


	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 V. 00
		Página	1 de 68

MANUAL DE LABORATORIO DE QUÍMICA ORGÁNICA I

Yaneth Cardona Rodríguez
Qca. M.Sc

Rosana Suárez Jauregui
Qca. M.Sc

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
PAMPLONA, NORTE DE SANTANDER.
COLOMBIA
2018**

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 V. 00
		Página	1 de 68

CONTENIDO

Presentación del laboratorio de Química Orgánica I.....	3
I. Instrucciones generales	3
II. Instrucciones sobre operaciones en el laboratorio.	4
<i>Contaminación de reactivos</i>	4
<i>Transferencia de sólidos</i>	4
<i>Transferencia de líquidos</i>	5
<i>Medida de volúmenes</i>	5
III. Guía para llevar el cuaderno de laboratorio	7
IV. Informe de laboratorio.....	8
 Diferenciación de compuestos orgánicos e inorgánicos y destilación fraccionada	12
 Destilación por arrastre de vapor	21
 Propiedades físicas y clasificación de compuestos orgánicos de acuerdo con su solubilidad	161
 Identificación de grupos funcionales orgánicos	29
 Análisis elemental cualitativo	34
 Síntesis del cloruro de ter-Butilo a través de una reacción SN₁.....	41
 Síntesis de bromuro de n-Butilo a través de una reacción SN₂.....	47
 Obtención y reconocimiento de alcanos, alquenos y alquinos.....	5247
 Alcoholes	577
 Síntesis de éter dietílico	62
 ANEXOS	66
Anexo A. Normas de seguridad en el laboratorio de química.	6666
Anexo B. Presentación de referencias bibliográficas.	7070

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 V. 00
		Página	1 de 68

Anexo C. Factores de conversión	72
Anexo D. Propiedades fisicoquímicas de sustancias comunes.	74
Anexo E. Bibliografía de interés	76

1. TITULO

Presentación del laboratorio de Química Orgánica I

2. OBJETIVO

- ❖ El objetivo de este laboratorio es dar al estudiante las instrucciones generales tanto de seguridad como de entrega de informes y evaluación del correspondiente curso.

3. MARCO TEÓRICO

I. Instrucciones generales

Tenga en cuenta las siguientes instrucciones generales.

- 1º. Se debe conocer la ubicación de los elementos de seguridad en el lugar de trabajo: extintores, salidas de emergencia, lavaojos, gabinete para contener derrames y línea de desechos, etc.
- 2º. No se permite comer, beber, fumar o maquillarse dentro del laboratorio, ni se deben guardar alimentos.
- 3º. Se debe utilizar una vestimenta apropiada para realizar trabajos de laboratorio y **cabello recogido** (bata preferentemente de algodón y de mangas largas, **zapatos cerrados, evitando el uso de accesorios colgantes**).
- 4º. Para asistir al laboratorio cada alumno deberá llevar **gafas de seguridad, guantes de nitrilo, bata de laboratorio manga larga, un paño para la limpieza de su mesa de trabajo, gotero, cinta de enmascarar, marcador borrable y marcador permanente, además de jabón y cuaderno de trabajo**.
- 5º. Todos los alumnos deberán conocer el nombre de los utensilios de trabajo que van a manejar.
- 6º. Antes de entrar en el laboratorio, cada alumno deberá haber estudiado cuidadosamente la práctica que va a realizar y las instrucciones correspondientes, **por ello deberá presentar un pre-informe de laboratorio para poder ingresar a dicho recinto**. Cualquier duda deberá resolverla antes de empezar el trabajo.
- 7º. Durante la realización de la práctica deberá anotar en su cuaderno todas las observaciones que realice y los cálculos que desarrolle. Agilizar la capacidad de observación es uno de los primeros objetivos del curso práctico.
- 8º. Los residuos inservibles y los productos sólidos de deshecho no deben abandonarse sobre la mesa ni arrojarse al suelo o a la pila de desagüe sino únicamente a la basura o a los recipientes habilitados para ello. Los productos líquidos de deshecho, se depositarán en los recipientes destinados a tal efecto. Si por descuido se vierte cualquier sustancia sobre la mesa, debe ser inmediatamente recogida. La mesa de trabajo debe estar siempre limpia y ordenada. Al final

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 V. 00
		Página	1 de 68

de cada sesión todo el material debe ser adecuadamente recogido. El material de vidrio que se rompa, se entregará al ayudante de laboratorio que procederá a su reposición. Los fragmentos de vidrio roto no se tirarán a la basura normal sino que se depositarán en los recipientes especiales para vidrio.

- 9º. Para verter sustancias en la pila de desagüe ha de tomarse la precaución de abrir la llave previamente para diluirlas, especialmente si se trata de ácidos o bases fuertes. Cuando se utilice ácido, recuerde que el agua nunca se añade sobre este: *“el ácido se añade sobre el agua”*.
- 10º. Se debe trabajar en campanas de extracción de gases siempre que se utilicen sustancias que así lo requieran (volátiles, inflamables, irritantes, o con cualquier otro grado de peligrosidad). Nunca debe calentarse con el mechero un líquido que produzca vapores inflamables. Cuando se caliente un tubo de ensayo, debe cuidarse que la boca del tubo no se dirija hacia ninguna persona cercana. Nunca deben dejarse los reactivos cerca de una fuente de calor.
- 11º. Cualquier accidente, corte o quemadura que sufra algún estudiante, debe comunicársele inmediatamente al profesor. Si por descuido se ingiere cualquier reactivo debe enjuagarse rápidamente con agua abundante y consultar al profesor. **Importante: se prohíbe pipetear cualquier producto con la boca.**
- 12º. Un posible peligro de envenenamiento, frecuentemente olvidado, es la contaminación a través de la piel. Lávese las manos inmediatamente después de exponerse a un reactivo peligroso y antes de dejar el laboratorio. Es conveniente usar **guantes de nitrilo** cuando se trabaja con reactivos peligrosos. Los símbolos de peligrosidad de las sustancias se muestran en la tabla 1.
- 13º. No deben transportarse innecesariamente los reactivos de un sitio a otro del laboratorio. Si tuviese que transportarlos, tenga cuidado con las botellas que deben ser siempre transportadas cogiéndolas por el fondo, nunca por la boca.
- 14º. El lugar y el material de trabajo deben quedar limpios y ordenados.
- 15º. **Hasta que el profesor no de su autorización no se considera finalizada la práctica y por lo tanto, no se puede salir del laboratorio.**

II. Instrucciones sobre operaciones en el laboratorio.

Contaminación de reactivos

La contaminación de reactivos sólidos y líquidos puede evitarse teniendo en cuenta las siguientes normas:

1. La parte interna del cierre de los frascos de los reactivos nunca se pondrá en contacto con la mesa y otras fuentes de contaminación.
2. Un reactivo cristalino o en polvo se sacará de su frasco con una espátula limpia y seca.
3. Después de que se saca una muestra de reactivo de un frasco, no debe devolverse al frasco ninguna porción de ella.
4. Antes de sacar una muestra de reactivo del frasco se debe estar seguro que es el reactivo necesario en la experiencia.

Transferencia de sólidos

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 V. 00
		Página	1 de 68

Cantidades pequeñas de un reactivo sólido granulado o en polvo se transfieren desde un frasco a un recipiente, generalmente con una espátula limpia y seca.

1. Para sacar una gran cantidad de un reactivo sólido del frasco almacén se gira éste lentamente de un lado a otro en posición inclinada.
2. Un trozo de papel limpio y blanco ayuda a extraer un reactivo sólido de un frasco almacén y echarlo en un recipiente que tiene una abertura relativamente pequeña. Si se trata de grandes cantidades se utiliza un trozo de papel enrollado en forma de cono y si son pequeñas cantidades se vierte el sólido en una estrecha de papel previamente doblada. El papel se inserta en la pequeña apertura del recipiente y el reactivo se transfiere fácilmente. Si el sólido se va a disolver, se puede recoger en un embudo previamente dispuesto y añadir el disolvente a través del embudo en fracciones sucesivas para no dejar nada de sólido en el embudo.

Transferencia de líquidos







Para evitar salpicaduras al verter un líquido de un recipiente a otro se apoya una varilla de vidrio sobre el pico del recipiente de forma que el líquido fluya por la varilla y se recoja en el otro recipiente.

Si el recipiente tiene una abertura pequeña, debe utilizarse un embudo de vidrio seco y limpio en el que caiga el líquido procedente de la varilla.

Medida de volúmenes

Son cuatro los instrumentos utilizados para la medida de volúmenes líquidos: pipetas, probetas, buretas y matraces aforados. Estos instrumentos tienen marcas grabadas en su superficie que indican volúmenes determinados. Las pipetas y las buretas se utilizan para transferir volúmenes de líquido cuya medida requiere cierta exactitud. Los matraces aforados se emplean para preparar volúmenes determinados de disoluciones de concentración conocida con una cierta exactitud. Las probetas se emplean cuando el volumen a medirse no requiere de una gran exactitud. La precisión de las medidas obtenidas con las probetas disminuye a medida que aumenta su capacidad. Para medir el volumen, el nivel del líquido se compara con las marcas de graduación señaladas sobre la pared del instrumento de medida. Dicho nivel se lee en el fondo del menisco que se forma en el líquido. Se obtienen lecturas exactas situando el ojo a la altura del menisco.

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 V. 00
		Página	1 de 68

Tabla 1. Símbolos de peligrosidad más habituales	
Símbolo	Tipo de sustancia
	Explosivas. Sustancias y preparados que pueden explosionar bajo el efecto de una llama.
	Comburente. Sustancias y preparados que, en contacto con otros, particularmente con los inflamables, originan una reacción fuertemente exotérmica.
	<p>Extremadamente inflamables Sustancias y productos químicos cuyo punto de ignición sea inferior a 0°C, y su punto de ebullición inferior o igual a 35°C.</p> <p>Fácilmente inflamables</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sustancias y preparados que, a la temperatura ambiente, en el aire y sin aporte de energía, puedan calentarse e incluso inflamarse. • Sustancias y preparados en estado líquido con un punto de ignición igual o superior a 0°C e inferior a 21°C. • Sustancias y preparados sólidos que puedan inflamarse fácilmente por la acción breve de una fuente de ignición y que continúen quemándose o consumiéndose después del alejamiento de la misma. • Sustancias y preparados gaseosos que sean inflamables en el aire a presión normal. • Sustancias y preparados que, en contacto con el agua y el aire húmedo, desprendan gases inflamables en cantidades peligrosas. <p>Inflamables Sustancias y preparados cuyo punto de ignición sea igual o superior a 21°C e inferior a 55°C.</p>
	Muy tóxicas. Sustancias y preparados que por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan entrañar riesgos graves, agudos o crónicos, e incluso la muerte.
	<p>Nocivas. Sustancias y preparados que por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan entrañar riesgos de gravedad limitada.</p> <p>Irritantes. Sustancias y preparados no corrosivos que por contacto inmediato, prolongado o repetido con la piel o mucosas pueden provocar una reacción inflamatoria.</p>
	Corrosivas. Sustancias y preparados que en contacto con los tejidos vivos puedan ejercer sobre ellos una acción destructiva.

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 V. 00
		Página	1 de 68

III. Guía para llevar el cuaderno de laboratorio

El uso adecuado del cuaderno del laboratorio es una cualidad adquirida que requiere práctica. El completo cuidado de registro de eventos y observaciones puede ser aplicado en muchos campos. Las claves para un buen cuaderno de laboratorio son:

- ❖ Descripciones buenas y concisas
- ❖ Claro esquema

Las razones para mantener un cuaderno de laboratorio son muchas. Por ejemplo, repeticiones innecesarias de experimentos pueden ser evitadas teniendo un buen registro de notas. En situaciones en la industria, puede ser usado como evidencia para disputas de patentes o para verificación de evaluación de productos.

El cuaderno de laboratorio debe estar bien organizado y completo para que pueda ser una herramienta útil. El contenido debe ser completo, de tal manera que una persona con el mismo nivel del autor pueda leer el cuaderno y reproducir los experimentos.

El Cuaderno:

1. **Debe ser cocido** para evitar la pérdida de hojas.
2. **No se deben remover páginas del cuaderno o dejar páginas en blanco.** La excepción es la primera hoja donde se debe incluir la tabla de contenido cuando el trabajo sea concluido.
3. Todas las páginas deben ser numeradas consecutivamente.
4. La tabla de contenido debe aparecer en la primera hoja del cuaderno.

