF, de 03 de junio de 2018 CASO No: XXX-UDF-2018, XXXXX XXXXXXXXXX

Señor Dr.
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
FISCAL DE TURNO DE PICHINCHA
UNIDAD DE DELITOS FLAGRANTES

En su despacho.-

De mi consideración:

Quien suscribe, XXX. XXXX XXXXXXXX, [] como perito, presenta el siguiente Informe Pericial Químico:

1.- OBJETO DE LA PERICIA: Análisis químico cuantitativo de la sustancia incautada.

2.- ELEMENTOS RECIBIDOS:

En la Sección Química recibe (xx) el 03 de junio del 2018 por parte del Sr. Cbos. XXXXX XXXXXXXX / Antinarcóticos Pichincha, mediante cadena de custodia Caso No. XXX-UDF-2018, lo siguiente:

2.1 Una maleta de nylon color negro con forro interno de color verde, con el logotipo "AAAAAAA", dentro de la cual se encuentra una funda plástica conteniendo una muestra representativa de 0,57 gramos de sustancia pastosa de color café.

3.- FUNDAMENTOS TÉCNICOS:

A fin de establecer la composición cualitativa de cualquier sustancia sometida a fiscalización se emplean parámetros analíticos diferentes utilizando técnicas de análisis completamente distintas como son los Ensayos de solubilidad, Ensayos de precipitación, Ensayos de color, Cromatografía en capa delgada (utilizando sistemas de disolventes no correlacionados), Espectrofotometría Infra-roja; complementando así una información analítica veraz, técnicamente sustentada.

Figura 13.18. Informe Pericial Químico Heroína (Parte 1). Fuente: Servicio Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. Adaptado y anonimizado por el autor.

4. OPERACIONES REALIZADAS EN LA MUESTRA DETALLADA EN 2.1:

4.1 PRUEBAS DE SOLUBILIDAD:

- Agua..... Ligeramente soluble
- Etanol..... Ligeramente soluble.

4.2 ENSAYOS DE PRECIPITACION:

- Ensayo de Tanred.....Positivo (+)

4.3 ENSAYOS DE COLOR:

- Ensayo de Tioocianato de cobalto.....Negativo (-)
- Ensayo de Marquis.....Positivo (+)
- Ensayo de Ácido Nítrico.....Positivo (+)

4.4 DETERMINACION DE ANIONES ASOCIADOS CON EL ALCALOIDE:

- Cloruros..... Positivo (+)

4.5 CROMATOGRAFIA EN CAPA DELGADA PARA HEROÍNA.....Positivo (+)

4.6 ESPECTROSCOPIA INFRARROJA PARA HEROÍNA.....Positivo (+)

5. CONCLUSIONES:

5.1 LA MUESTRA DE SUSTANCIA PASTOSA COLOR CAFÉ DETALLADA EN 2.1 DENTRO DEL CASO No: XXX-UDF-2018, XXXXX XXXXXX CONTIENE HEROINA CLORHIDRATO Y CAFEÍNA.

El presente Informe Pericial Químico consta de 2 folios.

Atentamente,

XXXXX XXXXXXXXX
 XXXX
 XXXXX XXXXXX
 PERITO QUÍMICA FORENSE
 CÓDIGO N° XXXXXX

Figura 13.19. Informe Pericial Químico Heroína (Parte 2). Fuente: Servicio Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. Adaptado y anonimizado por el autor.

INFORME PERICIAL QUÍMICO FORENSE Mescalina



SERVICIO NACIONAL DE
MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES



EL GOBIERNO
DE TODOS

CÓDIGO: CTSCF / QUI	LABORATORIO DE QUÍMICA
Edición No. 01	Folio No. 01 de 02

SNMLCF-CTSCF-QUI-2019-00XX-QF
Quito, enero 18 del 2019

Informe Pericial Químico N° SNMLCF-CTSCF-QUI-2019-Q-19-XXXX-PER

Referencia: OFICIO N° S/N-2019-FGE-FPP-UDF, de 17 de enero de 2019, CASO: S/N
AGENCIA DE CORREOS DEL ECUADOR, NUMERO DE ENVIO XXXXXXXXXXXXXXXX.