Adecuado registro de la información:

Técnicas experimentales, datos y observaciones deben ser registradas a medida que el trabajo es desarrollado.- Esto ayuda a evitar pérdida de información importante que puede ser olvidada.

Títulos claros y descriptivos ayudan al experimentador a organizar la información importante. Comúnmente, el cuaderno de laboratorio es escrito en primera persona para dar crédito al autor del trabajo realizado.

Tomar datos de interés de los equipos utilizados, dicha referencia debe incluirse en el cuaderno (equipo, fabricante, modelo, etc...).

Material de escritura:

Usar un lapicero de tinta permanente. **No usar lápiz.**

No se permite el uso de correctores líquidos. Si se comete algún error en el registro de información, se debe colocar una línea sobre la parte errada y colocar al lado de información correcta.

Organización de la información:

La habilidad más importante para mantener el cuaderno de notas es aprender a organizar la

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 V. 00
		Página	1 de 68

información para que sea de acceso fácil y entendible.

El formato para cada experimento puede variar dependiendo de las metas planteadas.

La discusión de resultados es una parte importante del reporte. Debe ser breve y concisa de lo que fue desarrollado o aprendido.

Tablas y gráficas:

Las tablas y gráficas son importantes para organizar y presentar los datos. Cuando haga una tabla, tenga en cuenta los datos que va a registrar y deje un espacio para el cálculo de datos y comentarios. Otros puntos para recordar:

- ❖ Cada tabla o gráfica requiere de un título descriptivo. **Numere las tablas y gráficas consecutivamente.**
- ❖ Escribir las correspondientes unidades de medida en las columnas de las tablas o en los ejes de las gráficas.
- ❖ Anote la localización de cualquier dato adicional usado para el cálculo.

Discusión o evaluación de datos:

Anotar las ideas y pensamientos acerca del experimento y lo que usted percibe de los resultados obtenidos. Puede incluir sugerencias para mejorar la técnica, equipo, cantidades de materiales usado. Rescriba la meta del experimento y lo que fue encontrado. ¿Ayuda esto a apoyar la hipótesis?, ¿Cuáles futuros experimentos podrían ser realizados para apoyar o refutar lo que usted ha hecho?

IV. Informe de laboratorio.

El informe o reporte del laboratorio, es la puesta por escrito de los resultados de **SU** experimento. **Ningún tipo de plagio es permitido.** Esto puede ser:

- **Copia de datos de otra persona.**
- **Copia de texto de reportes viejos o de reportes de otros estudiantes de su clase.**
- **Copia exacta de texto de un libro, revista etc... sin escribir la respectiva referencia.**

Usted debe presentar sus propios resultados lo mejor que pueda, si usted tiene problemas con la escritura científica, está a tiempo de empezar a trabajar en ello.

El informe debe incluir una fotocopia de las secciones relevantes de su cuaderno de notas, el cual debe ser firmado por el docente al terminar la práctica, como apéndice. Estas deben ser referenciadas en su reporte, “según los resultados obtenidos se puede concluir.... (*Cuaderno de notas del laboratorio*)”

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 V. 00
		Página	1 de 68

Los informes deben ser escritos: a mano, con letra legible y con lapicero de tinta negra o en computador siguiendo las pautas de un artículo científico (ver secciones). Cuando escriba el reporte de laboratorio debe considerarlo como un ejemplo del tipo de reporte que usted haría en su trabajo. Pregúntese: ¿Está tan bien preparado como para entregárselo al jefe? Tenga en mente las limitaciones de tiempo y de equipo.

Las figuras y tablas tienen que ir enumeradas en orden secuencial con el respectivo título. Las ecuaciones tienen que ser escritas en una línea separada con la respectiva referencia.

SECCIONES DEL INFORME DE LABORATORIO Y CALIFICACIÓN:

En caso de elaborar el informe en computador, deberá realizarse en letra tipo Arial tamaño 12.

TÍTULO: Debe estar centrado, en mayúscula, negrita y **debe coincidir con la práctica realizada, en caso de que no coincida, el informe NO será calificado.**

AUTORES: Integrantes del grupo de laboratorio, deben estar separados por punto y coma, centrados y en negrita. Ejemplo:

**MANTILLA SÁNCHEZ, Angie Daniela; RODRÍGUEZ ALMEYDA, Rodrigo Andrés y
VILLAMIZAR TORRES, Lilia Juliana.**

RESUMEN (0,5): Resumen de 1-5 frases (máximo 120 palabras), que expliquen que se hizo, porque se realizó, que se obtuvo y porque es importante. En una compañía este resumen es sumamente importante y crítico, hasta el punto que es la única parte que muchas personas leen. Es muy importante aprender cómo decir el punto principal en pocas frases. Los resúmenes no contienen referencias.


ABSTRACT: Resumen en inglés.

PALABRAS CLAVE(S) (0,2): 5 a 7 palabras consideradas como “claves” en la práctica realizada.

KEYWORDS: Palabras clave(s) en inglés.

INTRODUCCIÓN (0,5): Marco teórico, describe las bases teóricas del experimento, incluye todas las ecuaciones y demostraciones necesarias para entender el reporte. Generalmente la introducción contiene las referencias de los trabajos realizados previamente, que son importantes para el informe, y **todos tienen que estar citados en la bibliografía.** Lo anterior no significa que usted tenga que ser un tratado de química referente al tema, sea conciso. **La introducción debe escribirse a modo de ensayo y debe incluir MÍNIMO un artículo científico de habla inglesa.**

PARTE EXPERIMENTAL: Tiene que describir todos los materiales, reactivos y equipos con sus respectivas referencias y la forma como los utilizó de una manera tan clara que cualquier otra persona leyendo su informe pueda repetir el procedimiento sin prestarse a confusiones. Este espacio consta de dos partes:

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 V. 00
		Página	1 de 68

Materiales y reactivos (0,2): Citar montajes, equipos y reactivos con sus respectivas marcas, modelos y concentraciones, nada debe ir en lista y debe evitar escribir vidriería.

Procedimiento (0,3): Relate lo realizado (pasado, tercera persona), ciñéndose al procedimiento seguido en el laboratorio, incluidas las modificaciones que se consideraron necesarias en su momento.

RESULTADOS Y ANÁLISIS (2,0): Tablas de resultados y cálculos, los cuales deben usar las ecuaciones reportadas en la introducción. En esta parte, después de presentados los resultados, **debe realizarse el análisis e interpretación de los mismos** y la simultanea discusión de los problemas que se pudieron presentar con el experimento, las posibles fuentes de error y la propagación del error si es necesario. Esta puede ser cualitativa o cuantitativa dependiendo de la medida. Esta es una parte muy importante del reporte pues es aquí donde se justifica si los resultados obtenidos son válidos o no y por lo tanto deben tenerse en cuenta o desecharse. No olvide interpretar los resultados en el contexto del tema que se esa tratando e incluir la validez que usted le da a los mismos con base en la discusión hecha.

CONCLUSIONES (0,5): Como su nombre lo dice hace referencia a los aspectos más relevantes que **usted obtuvo o consiguió con la práctica de laboratorio**. Deben ser muy concisas y describir la importancia de los resultados, evite poner introducción o conjugar en pasado los objetivos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS (0,3): Enumerar las respectivas referencias de acuerdo a su aparición en el reporte. En el reporte usar corchetes para las referencias, ejemplo: [1,4,8] o superíndices, ejemplo: ^{1,4,8}. Utilizar paréntesis para enumerar las ecuaciones (1).

ANEXOS

Respuesta a las preguntas formuladas en la guía (0,5): Responda las preguntas formuladas en la guía cuando haya lugar. En caso de que no haya preguntas en la guía; este 0,5 se tendrá como calificación del análisis de resultados, que en este caso será de 2,5.

Además anexe:

Las respectivas copias de su cuaderno de notas del laboratorio (en caso de ser necesario).
Otra información que usted considere importante para complementar el reporte.

Importancia relativa de las secciones del reporte: En un trabajo su jefe, típicamente leerá solamente el resumen y algunas veces la sección de conclusiones. Si estas secciones resultan importantes, el jefe leerá la sección de discusión. Usualmente confiarán en que usted trabajó bien la parte experimental y la sección de errores, al menos que ocurra alguna razón para dudar de los resultados. Mirando las cosas desde este punto de vista, las secciones de la parte experimental y los errores son importantes para validar sus resultados.

Calificación:

10% Resumen.

4% Palabras clave(s).

10% Introducción.

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 V. 00
		Página	1 de 68

10% Parte Experimental.
 40% - 50% Resultados y análisis.
 10% Conclusiones
 6% Referencias
 0 – 10% Anexos

Los reportes de laboratorio deben ser entregados una semana después de que se realizó la parte experimental, antes de iniciar la práctica siguiente. **NO SE ACEPTAN REPORTES FUERA DE LA FECHA LÍMITE.** Si desea más información sobre cómo presentar el informe de laboratorio, se recomienda leer el artículo “Algunas claves para escribir correctamente un artículo científico” de Villagran y Harris.

4. MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS

No aplica

5. REACTIVOS

No aplica

6. PROCEDIMIENTO

Discusión de procedimiento que se seguirá para trabajar en el laboratorio y aclaración de dudas a los estudiantes.

7. NIVEL DE RIESGO

Ninguno

8. BIBLIOGRAFÍA

- S. Bawn, W. Bowen: "Laboratory Exercises in Organic and Biological Chemistry" 2º Edición. Mac Millan Publishers, New York 1981.
- A. Pomilio, A. Vitale "Métodos Experimentales de Laboratorio en Química Orgánica." O.E.A. 1988

9. ANEXOS

No aplica

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 V. 00
		Página	1 de 68

1. TITULO

Diferenciación de compuestos orgánicos e inorgánicos y destilación fraccionada

2. OBJETIVO

- El alumno diferenciará un compuesto orgánico de uno inorgánico mediante diferentes pruebas de laboratorio.
- El estudiante aprenderá a llevar a cabo la separación de dos líquidos miscibles con puntos de ebullición cercanos.

3. MARCO TEÓRICO


La presencia del carbono en una molécula se manifiesta en la combustión mediante la formación de un residuo negro (carbonización), o bien los enlaces moleculares se manifiestan al tratar de solubilizar las diferentes sustancias.

Por otra parte, la separación y purificación de líquidos por destilación constituye una de las principales técnicas para purificar líquidos volátiles, así por ejemplo la destilación hace uso de la diferencia entre los puntos de ebullición de las sustancias que constituyen una mezcla.

Existen varios tipos de destilaciones, pero independientemente del tipo hay dos fases involucradas en el proceso, que son la vaporización (transformación del líquido en vapor) y la condensación (transformación del vapor en líquido); dichas etapas se logran suministrando calor a la mezcla, pero como es una mezcla de diferentes líquidos, el de menor punto de ebullición se vaporiza en primer lugar y luego se produce la condensación de ese vapor al ponerlo en contacto con una superficie fría. La elección del tipo de destilación a realizar se hace de acuerdo con las propiedades del líquido que se pretenda purificar y de las impurezas que lo contaminan.

La destilación fraccionada es una técnica que se utiliza en la separación de sustancias cuyos puntos de ebullición difieren entre sí menos de 25°C. La diferencia con la destilación simple es que incorpora una columna de fraccionamiento (o de rectificación) entre la disolución y el refrigerante. La columna de fraccionamiento consta de un tubo largo de vidrio que lleva en su interior un relleno inerte (hélices de vidrio) o unos platos de condensación.

La columna aporta una gran superficie para el intercambio entre el vapor que sube y el condensado que desciende, lo que hace posible una serie de vaporizaciones y condensaciones a lo largo de la columna. En la figura 1. Se encuentra en montaje de dicha destilación. En la figura 1. Se encuentra en montaje de dicha destilación.