Señora Dra.
XXXXXX XXXXXXXX
FISCAL DE TURNO DE PICHINCHA
UNIDAD DE DELITOS FLAGRANTES.
En su despacho.-

De nuestra consideración:

Quienes suscriben, [REDACTED] XXXXXXXX XXXXXXXX y [REDACTED] XXXX XXXXXXXX, designados y posesionados como peritos, presentan el siguiente Informe Pericial Químico:

- 1.- **OBJETO DE LA PERICIA:** Análisis químico de la muestra de la sustancia incautada.
- 2.- **ELEMENTOS RECIBIDOS:**

En la Sección Química recibe (xx) el 17 de enero del 2019 por parte del Sr. Cbos. XXXXX XXXXXXXX / Antinarcóticos Pichincha, mediante oficio N° S/N-2019-FGE-FPP-UDF de fecha 17 de enero de 2019, lo siguiente:

- 2.1 Una caja de cartón con estampillas de "CORREOS DEL ECUADOR", conteniendo:
 - 2.1.1 Tres frascos plásticos de color blanco con tapa de rosca con etiquetas en las que se lee "MORINGA LIFE / SUPLEMENTO NUTRICIONAL ORGÁNICO / MORINGA EN POLVO / 4.58 OZ (130 g)", con polvo color verde, se toma una muestra representativa de cada uno con un peso neto de 2.12, 3.98 y 4.67 gramos.
- 3.- **FUNDAMENTOS TÉCNICOS:**

A fin de establecer la composición cualitativa de cualquier sustancia sometida a fiscalización se emplean parámetros analíticos diferentes utilizando técnicas de análisis completamente distintas como: *Cromatografía en capa delgada (utilizando sistemas de disolventes no correlacionados)* cromatografía gas-líquido, *espectroscopia FTIR* etc.; complementando así una información analítica veraz, técnicamente sustentada. La gravimetría y Cromatografía Gases Masas son métodos analíticos cuantitativos que determinan la cantidad de sustancia analizada.

Figura 13.20. Informe Pericial Químico Mescalina (Parte 1). Fuente: Servicio Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. Adaptado y anonimizado por el autor.

4.- OPERACIONES REALIZADAS EN LAS MUESTRAS DETALLADAS EN 2.1.1:

4.1 EXTRACCIÓN DEL PRINCIPIO ACTIVO

4.2 CROMATOGRAFÍA DE GASES MASAS

5. CONCLUSIONES:

5.1 LAS TRES MUESTRAS DE POLVO COLOR VERDE DETALLADAS EN 2.1.1 DENTRO DEL CASO: S/N AGENCIA DE CORREOS DEL ECUADOR, NUMERO DE ENVIO XXXXXXXXXXXX, CONTIENEN MESCALINA, SUSTANCIA QUÍMICA QUE CONSTA EN LA LISTA B DE SUSTANCIAS PSICOTRÓPICAS CATALOGADAS SUJETAS A FISCALIZACIÓN.

5.2 LA MESCALINA ES UNA FENILETILAMINA CON PROPIEDADES ALUCINÓGENAS Y EFECTOS CARACTERÍSTICOS COMO EL LSD.

NOTA 1: Luego de realizado el muestreo, el decomiso se devuelve al Sr. Cbos. XXXXX XXXXXXXX / Antinarcóticos Pichincha.

NOTA 2: Luego de realizado el análisis, se devuelve a Bodega Antinarcóticos Pichincha, tres fundas plásticas con 9.15 gramos de remanente de polvo color verde. El peso se determina en la BALANZA METTLER PJ400.

El presente Informe Pericial Químico consta de 2 folios.

Atentamente,

XXXXXXXX XXXXXXXX
[Redacted]
SERVIDORA PÚBLICA 4
PERITO QUÍMICA FORENSE
ACREDITACIÓN N° XXXXXXX
xxxxxxxxxxxx@cienciasforenses.gob.ec

XXXXX XXXXXXXX
[Redacted]
SERVIDOR PÚBLICO 5
PERITO QUÍMICO FORENSE
ACREDITACIÓN N° XXXXXXX
xxxxxxxxxxxx@cienciasforenses.gob.ec

Figura 13.21. Informe Pericial Químico Mescalina (Parte 2). Fuente: Servicio Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. Adaptado y anonimizado por el autor.