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 V. 00
		Página	1 de 68

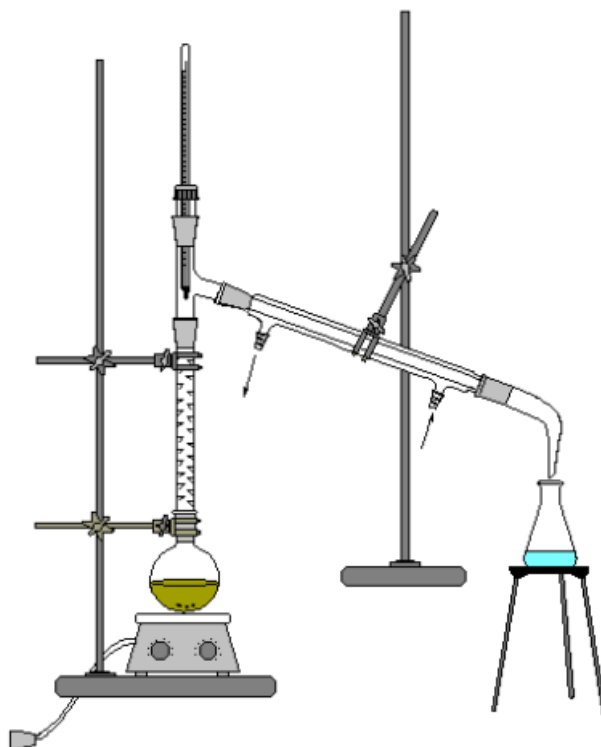


Figura 1. Montaje Destilación Fraccionada

4. MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS

- 1 Gradilla
- 2 Tubos de ensayo
- 2 Capsulas de porcelana
- 1 Pinza de combustión
- 1 Mechero de Bunsen
- 1 soporte con malla y pinza
- 1 Agitador
- 1 Pipeta 10 mL
- 1 Pipeteador
- Montaje destilación fraccionada
- Probeta 125 mL
- 9 Vasos de precipitado 100 mL

5. REACTIVOS

- Agua Destilada
- Perlas de ebullición
- Almidón Sulfato de cobre II
- Cloruro de Sodio
- *Aserrín
- *Azúcar
- *Algodón

*** Suministrado por los estudiantes**

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 V. 00
		Página	36 de 68

6. PROCEDIMIENTO

DIFERENCIAS ENTRE COMPUESTOS ORGÁNICOS E INORGÁNICOS

1. Coloque 1 g de almidón en una cápsula de porcelana y caliente, observe qué ocurre y tome nota de los resultados.
2. Repita el paso anterior con Cloruro de Sodio, aserrín, Sulfato de cobre, azúcar y un pequeño trozo de algodón.
3. Coloque en un tubo de ensayo 1 g de azúcar y en otro 1 g de Cloruro de sodio, añada a los 2 tubos de ensayo aproximadamente 10 ml de agua destilada, agite y observe. Tome nota del tiempo empleado en solubilizarse completamente.

DESTILACIÓN FRACCIONADA

1. Tome 100 mL de la solución problema
2. Vierta la cantidad tomada en el matraz de destilación y adicione perlas de ebullición para que la mezcla hierva de forma suave y no se produzcan sobrecalentamientos.
3. Arme el montaje (Figura 1) correspondiente a destilación fraccionada y comience el calentamiento de la solución problema.
4. Cuando la solución empiece a destilar (primera gota recolectada) tome nota de la temperatura y recoja el destilado en una probeta de 125 mL.
5. Cuando haya recogido 10 mL de destilado, repita los pasos anteriores. La práctica se da por finalizada cuando se han recogido en la probeta 90 mL de destilado. Los datos obtenidos serán representados en una gráfica volumen-temperatura y de esta forma se obtiene la curva real de destilación fraccionada que se comparará con la curva teórica (Proporcionada por el docente, según sea su muestra problema).

7. NIVEL DE RIESGO

Medio. No olvidar que la eficiencia y buenos resultados en la práctica de laboratorio, además de la seguridad del personal que ejecuta la práctica dependen del cumplimiento de ciertas normas, que aunque en su mayoría se derivan del sentido común, es necesario hacer nota para tenerlas presentes.

- No dejar botellas abiertas y sin marcar, limpiar cualquier derrame, disponer de los desechos químicos en las líneas de desecho apropiadas.

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 V. 00
		Página	36 de 68

- Tener cuidado con el montaje.

Dejar el sitio de trabajo completamente limpio y ordenado, arrojando los desechos en los sitios designados para ello.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Brewster, R. Q.; Mc. Ewen, W. E.; van der Werf, C. A. Curso Práctico de Química Orgánica, 2da ed. Editorial Alhambra, Madrid, 1970.
- Cheronis, N. D. Macro y semimicro métodos en la Química Orgánica. N. Marín, Barcelona, 1947. Pág. 168-182.
- Durst, H. D.; Gokel, G. W. Química Orgánica Experimental. Editorial Reverté, Barcelona, 1985. Reimpresión, 2004.
- Gomez, M. J.; Moreno, P. N. Manual de prácticas de Análisis Orgánico. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 1988.
- Lozano, L. A. Laboratorio de Química Orgánica I. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, 2004.
- Shriner, R. L.; Fuson, R. C.; Curtin, D. Y. Identificación Sistemática de Compuestos Orgánicos. LIMUSA, México, 2008.

9. ANEXOS

No Aplica

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 V. 00
		Página	36 de 68

1. TITULO

Destilación por arrastre de vapor

2. OBJETIVO

- Familiarizar al estudiante con la destilación por arrastre de vapor.
- Extraer una esencia pura, haciendo uso de la destilación por arrastre de vapor.
- Conocer los usos de esta destilación, como son la separación de mezclas líquidas y la obtención de esencias puras.

3. MARCO TEÓRICO

Los métodos físicos de purificación son: destilación, extracción, sublimación, cristalización y cromatografía.

Destilación

La separación y purificación de líquidos por destilación constituye una de las principales técnicas para purificar líquidos volátiles. La destilación hace uso de la diferencia entre los puntos de ebullición de las sustancias que constituyen una mezcla.

Extracción

La extracción es una técnica de separación que se puede aplicar a todo tipo de mezclas, ya sean éstas sólidas, líquidas o gaseosas. La extracción se puede basar en la diferencia de solubilidad de los componentes de una mezcla en un disolvente adecuado. En la actualidad hay diferentes metodologías para realizar extracciones, las cuales se dividen en: clásicas, asistidas y modernas.

Sublimación

La sublimación es el paso de una sustancia del estado sólido al gaseoso, y viceversa, sin pasar por el estado líquido. Se puede considerar como un modo especial de destilación de ciertas sustancias sólidas. El punto de sublimación o temperatura de sublimación, es aquella en la cual la presión de vapor sobre el sólido es igual a la presión externa. La capacidad de una sustancia para sublimar dependerá por tanto de la presión de vapor a una temperatura determinada y será inversamente proporcional a la presión externa, cuanto sea menor la diferencia entre la presión externa y la presión de vapor de una sustancia más fácilmente sublimará.

Cristalización

El proceso de cristalización es un proceso dinámico, de manera que las moléculas que están en la disolución están en equilibrio con las que forman parte de la red cristalina.

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 V. 00
		Página	36 de 68

Cromatografía

Las técnicas cromatográficas para el análisis y purificación de los productos de reacción son ampliamente utilizadas en el laboratorio. La técnica cromatográfica de purificación consiste en separar mezclas de compuestos mediante la exposición de dicha mezcla a un sistema bifásico equilibrado. Hay diferentes tipos de cromatografía y se puede hablar de diferentes clasificaciones, siendo una de las comunes: cromatografía plana y cromatografía en columna.

Destilación por arrastre de vapor

Dentro de las técnicas de destilación, encontramos la destilación por arrastre de vapor; la cual, es una técnica aplicada en la separación de sustancias poco solubles en agua, se emplea para separar una sustancia de una mezcla que posee un punto de ebullición muy alto y que no presenta descomposición al destilarse. También se emplea para purificar sustancias contaminadas por grandes cantidades de impurezas resinosas y para separar disolventes de alto punto de ebullición de sólidos que no se arrastran, además de la obtención de esencias puras a partir de materia vegetal.

La presión del vapor de un líquido es la presión del gas (o del vapor) que recoge sobre el líquido en un envase cerrado a una temperatura dada. La presión del vapor de agua en un envase cerrado en el equilibrio se llama la presión del vapor. La teoría molecular cinética sugiere que la presión del vapor de un líquido depende de su temperatura, consecuentemente, la presión del vapor de un líquido también aumenta al aumentar la misma.

Ley de Dalton

Los vapores saturados de los líquidos inmiscibles siguen la Ley de Dalton sobre las presiones parciales, la cual enuncia: *“cuando dos o más gases o vapores, que no reaccionan entre sí, se mezclan a temperatura constante, cada gas ejerce la misma presión que si estuviera solo y la suma de las presiones de cada uno, es igual a la presión total del sistema”*. Su expresión matemática es: $P_T = P_1 + P_2 + \dots + P_n$

Al destilar una mezcla de dos líquidos inmiscibles, su punto de ebullición será la temperatura a la cual la suma de las presiones de vapor es igual a la atmosférica. Esta temperatura será inferior al punto de ebullición del componente más volátil. Si uno de los líquidos es agua (destilación por arrastre con vapor de agua) y si se trabaja a la presión atmosférica, se podrá separar un componente de mayor punto de ebullición que el agua a una temperatura inferior a 100°C. Esto es muy importante cuando el compuesto se descompone a su temperatura de ebullición o cerca de ella. En general, esta técnica se utiliza cuando los compuestos cumplen con las condiciones de ser volátiles, inmiscibles en agua, tener presión de vapor baja y punto de ebullición alto.

Aceites esenciales

La destilación por arrastre con vapor también se emplea con frecuencia para separar aceites esenciales de tejidos vegetales. Los aceites esenciales son mezclas complejas de hidrocarburos, terpenos, alcoholes, compuestos carbonílicos, aldehídos aromáticos y fenoles. Estos aceites se encuentran en hojas, cáscaras o semillas de algunas plantas. En la materia vegetal, se encuentran

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 V. 00
		Página	36 de 68

almacenados en glándulas, conductos, sacos, o simplemente reservorios dentro del vegetal, por lo que es conveniente desmenuzar el material para exponer esos reservorios a la acción del vapor de agua. Los aceites esenciales son productos naturales aplicados en diferentes industrias, como son la farmacéutica, alimenticia, en perfumería, entre otros usos. Actualmente, se constituyen en productos alternativos para la elaboración de biopesticidas o bioherbicidas y una de las metodologías empleadas comúnmente para su obtención es la destilación por arrastre con vapor, en sus diferentes modalidades. La pureza y el rendimiento del aceite esencial dependerán de la técnica que se utilice para el aislamiento.

Cuando se usa vapor saturado o sobrecalentado, generado fuera del equipo principal, ya sea por una caldera, una olla de presión o un matraz adecuado, esta técnica recibe el nombre de “destilación por arrastre con vapor”, propiamente dicha, también se puede usar el llamado “método directo”, en el que el material está en contacto íntimo con el agua generadora del vapor. En este caso, se ponen en el mismo recipiente el agua y el material a extraer, se calientan a ebullición y el aceite extraído es arrastrado junto con el vapor de agua hacia un condensador que enfría la mezcla, la cual es separada posteriormente para obtener el producto deseado. Este método es usado de preferencia cuando el material a extraer es líquido.

Una variante de esta última técnica es la llamada “*hidrodestilación*”, en la que se coloca una trampa al final del refrigerante, la cual va separando el aceite del agua condensada, con lo cual se mejora y se facilita el aislamiento del aceite esencial. También puede montarse como un reflujo, con una trampa de Clevenger para separar aceites más ligeros que el agua.

El vapor de agua condensado acompañante del aceite esencial es llamado “agua floral” y posee una pequeña concentración de los compuestos químicos solubles del aceite esencial, lo cual le otorga un ligero aroma, semejante al del aceite obtenido. En algunos equipos industriales, el agua floral puede ser reciclada continuamente, o bien, es comercializada como un subproducto (Agua de Colonia, Agua de Rosas, etc.).

4. MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS

- 1 matraz kitazato 250mL.
- 1 Matraz Erlenmeyer 250mL
- 1 Refrigerante con mangueras
- 1 tapón.
- 1 vaso de precipitado 100mL.
- 3 soportes con pinzas, aro y malla
- 1 embudo de separación
- 1 probeta 100mL
- 1 Pinza de madera
- 1 Mechero de Bunsen
- 1 Agitador
- 1 Termómetro
- Pipeta 10mL
- Pipeta 5 mL
- 1 Pipeteador
- 1 mortero con pistilo
- 2 Espátula
- 3 Vasos de precipitado 100mL
- 1 vaso de precipitado 250mL
- Tubos de vidrio en L

5. REACTIVOS

- Éter etílico
- Sulfato de sodio anhidro
- Perlas de ebullición
- Cloruro de sodio

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 V. 00
		Página	36 de 68

- Solución saturada de cloruro de sodio
 - Acetato de etilo
 - Agua destilada
- *Material vegetal (hojas de menta, hierbabuena o eucalipto)

*Un recipiente de vidrio color ámbar.
 *Kit de laboratorio (Paño o toalla, encendedor o caja de fósforos, marcador o cinta de enmascarar, teflón, gotero, guantes de nitrilo)

*** Suministrado por los estudiante**


6. PROCEDIMIENTO

1. Realice el montaje de la figura 1.



Figura 1. Montaje destilación por arrastre de vapor.

- Adicione agua destilada en el matraz 1, generador de vapor (Kitazato).
- Corte la muestra vegetal en pequeños trozos o macere con el mortero (dependiendo la muestra) y ponga los trozos o restos en el matraz 2.
- Tape el matraz 2 y cuide que la conexión de vidrio no se obstruya con los trozos de la muestra, pues de ser así no habrá paso de la corriente de vapor.
- Verifique que el montaje no tenga fugas, use teflón para evitar las mismas.
- Caliente con el mechero el matraz 1 hasta ebullición, con el fin de generar el vapor que pasará al matraz 2, colocado en una manta de calentamiento; extrayéndose de esta manera el aceite esencial, el cual es inmediatamente arrastrado por el vapor de agua en un proceso de codestilación.
- Suspenda el calentamiento cuando el volumen del destilado sea de 100 o 150 mL aproximadamente.
- De este destilado extraiga totalmente el aceite esencial colocando en el embudo de separación el destilado y separando la mayor parte de la fracción acuosa.

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 V. 00
		Página	36 de 68

9. Al aceite sobrenadante (unas cuantas gotas), agregue 5 mL. de acetato de etilo para facilitar su separación.
10. La fase acuosa se desecha y el extracto orgánico se colecta en un matraz Erlenmeyer o un vaso de precipitados
11. Agregue al extracto la cantidad necesaria de sulfato de sodio anhidro para eliminar el agua remanente.
12. Filtre o decante el extracto seco y almacénelo en el recipiente de vidrio color ámbar.

7. NIVEL DE RIESGO

Medio. No olvidar que la eficiencia y buenos resultados en la práctica de laboratorio, además de la seguridad del personal que ejecuta la práctica dependen del cumplimiento de ciertas normas, que aunque en su mayoría se derivan del sentido común, es necesario hacer nota para tenerlas presentes.


- Uso de gafas de seguridad en el calentamiento y bata completamente cerrada, además de zapato cerrado y cabello recogido.
- **Dejar el sitio de trabajo completamente limpio y ordenado, arrojando los desechos en los sitios designados para ello.**

8. BIBLIOGRAFÍA

- Durst, H. D.; Gokel, G. W. Química Orgánica Experimental. Editorial Reverté, Barcelona, 1985. Reimpresión, 2004.
- Gomez, M. J.; Moreno, P. N. Manual de prácticas de Análisis Orgánico. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 1988.
- Lozano, L. A. Laboratorio de Química Orgánica I. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, 2004.
- Shriner, R. L.; Fuson, R. C.; Curtin, D. Y. Identificación Sistemática de Compuestos Orgánicos. LIMUSA, México, 2008.

9. ANEXOS

No aplica

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 V. 00
		Página	36 de 68

1. TITULO

Propiedades físicas y clasificación de compuestos orgánicos de acuerdo con su solubilidad

2. OBJETIVO

- Corregir las temperaturas de ebullición de acuerdo con las variaciones en la presión atmosférica.
- Determinar la pureza de algunos sólidos y líquidos por sus respectivos puntos de fusión y ebullición.
- Aprender a elegir el disolvente ideal en la re cristalización de un sólido partiendo de los resultados obtenidos en las diferentes pruebas de solubilidad en disolventes orgánicos.
- Aprender a clasificar compuestos orgánicos, según su grupo funcional por pruebas de solubilidad.

3. MARCO TEÓRICO


PROPIEDADES FÍSICAS

Las sustancias se caracterizan por sus propiedades y por su composición. El color, punto de fusión y punto de ebullición son propiedades físicas. Una propiedad física se puede medir y observar sin que cambie la composición o identidad de la sustancia.

1. Punto de Fusión:

Esta propiedad, se define como la temperatura a la cual a presión atmosférica se encuentra en equilibrio la fase sólida y la fase líquida de determinada sustancia. En esta fase la sustancia se funde, pasa de estado sólido a líquido. El punto de fusión no varía considerablemente con pequeños cambios en la presión, pero si lo hace con la presencia de impurezas, por lo que esta propiedad se puede usar como punto de identificación y pureza de compuestos orgánicos.

Un compuesto orgánico puro funde usualmente en un rango muy estrecho (1°C o menos), uno impuro lo hace en un rango más amplio (3°C o hasta $10\text{-}20^{\circ}\text{C}$), si el rango de fusión es de 2°C o se encuentra por debajo de este valor, eso indica un compuesto suficientemente puro para la mayoría de usos. Además de un amplio rango de fusión, un compuesto impuro posee un punto de fusión menor que el compuesto puro, así por ejemplo en el caso del ácido benzoico (punto de fusión $121\text{-}122^{\circ}\text{C}$) una muestra impura puede presentar un rango de fusión entre $115 - 119^{\circ}\text{C}$ o más.

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 V. 00
		Página	36 de 68

2. Punto de Ebullición

La temperatura a la cual la presión de vapor de un líquido iguala a la presión ejercida por las moléculas sobre la superficie de este, se denomina punto de ebullición. Cuando la presión ejercida sobre la superficie del líquido es igual a 1 atm se denomina punto de ebullición normal (reportados en la literatura), por lo que cuando esta propiedad se determina a una presión atmosférica diferente de 1atm (760mmHg) se hace necesaria una corrección del valor obtenido. Para que una sustancia alcance su punto de ebullición, es necesario suministrar la energía necesaria para que pase del estado líquido al estado de vapor, durante la ebullición a pesar de que se siga suministrado calor, la temperatura del líquido no aumenta, debido a que la energía calórica es consumida por las moléculas de la sustancia para pasar al estado gaseoso.

A la temperatura de ebullición leída del instrumento de medida se deben hacer dos correcciones, una asociada a la curva de calibración del aparato de medición y otra debida a la presión (como se mencionó en el párrafo anterior), la cual se realiza usando la ecuación 1.

$$\Delta = K * (760 - P) (T + 273) \text{ Ecuación 1}$$

Δ = Corrección debida a la presión.

K = Constante que tiene un valor de 0,00012 para líquidos asociados y de 0,00010 para líquidos no asociados.

P = Presión atmosférica ambiente en mmHg (Para pamplona puede usar 590 mmHg)

T = Temperatura de ebullición después de la corrección según la curva de calibración.


El punto de ebullición NORMAL será igual a la suma del punto de ebullición experimental más la corrección debida a la presión.

En general, los factores que determinan el punto de ebullición son: el peso molecular, la forma lineal o ramificada de las moléculas, su polaridad y la asociación intermolecular, además de ser dependiente de la presión del lugar de la medición. De ahí que se deba hacer una corrección al mismo tiempo que se hace la asociada al instrumento de medida.

Los cambios en la presión atmosférica son debidos en las variaciones en la altura, así un sitio que se encuentre más elevado sobre el nivel del mar va a presentar menores temperaturas de ebullición. Por ejemplo en Medellín (altura de 1500m, 0,84 atmosferas) el agua ebulle a 95°C aproximadamente, mientras que al nivel del mar el agua hierve a 100°C.

La corrección en el punto de ebullición también se puede realizar teniendo en cuenta la tabla Número 1 y la ecuación 2.

Tabla 1.Datos para corrección del punto de ebullición por cambio de presión atmosférica.

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 V. 00
		Página	36 de 68

Variación en T por $\Delta P = 10$ mmHg		
Teb Normal (°C)	Líquidos No Polares	Líquidos Polares
50	0.380	0.320
60	0.392	0.330
70	0.404	0.340
80	0.416	0.350
90	0.428	0.360
100	0.440	0.370
110	0.452	0.380
120	0.464	0.390

$$F_c = \Delta P \times (A / 10 \text{ mmHg}) \text{ Ecuación 2}$$

F_c = Factor de corrección.

ΔP = Cambio de la presión en mmHg

A = Valor correspondiente de la tabla 1

Si el valor de A no se encuentra en la tabla, se debe estimar por interpolación.

CLASIFICACIÓN DE COMPUESTOS ORGÁNICOS DE ACUERDO CON SU SOLUBILIDAD


Un sólido se considera soluble en una fase líquida, cuando al mezclarlos se observa una sola fase homogénea (generalmente en relación 0,05-0,1g soluto en máximo 3mL de disolvente). En este punto son vitales las fuerzas de acción intermoleculares (fuerzas de Van Der Waals, atracciones dipolo-dipolo, puentes de Hidrogeno).

La solubilidad de un sólido en determinado disolvente, se encuentra relacionada con la estructura química de los dos y por ende con las polaridades de los mismos (semejante disuelve a semejante).

Para recrystallizar una sustancia, es ideal un disolvente en el que el soluto es poco soluble en frío y muy soluble en caliente.

4. MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS

- 3 Matraces Erlenmeyer.
- Pipeta graduada de 10 mL.
- Bureta graduada de 25 mL.
- Soporte Universal.
- Pinzas Para Bureta Doble.
- 1 soporte, malla, aro y 2 pinzas
- 1 Gradilla
- 7 Tubos de ensayo
- 1 Pinza de madera
- 1 Mechero de Bunsen
- 1 Agitador
- 1 Termómetro
- Pipeta 10mL
- Pipeta 5 mL
- 1 Pipeteador
- 1 tubo de Thiele
- 2 Vidrios de Reloj
- 2 Espátula
- 3 Vasos de precipitado 100mL
- 1 vaso de precipitado 250mL
- 1 Mortero con pistilo
- 1 Tubo Pyrex

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 V. 00
		Página	36 de 68

5. REACTIVOS

- Glicerina
- Agua Destilada
- Perlas de ebullición
- Cloroformo
- Etanol
- Hexano
- Naftaleno
- Ácido Benzoico
- Acetanilida
- Naftol
- Sacarosa
- Ácido acético
- Hexano
- Capilares
- Aceite mineral
- *Hielo
- *Alambre de cobre (Delgado) o bandita de caucho.
- *Kit de laboratorio (Paño o toalla, encendedor o caja de fósforos, marcador o cinta de enmascarar, teflón, gotero, guantes de nitrilo)

*** Suministrado por los estudiante**

6. PROCEDIMIENTO

PROPIEDADES FÍSICAS

Determinación del punto de ebullición

1. Coloque 2mL del líquido problema en el pyrex.
2. Selle un capilar por un extremo con ayuda del mechero.
3. Introduzca el capilar sellado en el tubo pyrex que contiene el líquido problema (con el extremo abierto sumergido en el líquido, tocando el fondo del tubo pyrex).
4. Adicione la glicerina o el aceite mineral al tubo thiele y arme un montaje similar al que se muestra en la figura 2.
5. Caliente gradualmente (2-3°C/min) hasta observar rosario continuo de burbujas desprendiéndose del capilar (Suspende calentamiento en este momento).
6. Cuando el líquido ingrese por el capilar, tomar la temperatura de ebullición.
7. Repetir para los demás líquidos.

Determinación del punto de fusión.

1. Selle un capilar por un extremo con ayuda del mechero.
2. Coloque una pequeña cantidad del sólido a tratar en el vidrio de reloj e introdúzcala en el capilar previamente sellado.
3. Compacte el sólido en el capilar con ayuda de un tubo largo (lanzando el capilar dentro del tubo largo, ubicado verticalmente apoyado en el suelo).
4. Sujete el capilar al termómetro con el hilo de cobre o una bandita de caucho, asegurando que la muestra quede a la altura del bulbo del termómetro (ver figura 1).
5. Sumergir en un baño de aceite (tubo thiele o pyrex) cuidando que el aceite no ingrese en el capilar (ver figura 2).

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 V. 00
		Página	36 de 68

6. Iniciar el calentamiento asegurándose que sea suave y gradual.
7. Cuando inicie la fusión del sólido, retire el mechero y tome nota de la temperatura, continúe con el calentamiento y tome nota de la temperatura a la cual fundió completamente el sólido (la temperatura de fusión se reporta como un rango).
8. Repetir para los demás Sólidos.