INFORME PERICIAL TOXICOLÓGICO FORENSE

SERVICIO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES	 POLICIA NACIONAL DEL ECUADOR
CODIGO: SNMLCF-A-TF-IPXXX-20XX	INFORME TOXICOLÓGICO
Edición No. 01	LABORATORIO DE TOXICOLOGÍA FORENSE SNMLCF-XXXXX

Xxxxxx, XX de XXXXX del 20XX

**RESULTADOS OBTENIDOS DEL ANÁLISIS TOXICOLÓGICO: SCREENING DE DROGAS
DE ABUSO EN ORINA**

SOLICITADO POR:	Ab. XXXXXX XXXXXXXX FISCAL DE XXXXX FISCALIA DE XXXXXXXXXXXXXXXXX
OFICIO	XXX XXXXX XXXXXX XXXX
FECHA DE OFICIO	XX de XXXXX del 20XX
ETAPA PROCESAL:	Instrucción Fiscal No XXXXXXXXXXXXXXXXX
MUESTRA DE:	XXXX XXXXXXXX

1.- OBJETIVO DE LA PERICIA:

"Determinar la presencia cualitativa de sustancias psicotrópicas o cualquier otro tipo de droga de abuso en la muestra de orina correspondiente a XXXXX XXXXXXXX dentro de la Instrucción Fiscal No XXXXXXXXXXXXXXXX."

2.- ELEMENTOS RECIBIDOS:

Lugar y Fecha de la recepción de la muestra:	SNMLCF-XXXXX XXXXXX xx de xxxx de 20xx XX:XX horas
Tomado por:	XXX XXXXXXXX
Número de muestras:	Una (1) Muestra
Descripción detallada de los elementos recibidos:	
Muestra 1.- Un frasco de plástico transparente con tapa verde oscura con aproximadamente 60 ml de orina en su interior. (color amarilla) (Muestra fluida) correspondiente a XXXXXX XXXXXXXXXXXX.	
Etiqueta:	

Figura 13.22. Informe Pericial Toxicológico (Parte 1). Fuente: Servicio Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. Adaptado y anonimizado por el autor.



Ilustración 1. Muestra de orina recibida

3.- FUNDAMENTOS TÉCNICOS:

**Metodología empleada:*

Ensayo inmunocromatográfico con screening para detección múltiple de drogas en orina. Kit QuickView para 10 drogas de abuso.

El screening para determinación de drogas, es un inmunoensayo basado en el principio de uniones competitivas. Las drogas, que pueden estar presentes en la muestra de orina, compiten con sus respectivos conjugados de drogas por los sitios de unión de su anticuerpo específico.

Durante la prueba, la muestra de orina migra hacia arriba por acción capilar. Una droga, si está presente en la muestra de orina por debajo de su concentración del cut-off, no saturará los puntos de unión de su anticuerpo específico.

El anticuerpo reaccionará con el conjugado de droga-proteína y una línea visible de color aparecerá en la zona de la prueba de la tira de drogas específicas.

Figura 13.23. Informe Pericial Toxicológico (Parte 2). Fuente: Servicio Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. Adaptado y anonimizado por el autor.

La presencia de drogas por encima de la concentración del cut -off saturará todos los puntos de unión del anticuerpo. Por lo tanto, no se formará la línea coloreada en la zona de la prueba.

Una muestra de orina positiva no generará una línea de color en la zona de la prueba específica de la banda debido a la competencia de drogas, mientras que una muestra de orina negativa generará una línea en la zona de la prueba debido a la falta de competencia de la droga. Para servir como procedimiento de control, una línea coloreada aparecerá siempre en la zona de control, indicando que un volumen adecuado de muestra se ha añadido y ha habido reacción de la membrana.

4.- OPERACIONES REALIZADAS:

- ✓ Ensayo para la **Muestra 1** correspondiente a la **ORINA** de XXXXXX XXXXXXXXXX:

La muestra de orina fue analizada con el kit de screening para detección múltiple de drogas en orina, QuickView para 10 drogas de abuso la misma que se realizó dos veces como protocolo de confiabilidad.

Detección de	Resultado
Marihuana (THC)	POSITIVO
Cocaína (COC)	NEGATIVO
Opiáceos (OPI)	NEGATIVO
Anfetaminas (AMP)	NEGATIVO
Benzodiacepinas (BZD)	NEGATIVO
Antidepresivos Tricíclicos (TCA)	NEGATIVO
Barbitúricos (BAR)	NEGATIVO
Metadona (MTD)	NEGATIVO
Fenciclidina (PCP)	NEGATIVO
Metanfetamina (MET)	NEGATIVO

Figura 13.24. Informe Pericial Toxicológico (Parte 3). Fuente: Servicio Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. Adaptado y anonimizado por el autor.



Figura 13.25. Informe Pericial Toxicológico (Parte 4). Fuente: Servicio Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. Adaptado y anonimizado por el autor.

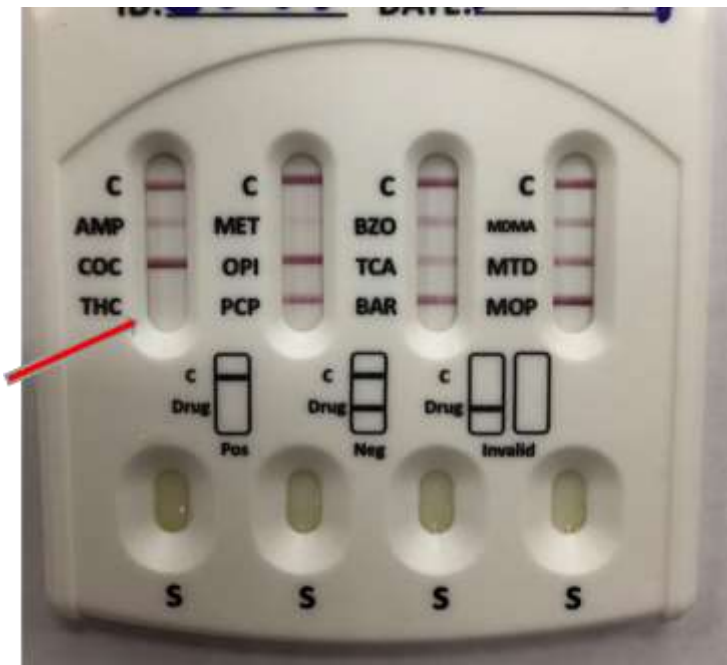


Figura 13.26. Informe Pericial Toxicológico (Parte 4 ampliada). Fuente: Servicio Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. Adaptado y anonimizado por el autor.

5.- CONCLUSIONES

- Realizada la determinación de presencia de sustancias psicotrópicas o cualquier otro tipo de droga de abuso en la muestra de orina correspondiente a XXXXX XXXXXXX dentro de la Instrucción Fiscal No XXXXXXXXXXXX; se concluye que:

Muestra 1: (Orina)

NEGATIVO para: Cocaína, Opiáceos, Anfetaminas, Barbitúricos, Antidepresivos Tricíclicos, Benzodiacepinas, Metanfetamina, Fenciclidina, Metadona.

POSITIVO para Marihuana.

Este resultado corresponde a la fecha de la toma de la muestra y el día de la realización de la pericia.

6.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS Y VALORES REFERENCIALES:

- Toxicology Procedures Manual. Virginia Department of Forensic Science. 2013
- FGE, Manual De Química Y Toxicología Forense, 2013.

7.- OBSERVACIONES

La muestra analizada está almacenada y bajo custodia en la bodega del Laboratorio de Química en el SNMLCF-XXXXX en refrigeración 4°C.

Este método de drogas en orina es un Ensayo rápido inmunocromatográfico con screening para detección múltiple de drogas en orina por lo cual se recomienda verificar con otros métodos más específicos.

Una vez concluido el proceso pericial es todo cuanto podemos informar en honor a nuestro leal entender y saber.

Atentamente,

XXXXXX XXXXXXXX

PERITO QUÍMICO

Acreditación CNU: XXXXXXX

Figura 13.27. Informe Pericial Toxicológico (Parte 5). Fuente: Servicio Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. Adaptado y anonimizado por el autor.