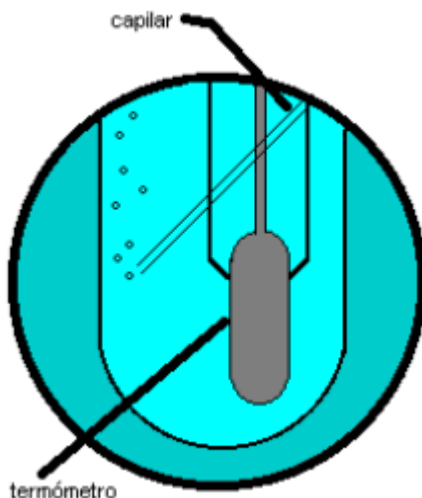


Figura 1. Capilar-termómetro para determinar el punto de fusión.

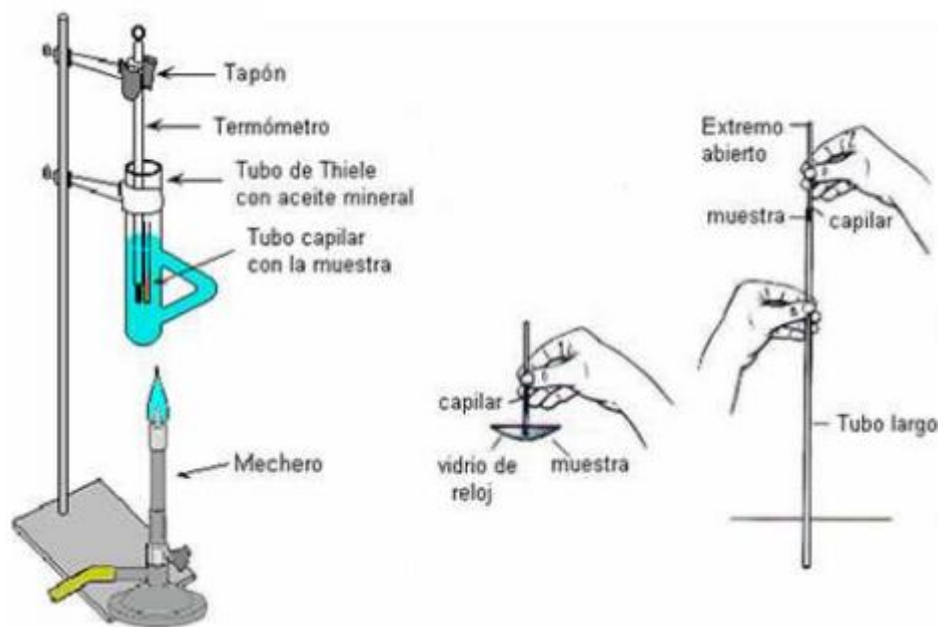


Figura 2. Montaje punto de fusión.

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 V. 00
		Página	36 de 68

CLASIFICACIÓN DE COMPUESTOS ORGÁNICOS DE ACUERDO CON SU SOLUBILIDAD

1. Coloque en un tubo de ensayo 0,2mL o 0,1 g de la sustancia orgánica según sea sólida o líquida.
2. Agregue 3mL (en porciones de 1mL) del solvente correspondiente (Ver esquema 1).
3. Agite vigorosamente cada tubo, golpeando suavemente el fondo del tubo contra la palma abierta de la mano.
4. Si el sólido no se ha disuelto, es insoluble en frío; si por el contrario se disolvió es soluble en frío.
5. Si la sustancia fue insoluble en frío, caliente suavemente la muestra (Baño María) con agitación constante, manteniendo constante el volumen de solución.
6. Observe si hay solubilización o no. Si la hay, el sólido es soluble en caliente e insoluble en frío.
7. Si el sólido fue soluble en caliente, enfríe a temperatura ambiente y luego coloque en baño de hielo observando si hay formación de cristales.
8. Siga el procedimiento del esquema 1 según sean sus resultados para cada una de las sustancias orgánicas, encontrando su solubilidad en frío y caliente

Investigue las fórmulas estructurales y principales propiedades para determinar y explicar la solubilidad de cada compuesto en los diferentes solventes.

7. NIVEL DE RIESGO

Medio. No olvidar que la eficiencia y buenos resultados en la práctica de laboratorio, además de la seguridad del personal que ejecuta la práctica dependen del cumplimiento de ciertas normas, que aunque en su mayoría se derivan del sentido común, es necesario hacer nota para tenerlas presentes.

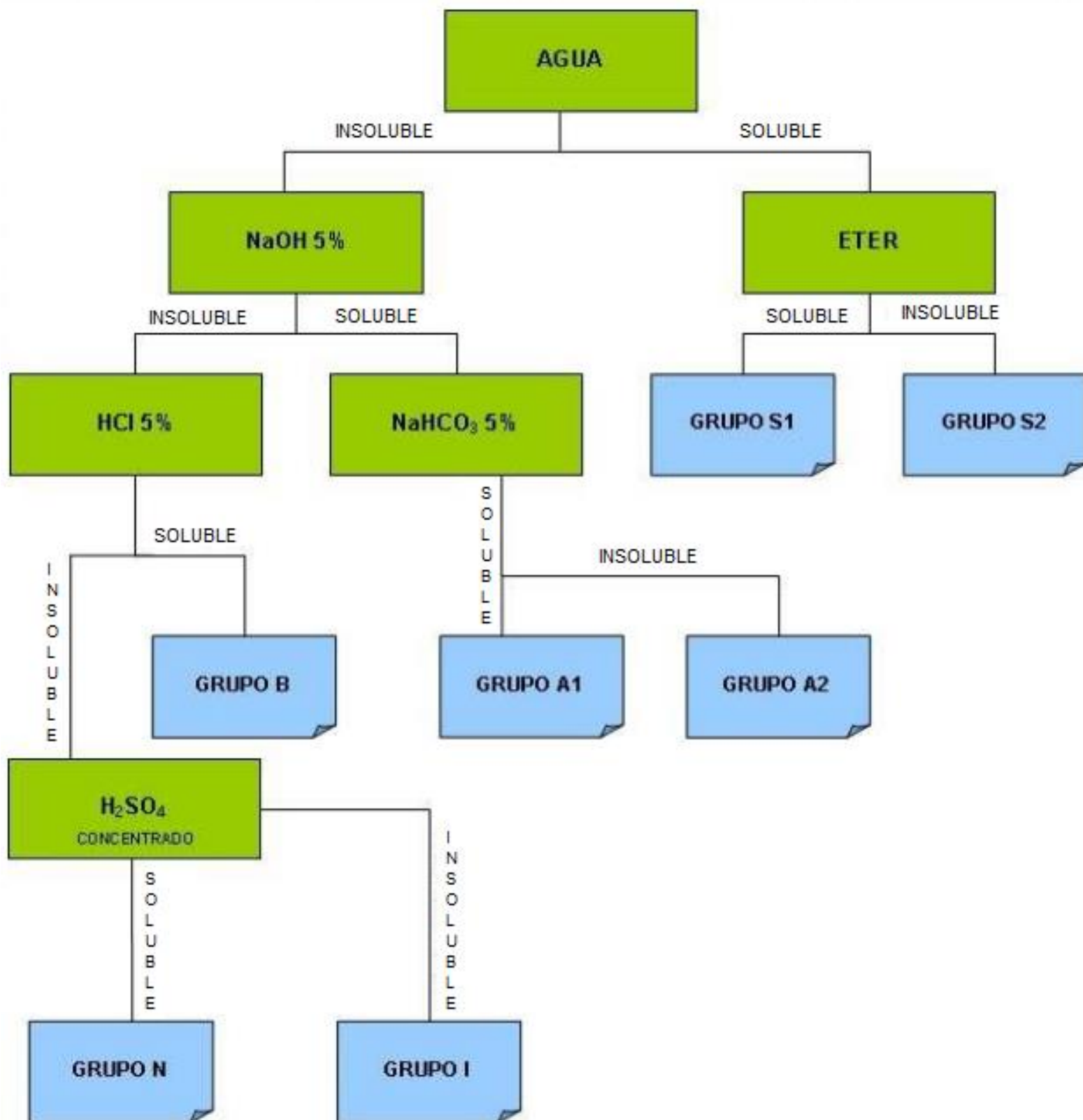
- No calentar líquidos inflamables como éter o alcohol directamente a la llama, sino con la recomendación del procedimiento: Los tubos de ensayo que contienen los compuestos orgánicos, no se deben calentar directamente a la llama, ni por el fondo del tubo; sino en baño María, de forma lenta, gradual y con agitación continua, de manera inclinada y no apuntando al operador o a sus compañeros de trabajo.
- Evitar inhalar los vapores de los compuestos utilizados.
- Uso de gafas de seguridad en el calentamiento y bata completamente cerrada, además de zapato cerrado y cabello recogido.
- Dejar el sitio de trabajo completamente limpio y ordenado, arrojando los desechos en los sitios designados para ello.

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 V. 00
		Página	36 de 68

8. BIBLIOGRAFÍA

- Durst, H. D.; Gokel, G. W. Química Orgánica Experimental. Editorial Reverté, Barcelona, 1985. Reimpresión, 2004.
- Gomez, M. J.; Moreno, P. N. Manual de prácticas de Análisis Orgánico. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 1988.
- Lozano, L. A. Laboratorio de Química Orgánica I. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, 2004.
- Shriner, R. L.; Fuson, R. C.; Curtin, D. Y. Identificación Sistemática de Compuestos Orgánicos. LIMUSA, México, 2008.

9. ANEXOS



Esquema 1. Pruebas de solubilidad para clasificación de compuestos orgánicos

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 V. 00
		Página	36 de 68

1. TITULO

Identificación de grupos funcionales orgánicos

2. OBJETIVO

- Aprender a realizar ensayos cualitativos gota a gota para identificar grupos funcionales orgánicos.
- Diferenciar grupos funcionales que se encuentran en compuestos orgánicos de diferente origen.
- Aprender a clasificar compuestos orgánicos, según su resultado en las pruebas cualitativas referentes a grupo funcional.
- Seleccionar y aplicar correctamente las diferentes pruebas de clasificación, según sea necesario.

3. MARCO TEÓRICO

La clasificación de los productos orgánicos según los grupos funcionales que contengan, se da en función del comportamiento químico y físico de una molécula orgánica, el cual se debe principalmente a la presencia o ausencia de uno o varios grupos funciones o familias químicas en su estructura.

Los grupos funcionales son agrupaciones de átomos en disposición espacial y conectividad constante, tal regularidad confiere propiedades físicas y químicas muy similares a la estructura que las posee. En la tabla 1.0 se pueden ver los más usados en química orgánica. Es de gran importancia averiguar qué grupos funcionales posee una molécula, pues de ello dependerá en ocasiones el poder predecir sus propiedades o explicar su comportamiento en un proceso químico o físico.

Generalmente, las pruebas de clasificación se llevan a cabo después de una serie de pruebas físicas (determinación del punto de ebullición, punto de fusión y el comportamiento de solubilidad, entre otros como el resultado de la ignición y las características físicas del compuesto), después se procede a la búsqueda de información específica concerniente a la presencia o ausencia de grupos funcionales comunes.

En esta práctica se trabajara con algunos reactivos de clasificación en particular para cada prueba a realizar, pues se busca reconocer una sustancia por sus características y propiedades, tanto físicas, como químicas y probar su total similitud con una muestra idéntica y pura del compuesto.

La identificación de grupos funcionales orgánicos es posible gracias a una serie de reacciones características para cada grupo funcional, algunas de estas reacciones arrojan resultados iguales para diferentes grupos, por lo que se hace necesario llevar a cabo otra reacción más específica, para discernir entre los 2; se dice entonces que podemos tener una interferencia en la identificación.

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 V. 00
		Página	36 de 68

Es recomendable evitar la realización de pruebas innecesarias, ya que no solo es un desperdicio de tiempo, sino también aumenta la posibilidad de confusión de error. Por lo que no tiene sentido empezar las pruebas de grupos funcionales de un compuesto básico que contiene nitrógeno, con pruebas para determinar el grupo alcohol y cetona.

Un buen camino a seguir, cuando el trabajo preliminar no ha dado ningún indicio, es ensayar primero las pruebas más sencillas y confiables. Así varias de las pruebas para las cetonas y aldehídos son en general, más fáciles de efectuar y de más precisión, que las pruebas para otras funciones con oxígeno. Por lo tanto se recomienda que en la clasificación de un compuesto neutro que se sospecha contiene oxígeno, se empiece con las pruebas de carbonilo.

✚ **Consulta previa:** El estudiante deberá buscar las reacciones características para cada grupo funcional y tener claros los ensayos a realizar antes de llevar a cabo la práctica.

4. MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS

- Piseta con agua
- Agitador magnético
- Espátula.
- 1 Gradilla
- 12 Tubos de ensayo
- 1 Pinza de madera
- 2 Espátulas
- 1 Agitador
- 1 Termómetro
- 1 Pipetas 10mL 1 Pipetas 5 mL
- 1 Pipeteador
- 3 Vasos de precipitado 100mL
- 2 vaso de precipitado 50mL
- 1 Erlenmeyer 100mL

* Debe ser proporcionado por los estudiantes.

5. REACTIVOS

- KCl saturado
- Solución estándar pH 4, pH 7 y pH 10
- Solución de ácido bórico 0.1 M
- Solución de NaOH 10M
- HCl concentrado
- ácido acético
- acetato de sodio
- EDTA
- KH_2PO_4
- K_2HPO_4
- Agua Destilada
- Indicador universal
- KMnO_4
- Reactivo de Tollens
- Dinitrofenilhidrazina
- Sodio metálico
- n-heptano (alcano)
- Ciclohexeno (alqueno)
- Etanol o n-butanol (alcoholes)
- Propionaldehído o butiraldehído (aldehídos)
- Acetona o 2-butanona (cetonas)
- Ácido acético o ácido propiónico(ácidos carboxílicos)
- Dietilamina (aminas)
- Permanganato de potasio, KMnO_4
- Nitrato de plata, AgNO_3
- Hidróxido de sodio, NaOH
- Hidróxido de amonio, NH_4OH
- Etanol, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
- Ácido sulfúrico, H_2SO_4
- Ácido nítrico, HNO_3
- 2,4-dinitrofenilhidrazina
- Fenoltaleína

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 V. 00
		Página	36 de 68

- Rojo de metilo
- Azul de bromotimol
- Amarillo de metilo
- Azul de timo

*Muestras para determinar pH: leche,

jugo, etc. (*)

* Kit de laboratorio (Paño o toalla, encendedor o caja de fósforos, marcador o cinta de enmascarar, teflón, GOTERO, guantes de nitrilo)

*** Suministrado por los estudiantes**

6. PROCEDIMIENTO

1. Rotule y enumere 11 tubos de ensayo.
2. Adicione la cantidad y sustancia que indica la tabla 2 en el tubo correspondiente.
3. Siga con cada tubo (1 a 10) el procedimiento indicado en el esquema 1.0 para comprobar la presencia de grupos funcionales (ver cantidades en tabla 3).
4. Lleve a cabo la ruta completa (esquema 1) para el tubo 1 (Muestra desconocida) para identificar de que sustancia se trata.
5. Agite durante aproximadamente un minuto después de haber adicionado las cantidades correspondientes y deje reposar dos minutos la mezcla.
6. Al usar la 2,4 dinitrofenilhidrazina: si no observa la formación del precipitado inmediatamente, deje reposar durante 15 minutos.
7. Al usar el sodio metálico recuerde que **DEBE MANEJARLO CON CUIDADO y MANTENERLO ALEJADO DEL CONTACTO CON AGUA**

Tabla 2. Muestras

TUBO DE ENSAYO	SUSTANCIA	VOLUMEN (GOTAS)
1	Ácido Acético	10
2	Agua destilada	
3	Dietilamina	
4	Propionaldehído o Butiraldehído	
5	Ciclohexano	
6	Propionaldehído o Butiraldehído	2
7	Ciclohexano	
8	Acetona	10
9	Etanol	20
10	n-Heptano	
11	Muestra problema	10

Tabla 3. Cantidades de reactivo a usar en la ruta de clasificación de compuestos Orgánicos

Nombre del reactivo	En compañía de	Volumen
---------------------	----------------	---------

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 V. 00
		Página	36 de 68

Agua destilada	-	10 Gotas
Indicador Universal	Agua destilada	1 Gota
KMnO ₄ 0,02M	-	2 mL
Reactivo de Tollens	-	2 mL
2,4- Dinitrofenilhidrazina (Tóxica)	-	2 mL
Sodio metálico	-	0,1 g

Preparación del Indicador universal

Disuelva en 200 ml de etanol, 50 mg de fenolftaleína, 100 mg de rojo de metilo, 150 mg de amarillo de metilo, 200 mg de azul de bromotimol y 250 mg de azul de timol.

Al obtener una disolución de color rojo oscuro, se adicionan de 20 a 25 gotas (una a una) disolución 1M de NaOH hasta que la disolución se torne de un color amarillo oscuro. Cuando esto haya ocurrido, se afora a 250 ml con alcohol etílico y se agita con fuerza para mezclar perfectamente. La disolución se cubre y se guarda en un lugar fresco. Este indicador universal manifiesta un color que depende fuertemente del pH de la disolución en que se adicione.

7. NIVEL DE RIESGO

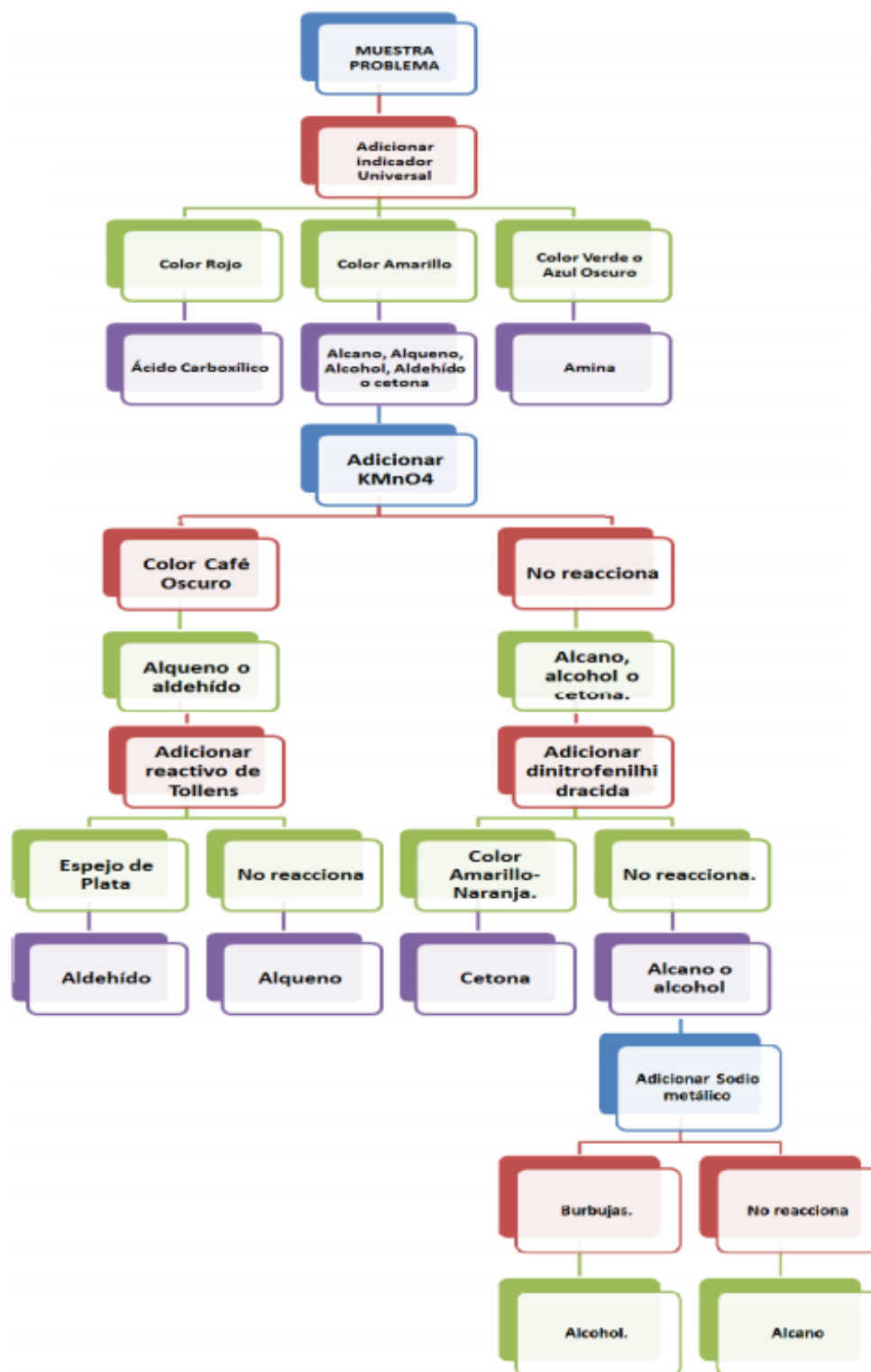
Alto. No olvidar que la eficiencia y buenos resultados en la práctica de laboratorio, además de la seguridad del personal que ejecuta la práctica dependen del cumplimiento de ciertas normas, que aunque en su mayoría se derivan del sentido común, es necesario hacer nota para tenerlas presentes.

- No dejar botellas abiertas y sin marcar, limpiar cualquier derrame, disponer de los desechos químicos en las líneas de desecho apropiadas.
- NO permitir que el sodio metálico entre en contacto con agua
- Dejar el sitio de trabajo completamente limpio y ordenado, arrojando los desechos en los sitios designados para ello.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Brewster, R. Q.; Mc. Ewen, W. E.; van der Werf, C. A. Curso Práctico de Química Orgánica, 2da ed. Editorial Alhambra, Madrid, 1970.
- Cheronis, N. D. Macro y semimicro métodos en la Química Organica. N. Marín, Barcelona, 1947. Pág. 168-182.
- Durst, H. D.; Gokel, G. W. Química Orgánica Experimental. Editorial Reverté, Barcelona, 1985. Reimpresión, 2004.
- Gomez, M. J.; Moreno, P. N. Manual de prácticas de Análisis Orgánico. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 1988.

9. ANEXOS



Esquema 1. Ruta Guía para la identificación de grupos funcionales.

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 V. 00
		Página	36 de 68

1. TITULO

Análisis elemental cualitativo

2. OBJETIVO

- Mostrar al estudiante una visión general de la química orgánica en términos de análisis cualitativo orgánico.
- Diferenciar los grupos funcionales partiendo de los resultados en las diferentes reacciones específicas.
- Desarrollar la capacidad de interpretar y relacionar compuestos orgánicos a partir de los grupos funcionales.

3. MARCO TEÓRICO

Después del análisis cualitativo de un compuesto orgánico se determinan los diferentes elementos que componen la molécula de manera cuantitativa, esto se realiza en laboratorios de análisis con los equipos necesarios.

Conocer los elementos que constituyen un compuesto orgánico es de suma importancia al tratar de caracterizarlo, sin embargo antes de realizar los ensayos cualitativos pertinentes, se deben transformar los elementos de su forma covalente en que interviene normalmente en los compuestos orgánicos en iones o en compuestos sencillos, para los que existen análisis cualitativos de rutina. Los elementos comunes en compuestos orgánicos son carbono, hidrógeno y oxígeno, azufre, nitrógeno y halógenos, por ende son los de interés en esta práctica.

El ensayo preliminar de combustión (0,1 gramos sustancia en punta de la espátula o crisol) es revelador, si la muestra arde con llama luminosa dejando muy poco o ningún residuo, es casi seguro que la sustancia es orgánica (Contiene carbono). Por otra parte en esta prueba, el aislamiento de agua (por condensación de su vapor) confirma la existencia del hidrógeno.

Si se calienta 0,1 gramos de muestra con uno o dos gramos de óxido cúprico en polvo, el carbono se convierte en su dióxido que puede detectarse precipitando carbono bórico de una solución de hidróxido de bario, el hidrógeno se convierte en agua que se condensa en la parte superior fría del tubo.

Para detectar azufre, Nitrógeno y halógenos se lleva a cabo la fusión con sodio, de esta manera se convierten en iones fácilmente identificables.

El azufre se ha convertido en ión sulfuro, que forma un precipitado negro (Sulfuro de plomo) al añadir acetato de plomo a la solución acidificada con ácido acético.

El Nitrógeno aparece tras la función como ión cianuro (color azul de prusia) después de añadir en orden: sulfato ferroso y cloruro férrico a un pH controlado

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 V. 00
		Página	36 de 68

El estudiante deberá buscar las reacciones involucradas y tener claros los ensayos a realizar antes de llevar a cabo la práctica, además deberá tener guantes de nitrilo y gafas de seguridad para presentar la práctica.

4. MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS

- 1 Gradilla
- 6 Tubos de ensayo
- 1 Pinza de madera
- 1 Espátulas
- 1 Agitador
- 1 Termómetro
- 1 Pipeta 10mL
- 1 Pipeta 5 mL
- 1 Pipeteador
- 3 Vasos de precipitado 100mL
- 1 Tubo thiele
- 1 Pyrex
- 2 vaso de precipitado 50mL
- 1 Erlenmeyer 100mL
- 1 Picnómetro
- 1 Crisol
- 1 Soporte con pinzas.
- 1 Mechero, aro, malla.
- 2 Vidrios de reloj
- 1 Embudo filtración gravedad

5. REACTIVOS

- Agua Destilada
 - Papel Tornasol
 - Papel filtro
 - Capilares
 - Ácido Clorhídrico
 - Sodio metálico
 - Alcohol Etílico
 - Ácido Acético
 - Solución acetato de plomo 5%
 - Solución fluoruro de potasio 10%
 - Solución de sulfato ferroso 5%
 - Solución de cloruro férrico 2%
 - Solución de Nitrato de plata 2%
 - Ácido Nítrico 5%
 - Permanganato de potasio 0,1N
 - Ácido Nítrico 6N
 - Ácido Nítrico concentrado
 - Disulfuro de carbono
 - Ácido Oxálico
 - Alcohol Alílico
 - Óxido Cúprico
 - Nitroprusiato de sodio
 - Ácido Sulfúrico 10%
 - Benceno
 - EtOH
 - CCl₄
 - Ácido Oxálico
 - Sacarosa
 - Urea
 - Carbonato de calcio
- * Kit de laboratorio (Paño o toalla, ENCENDEDOR O CAJA DE FÓSFOROS, marcador o cinta de enmascarar, teflón, GOTERO, guantes de nitrilo, gafas de seguridad)
- * Alambre de cobre grueso
- * Alambre de cobre delgado o una cinta de goma o elástico

*** Suministrado por los estudiantes**

6. PROCEDIMIENTO

- Estudiante que no tenga guantes de nitrilo no presentará la práctica.
- La persona encargada de manipular el sodio metálico, debe tener GAFAS DE SEGURIDAD.

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 V. 00
		Página	36 de 68

Se le proporcionarán 6 muestras, 5 conocidas y con indicaciones específicas de los ensayos a realizar a cada una y una muestra problema, a la que deben realizarse todos los ensayos.

ENSAYO DE COMBUSTIÓN

1. Coloque aproximadamente 0,1 gramos de sustancia (en un crisol o en la punta de la espátula).
2. Caliente dicha cantidad en el mechero, teniendo en cuenta que la muestra esté en la zona oxidante de una llama pequeña (si la sustancia está en el crisol, utilice pinzas).
3. En el calentamiento, coloque y mantenga un vidrio de reloj o tubo de ensayo por encima del compuesto; con la finalidad de observar si hay desprendimiento de vapor (ver punto 2 de la explicación).
4. Con el papel tornasol mida el pH del residuo.
5. Una vez terminada la combustión, adicione al residuo 2mL de ácido clorhídrico.
6. Si observó fusión del sólido, haga ensayo para determinar el punto de fusión del compuesto.

DURANTE EL ENSAYO DE COMBUSTIÓN, OBSERVE: Fusión, característica de la llama, formación de vapor de agua, residuo tras calentar al rojo vivo, pH del residuo y reacción con ácido clorhídrico.

EXPLICACIÓN:

- Una llama Fuliginosa (Con mucho hollín) sugiere gran insaturación en la muestra (probablemente compuesto aromático).
- La condensación de vapor de agua en el vidrio de reloj o tubo de ensayo, mantenido por encima de la muestra que arde, confirma la presencia de hidrógeno.
- Un residuo indicará la existencia de un metal; metal alcalino si el residuo es básico o pesado si el residuo es insoluble en ácido clorhídrico.

FUSIÓN CON SODIO (Método de Laissaigne)

PRECAUCION: EL SODIO CALIENTE ES UNA SUSTANCIA POTENCIALMENTE PELIGROSA, AUN MÁS, ALGUNOS COMPUESTOS ORGÁNICOS SE DESCOMPONEN VIOLENTAMENTE CUANDO SON CALENTADOS CON ESTE METAL. NUNCA DIRIJA EL TUBO DE ENSAYO HACIA UN COMPAÑERO O HACIA USTED.

1. Coloque un pequeño trozo de sodio limpio (aproximadamente 4mm de diámetro) en un tubo de ensayo (NO LO TOME CON LA MANO).
2. Sujete el tubo de ensayo en posición vertical a un soporte, por medio de unas pinzas protegidas con asbestos.
3. Caliente la parte inferior del tubo de ensayo con una llama calorífica hasta que el sodio funda y sus vapores se eleven aproximadamente 3cm dentro del tubo (1/5 del largo del tubo).
4. Separe la llama y adicione RÁPIDA Y CUIDADOSAMENTE 4 gotas de la muestra (2 gramos si es sólido), de manera que caiga directamente sobre el vapor desprendido por el sodio, sin tocar las paredes del tubo.
5. Caliente el tubo al rojo (mínimo un minuto) y deje enfriar a temperatura ambiente.

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 V. 00
		Página	36 de 68

6. AÑADA 3mL DE ALCOHOL ETÍLICO (GOTA A GOTA) Y TRITURE EL SÓLIDO CARBONIZADO CON EL EXTREMO DE UNA VARILLA DE VIDRIO(PARA CERCORARSE DE LA DESTRUCCIÓN DE TODO EL SODIO QUE NO HAYA REACCIONADO)
7. Llene el tubo hasta la mitad con agua destilada.
8. Hierva suavemente, con precaución durante 2 minutos cuidando que la boca del tubo no se dirija a ningún compañero.
9. Filtre la mezcla caliente y conserve el filtrado alcalino como solución para los ensayos posteriores.

RECONOCIMIENTO DE AZUFRE

- Si la muestra contiene azufre, este se ha convertido en sulfuro de sodio (por la fusión sódica) y el ion sulfuro se puede determinar de diferentes maneras.

Como sulfuro de plomo:

1. Acidule un mililitro del filtrado de la fusión sódica con ácido acético y añada dos gotas de acetato de plomo.

Explicación:

- Un precipitado carmelita, negro o una coloración oscura, indican la presencia de azufre.
- El filtrado debe acidularse, dado que el acetato de plomo en medio alcalino se hidroliza produciendo una coloración blancuzca.

Como formación de ferrocianuro:

Ver ensayo para reconocimiento de nitrógeno y punto 3 y 4 de la explicación de dicho ensayo.

RECONOCIMIENTO DE NITROGENO

- Cerciórese de que el filtrado de la fusión sódica este básico (pH aproximadamente 13)

Como formación de ferrocianuro:

2. En un tubo de ensayo coloque 2mL de filtrado, agregue dos gotas de sulfato ferroso 5% y 5 gotas de fluoruro de potasio 10%.
3. Caliente la mezcla hasta ebullición y luego enfríe.
4. Agregue dos gotas de cloruro férrico 2% y acidule (con HCl 2N, para disolver hidróxidos de hierro formados)

Explicación:

- Si en el filtrado de la fusión con sodio existen iones cianuro, aparecerá un precipitado azul o la solución se tornara de ese color.
- Si la solución es incolora o amarilla, NO hay nitrógeno.
- Si el compuesto contiene azufre, al agregar el sulfuro ferroso se obtiene un precipitado oscuro.
- Cuando el compuesto contiene Nitrógeno y Azufre, la coloración es roja, debida a la formación de sulfocianuro férrico. Siendo un ensayo positivo en este caso, tanto para azufre como para nitrógeno.

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 V. 00
		Página	36 de 68

RECONOCIMIENTO DE HALOGENOS

- Asegúrese de que el material esté perfectamente lavado con agua destilada, para evitar turbidez debida a las impurezas.

1. Coloque 1mL de filtrado en un tubo de ensayo.
2. Adicione 1mL de ácido Nítrico 5% hasta reacción ácida al tornasol.
3. Si la muestra contiene nitrógeno o/y azufre caliente la solución hasta reducir el volumen a la mitad (para expulsar el ácido cianhídrico y/o sulfhídrico, pues si están presentes interfieren en la prueba de manera negativa)
4. Enfríe la solución y añada 2 gotas de solución de nitrato de plata al 2% (si la solución no está ácida los iones plata precipitan como óxido o hidróxido)

Explicación:

- La formación de un precipitado blanco o amarillento indica la presencia de Cloro, bromo o yodo.
- El flúor no da precipitado, dada su inestabilidad.

DIFERENCIA ENTRE CLORO, BROMO Y YODO

1. Coloque 1mL de filtrado en un tubo de ensayo.
2. Añada 5 gotas de permanganato de potasio 0,1N y 5 gotas de ácido nítrico 6N.
3. Si el color del permanganato desaparece, agregue otras gotas (hasta que el color permanezca).
4. Agite el tubo por dos o tres minutos y añada 10 gotas de disulfuro de carbono agitando nuevamente por otros 2 o 3 minutos.
5. Deje reposar la mezcla y añada 15 a 20mg de ácido oxálico (agite nuevamente).
6. Observe la coloración de la capa inferior correspondiente al bisulfuro de carbono (vea punto I de explicación).
7. Si la coloración fuese rojiza, añada 2 gotas de alcohol alílico y agite la mezcla observando nuevamente el color (vea punto 2 de explicación).
8. Saque la capa acuosa de la solución y colóquela en otro tubo, añada 1 ml de ácido nítrico y hierva durante dos minutos. Seguidamente enfríelo y añada 2 gotas de nitrato de plata, un precipitado blanco es prueba positiva para el ensayo (ver punto 3 de explicación).

Explicación:

- Una coloración carmelita rojiza en la capa inferior, indica bromo y yodo; una coloración violeta o púrpura indica yodo solamente, si la capa permanece incolora no hay ni bromo ni yodo.
- Si al adicionar el alcohol alílico desaparece el color hay bromo, si cambia a violeta hay bromo o yodo.
- Si hay cloro en la muestra, este debe permanecer en la capa acuosa, por ello se saca esa capa y se hace el ensayo para dicho halógeno.
- El ensayo realizado no sirve para detectar flúor, dado que el fluoruro cúprico (CuF_2) no es volátil a la temperatura de la llama del mechero Bunsen.

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 V. 00
		Página	36 de 68

ENSAYO BEILSTEIN

Este ensayo es preliminar y se lleva a cabo para saber si existen halógenos en la muestra desconocida.

1. Haga un aro minúsculo (2 0 3mm de diámetro) en el extremo de un alambre grueso de cobre.
2. Del otro lado del alambre clave un corcho (para tomar el alambre sin quemarse).
3. Caliente el alambre en la zona más calorífica dela llama del mechero de bunsen hasta que no dé ninguna coloración.
4. Deje enfriar el alambre y con él tome una pequeña cantidad de la muestra y caliente al borde de la llama en el mechero (ver punto explicación).

Explicación:

Si aparece una coloración verde que se extiende a la parte superior de la llama es muy probable que exista algún halógeno

7. NIVEL DE RIESGO

Alto. No olvidar que la eficiencia y buenos resultados en la práctica de laboratorio, además de la seguridad del personal que ejecuta la práctica dependen del cumplimiento de ciertas normas, que aunque en su mayoría se derivan del sentido común, es necesario hacer nota para tenerlas presentes.

- No dejar botellas abiertas y sin marcar, limpiar cualquier derrame, disponer de los desechos químicos en las líneas de desecho apropiadas.
- NO permitir que el sodio metálico entre en contacto con agua
- En el ensayo correspondiente a la fusión con sodio (paso 6), asegúrese de que todo el sodio reaccione con el alcohol etílico antes de adicionar el agua destilada.
- Dejar el sitio de trabajo completamente limpio y ordenado, arrojando los desechos en los sitios designados para ello.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Brewster, R. Q.; Mc. Ewen, W. E.; van der Werf, C. A. Curso Práctico de Química Orgánica, 2da ed. Editorial Alhambra, Madrid, 1970.
- Cheronis, N. D. Macro y semimicro métodos en la Química Organica. N. Marín, Barcelona, 1947. Pág. 168-182.
- Durst, H. D.; Gokel, G. W. Química Orgánica Experimental. Editorial Reverté, Barcelona, 1985. Reimpresión, 2004.

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 V. 00
		Página	36 de 68

- Gomez, M. J.; Moreno, P. N. Manual de prácticas de Análisis Orgánico. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 1988.
- Lozano, L. A. Laboratorio de Química Orgánica I. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, 2004.
- Shriner, R. L.; Fuson, R. C.; Curtin, D. Y. Identificación Sistemática de Compuestos Orgánicos. LIMUSA, México, 2008.