Referencias Bibliográficas

- Badia, A. (2019) Clasificación de las drogas - OMS y sus efectos. Psicología-online.com. <https://www.psicologia-online.com/clasificacion-de-las-drogas-oms-y-sus-efectos-918.html>
- Carrillo, E. y Chamorro, S. (2018). Universidad Internacional SEK (UISEK), Nomenclatura Química Inorgánica. 1era Edición. Ecuador.
- ClasificaciónDe (2023). Clasificación de las drogas. <https://www.clasificacionde.org/clasificacion-de-las-drogas/>
- Cruz, M. (2014). Manual de preparación de reactivos químicos.
- Departamento de Física y Química - IES "Sierra Mágina". Reacciones Químicas.
- Diccionario de la Real Academia Española. Concepto de drogas.
- Editores MN (2022) Microscopio electrónico de barrido: definición, partes, aplicación, principio, ventajas. <https://microbiologynote.com/es/microscopio-electronico-de-barrido-definicion/#characteristics-of-scanning-electron-microscopy>
- Escohotado, A. (1998). Historia General de las Drogas. 7ma. Edición.
- Espallargas, A. (2020). Breve historia de las drogas: origen, efectos, sensaciones y legalidad de los estupefacientes más populares. <https://www.revistagq.com/noticias/articulo/historia-de-las-drogas-general-cocaina-tabaco-alcohol-lsd-heroina>
- Ezcurra, M. (2012) Avances Analíticos en la Datación Forense de Tintas y Documentos. País Vasco.
- Fiorenza, G; González, D; Pérez, A; Ridolfi, A y Strobl A. (2007). Manual de Procedimientos Analíticos Toxicológicos para Laboratorios de Baja Complejidad. Buenos Aires, Argentina.

Fiscalía General del Ecuador. Sistema Especializado Integral de Investigación, de Medicina Legal y Ciencias Forenses. Manual de Procedimientos en Química y Toxicología Forense.

Giannuzzi, L. (2018). Toxicología General y Aplicada. 1era. Edición. Argentina.

Giannuzzi, L. y Ferrari, L. (2006). Manual de Técnicas Analíticas en el Laboratorio de Toxicología y Química Forense. Morón. Buenos Aires.

Goitia, C. (2023). Nociones de Toxicología. Universidad Central del Ecuador. 1° Ed.

Guaque-Olarte, S. (2019). Guía de prácticas de laboratorio del curso Procesos bioquímicos (Generación de contenidos impresos N.º 11). Bogotá: Ediciones Universidad Cooperativa de Colombia. Doi: <https://doi.org/10.16925/gcgp.16>

Gutiérrez, C. (2013). Formulación Inorgánica. I.E.S. "Politécnico". Cartagena. 1° Bachillerato.

Iglesias, O. (2018). Química. Tabla de valencias. Rincón de Oscar Iglesias Casado. <https://rincondeoscariglesiasecasado.wordpress.com/2018/09/19/quimica-tabla-de-valencias/>

Medina, F. (2018) La Importancia de la Balística y la Química Forense. <http://itrans.cucei.udg.mx/catalogo-de-equipos/microscopio-electronico-de-barrido-meb-jeol-6610lv>

Ministerio de Educación (2018). Química 2 BGU. Ecuador. Editorial Don Bosco. Cuarta impresión.

Misuperclase.com (2023). Tabla periódica de los elementos con usos. <https://www.google.com/imgres?imgurl=https://i0.wp.com/misuperclase.com/wp-content/uploads/2018/06/Tabla-periodica-aplicaciones-page-001-e1530196201297.jpg&tbnid=twd4IJ2B7yi8jM&vet=1&imgrefurl=https://misuperclase.com/tabla-periodica-de-los-elementos-con-usos/&docid=QDZoFg4tYHNHfM&w=1650&h=1163&itg=1&source=sh/x/im/m5/2>

Morán, I., Martínez, J., Marruecos, L. y Nogué, S. (2011). Toxicología Clínica.

- Oficina de las Naciones Unidas Contra la Droga y el Delito. UNODC. (2012). Métodos recomendados para la identificación y el análisis de cocaína.
- Oficina de las Naciones Unidas Contra la Droga y el delito UNODC. (2015). Informe Mundial sobre las Drogas. Nuevas Sustancias Psicoactivas.
- Organización Mundial de la Salud OMS (2005). Manual de Bioseguridad en el Laboratorio. Tercera Edición. Ginebra.
- Ortiz, E. (2020). Formación de Compuestos Químicos. eortiz@liceojavieracarrera.cl
- Pabón, Y. y González, L. (2017) Formas Farmacéuticas. Universidad Cooperativa de Colombia.
- Quirky Science. (2013) The Hydrolysis of Acetonitrile or Methyl Cyanide. <https://www.quirkyscience.com/the-hydrolysis-of-acetonitrile/>
- Repetto, M. y Repetto, G. (2009). Toxicología Fundamental. 4ta Edición. Ediciones Díaz de Santos. España.
- Servicio Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. Vademécum (2018). Procedimientos, análisis, técnicas de la investigación técnico-científica especializada en medicina legal y ciencias forenses. Ecuador.
- Simoza, L. Formulación y Nomenclatura Orgánica. Guía Práctica. <https://guao.org/sites/default/files/Nomenclatura%20Org%C3%A1nica.pdf>
- Universidad Central de Venezuela. Facultad de Medicina. Escuela de Bioanálisis. Guía de Trabajos Prácticos de Toxicología. Formas farmacéuticas.
- Universidad de Murcia. Seguridad y Normas en el Laboratorio de Toxicología. https://www.bing.com/search?q=seguridad+en+el+laboratorio+universidad+de+murcia+pdf&qsn=&form=QBRE&msbsrank=9_9_0&sp=-1&pq=seguridad+en+el+laboratorio+universidad+de+Murcia+pdf&sc=9-53&sk=&cvid=28D836A4903C40ED8C0E4F437E8EDB D9&ghsh=0&ghacc=0&ghpl=
- Wikipedia. Espectrómetro. <https://es.wikipedia.org/wiki/Espectr%C3%B3metro>



El Doctor Carlos Alejandro Goitia Cortez, es Farmacéutico con Mención Tecnología Industrial de Medicamentos, egresado de la Universidad Santa María, con 35 años de experiencia en el área de la profesión, Magíster Scientiarum y Especialista en Gerencia Empresarial. Es Oficial de Comando retirado por propia solicitud de las Fuerzas Armadas de Venezuela Promoción 2003, Auditor interno ISO 9001 y ha sido Regente en la Cadena de Farmacias Farmatodo C.A. posicionada en Venezuela y Colombia. Actualmente cursa el Doctorado en Ciencias de la Educación por la Universidad Latinoamericana y del Caribe.

Perito en Química Forense y Perito en Toxicología Forense, calificado por el Consejo de la Judicatura del Ecuador, con más de 20 años de experiencia entre el Laboratorio Criminalístico, Científico y Tecnológico de la Guardia Nacional Bolivariana de Venezuela y el Servicio Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses del Ecuador.

Al presente, es Docente de Toxicología, Metodología de la Investigación y Matemática Básica, Tutor Académico y miembro de la Comisión de Bienestar Estudiantil, en la Carrera de Laboratorio Clínico; Docente de Bioética en la Carrera de Obstetricia – Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Central del Ecuador; Asimismo, ha impartido Química y Toxicología Forense en el Instituto Ecuatoriano de Ciencias Forenses, y Farmacología a los auxiliares de farmacia en diversos institutos del Ecuador.

Proponente del Programa de “Maestría en Diagnóstico de Laboratorio Clínico y Molecular”, de la Universidad Central del Ecuador, aprobado por el Consejo de Educación Superior CES.

Tiene experiencia en la industria farmacéutica en control de calidad, producción, logística y microbiología en laboratorios multinacionales como Beckman-Coulter.

Desde hace más de 17 años, es Docente Universitario en instituciones de alto prestigio, entre ellas: Academia Militar de Venezuela, Escuela de Formación de Oficiales de la Guardia Nacional Bolivariana de Venezuela, Colegio Universitario de Administración y Mercadeo, y en Postgrado Docente de Toxicología Forense en la Escuela Nacional de la Defensa Pública.

Autor de la obra: “Nociones de Toxicología” (2023) con Aval Académico y Publicación de la Universidad Central del Ecuador. Coautor de las obras: “Ingeniería Ambiental Aplicada” (2024) y “Lixiviados y Desechos Sólidos” (2024).