9. ANEXOS

No aplica

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 V. 00
		Página	36 de 68

1. TITULO

Síntesis del cloruro de ter-Butilo a través de una reacción S_N1

2. OBJETIVO

- Realizar una reacción S_N1
- Sintetizar cloruro de ter-Butilo

3. MARCO TEÓRICO

La química orgánica se basa en la capacidad que poseen los átomos carbono de unirse entre ellos mediante enlaces simples o múltiples formando cadenas estables.

Los compuestos orgánicos tienen una serie de características que los distinguen de los compuestos inorgánicos, por ejemplo, se puede afirmar que los compuestos inorgánicos son en su mayoría de carácter iónico, solubles sobre todo en agua y con altos puntos de ebullición y fusión; en tanto que, en los compuestos orgánicos predomina el carácter covalente, sus puntos de ebullición y fusión son bajos (comparados con los iónicos), se disuelven en disolventes orgánicos no polares (como éter, alcohol, cloroformo y benceno), son generalmente líquidos volátiles o sólidos y sus densidades se aproximan a la unidad.

Los compuestos inorgánicos también se diferencian de los orgánicos en la forma cómo reaccionan, dado que las reacciones inorgánicas son casi siempre instantáneas, iónicas y sencillas, rápidas y con un alto rendimiento cuantitativo, en tanto las reacciones orgánicas son no iónicas, complejas y lentas, y de rendimiento limitado, realizándose generalmente a elevadas temperaturas y con empleo de catalizadores.

La mayoría de las reacciones orgánicas se basan en un número pequeño de reacciones generales y todas se basan en el esquema mostrado en la figura 1.



Figura 1. Reacciones Orgánicas

Las reacciones orgánicas se basan en el rompimiento de los enlaces covalentes de los reactivos y en cómo será la formación de nuevos enlaces en los productos. El rompimiento de enlace puede ser simétrico (homolítico) o asimétrico (heterolítico).

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 V. 00
		Página	36 de 68



Homolítico
(radicales libres)

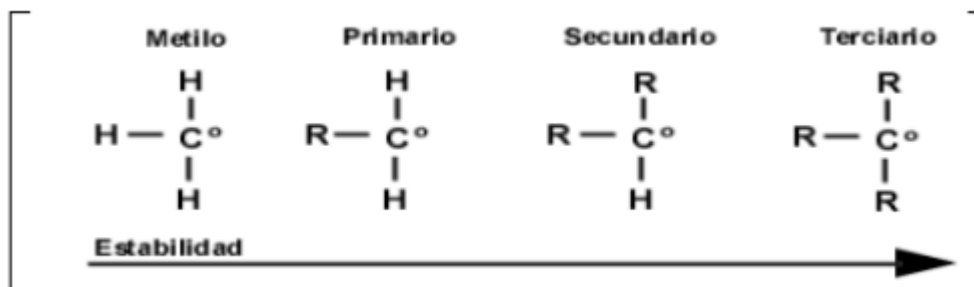


Heterolítico
(especies iónicas)

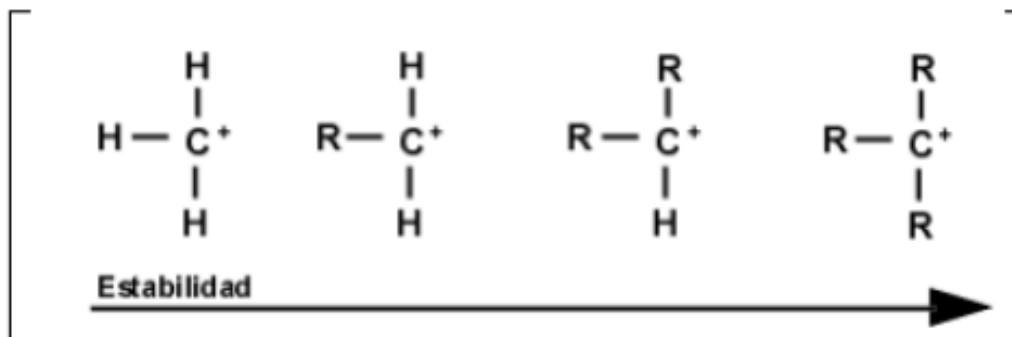
Estas dos formas de ruptura de la covalencia, son la base de la clasificación de las reacciones en dos categorías muy distintas: reacciones homolíticas (radicales libres) y reacciones heterolíticas (iónicas).

- En las reacciones homolíticas El Radical libre. Será tanto más estable cuantos más grupos alquilo rodeen al átomo de carbono. Además su estabilidad aumentará si presenta formas resonantes.

Orden de estabilidad

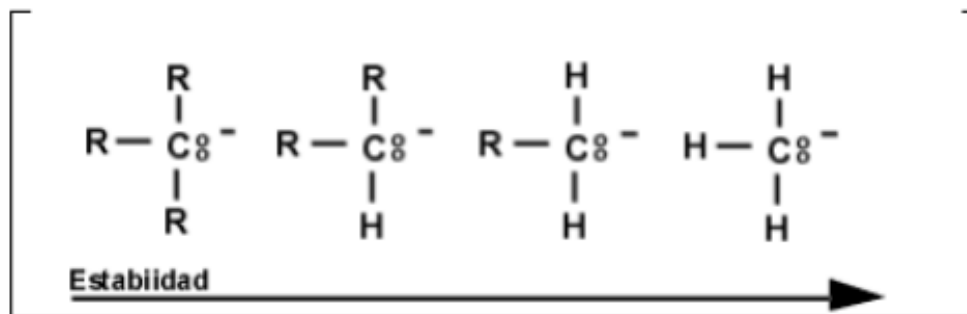


- En las reacciones heterolíticas se forman carbocatiões y carbaniones: El Carbocación. Será tanto más estable cuantos más grupos alquilo rodeen al átomo de carbono. Además su estabilidad aumentará si presenta formas resonantes. Los carbocatiões se comportan como electrófilos.



- El Carbanión será tanto más estable cuantos menos grupos alquilo rodeen al átomo de carbono (lo contrario a radicales libres y carbocatiões). Su estabilidad aumentará si presenta formas resonantes. Los carbaniones se comportan como nucleófilos.

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 V. 00
		Página	36 de 68



Las reacciones pueden clasificarse por el rompimiento de los enlaces, por cómo se forman los enlaces, por la forma en que se rompen y forman los enlaces y por el tipo de transformación en cuyo caso se dividen en:

- Reacciones de adición
- **REACCIONES DE SUSTITUCIÓN**
- Reacciones de eliminación
- Reacciones de oxidación-reducción.
- Reacciones ácido-base
- Reacciones de condensación.

Las reacciones de sustitución pueden ser:

- Sustitución electrofílica aromática
- **SUSTITUCIÓN NUCLEOFÍLICA (S_N)**

En una reacción de sustitución nucleofílica se pueden distinguir 4 partes:

- **Sustrato:** Molécula en la cual tiene lugar la sustitución
- **Reactivo (grupo entrante):** Átomo o grupo de átomos que ataca al grupo.
- **Grupo saliente:** Átomo o grupo de átomos que es expulsado del sustrato.
- **Producto:** es el resultado de la sustitución del grupo saliente por el nucleófilo.

La reacción nucleofílica se produce en los haluros de alquilo ($R-X$), alcoholes ($R-OH$), éteres ($R-O-R$), ácidos carboxílicos ($R-COOH$) y los derivados de los ácidos carboxílicos ($RCOA$: haluros de ácidos, ésteres, amidas y sales), además puede ser:

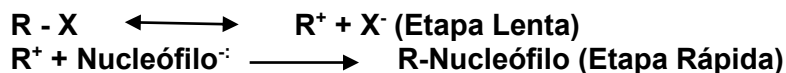
- **Sustitución nucleofílica monomolecular (S_{N1})**
- Sustitución nucleofílica Bimolecular (S_{N2})

SUSTITUCIÓN NUCLEOFÍLICA MONOMOLECULAR (S_{N1}):

El mecanismo S_{N1} es un proceso que ocurre en etapas, disociándose primero los compuestos en sus iones y después reaccionando. Se produce por medio de carbocatiónes (R^+).

El mecanismo general de la S_{N1} es:

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 V. 00
		Página	36 de 68



En la primera etapa se genera un carbocatión, implicado en el estado de transición. Es un proceso muy endotérmico y de gran energía de activación, este es el paso determinante de la velocidad de la reacción. Por lo tanto es una reacción de primer orden con respecto al sustrato; la concentración del nucleófilo no influye en la velocidad de reacción. El segundo paso de la reacción determina la estructura del producto pero no influye en la velocidad del proceso. El carbocatión es atacado rápidamente por el nucleófilo desde el lado que dejó el grupo saliente, lo que produce retención de la configuración, o desde el lado opuesto, lo que produce inversión de la configuración. Este segundo paso es muy exotérmico y su estado de transición tiene una energía relativamente baja: el nucleófilo reacciona con el carbocatión tan pronto como se forma.

El estudiante deberá buscar antes del laboratorio ejemplos de reacciones S_N1 presentar la práctica.

4. MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS

- 1 Embudo de decantación 250 mL
- 1 Soporte
- 1 Aro con pinza
- 1 Probeta graduada 25 mL
- 1 Probeta graduada de 100 mL
- 1 Pipeta 10mL
- 1 Pipeta 5 mL
- 1 Pipeteador
- 3 Vasos de precipitado 100 mL
- 1 Pyrex
- 2 vaso de precipitado 250 mL
- 1 Erlenmeyer 100 mL
- 1 Picnómetro
- 1 Crisol
- 1 Soporte con pinzas.
- 1 Mechero, aro, malla.
- 2 Vidrios de reloj
- 1 Embudo filtración gravedad.
- Lana de vidrio

5. REACTIVOS

- Agua Destilada
- Papel Tornasol
- Solución saturada bicarbonato de sodio
- Sulfato de sodio anhidro
- * Kit de laboratorio (Paño o toalla, encendedor o caja de fósforos, marcador
- o cinta de enmascarar, teflón, GOTERO, guantes de nitrilo, gafas de seguridad)
- * Alambre de cobre grueso
- * Alambre de cobre delgado o una cinta de goma o elástico
- * **Suministrado por los estudiantes**

RECUERDE:

No se permitirá el ingreso de estudiantes que lleguen a laboratorio sin guantes de nitrilo, ni se permitirá que los grupos de laboratorio que no cuentan con el material solicitado presenten la práctica, por tanto asegúrense de llevar el material

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 V. 00
		Página	39 de 68

solicitado.

6. PROCEDIMIENTO

1. Tome un embudo de decantación de 250 mL y sujételo con un aro en el interior de la cabina de extracción.
2. Adicione en el embudo 25 mL de tercbutanol
3. Agregue lentamente 100 mL de HCl en el embudo
4. Mezcle el contenido del embudo
5. Tape el embudo (con la tapa engrasada) y agite vigorosamente durante 2 a 3 minutos, liberando la presión a través de la llave, de la manera usual.
6. Continúe intermitentemente la agitación del embudo durante 10 minutos.
7. Deje en reposo durante 7 a 10 minutos (o Hasta que se observe de forma clara la separación de las capas) y deseche la capa inferior.
8. Pase el líquido nuevamente al embudo de decantación limpio y efectué lavados con 25 mL de solución saturada de bicarbonato de sodio, agitando suavemente y controlando la salida de gases con la llave del embudo, agite fuertemente y deje reposar para observar las capas diferenciadas, descarte la porción del bicarbonato y proceda inmediatamente a realizar un nuevo lavado con Agua destilada.
9. Pase el Cloruro de terc-butilo a un Erlenmeyer y se séquelo con sulfato de sodio anhidro o el procedimiento descrito de secado con CaCl_2 durante 10 min.
10. Decante a través de una bola de lana de vidrio para separar el agente desecante, y recoja el líquido en un matraz esférico seco.
11. Monte un aparato de destilación sencilla.
12. Mediante un baño de vapor, una placa de calentamiento (preferentemente) o una llama muy pequeña en mechero lleve a cabo la destilación y recoja dos fracciones; la primera con los productos que destilan por debajo de 48°C y la segunda con aquellos que destilan entre 48°C y 54°C en un erlenmeyer previamente pesa do. Una vez recogida esta segunda fracción, detenga la destilación y deseche tanto la primera fracción como el residuo que quedo en el balón de destilación.
13. Pese la segunda fracción y calcule el rendimiento de reacción.
 Guarde el líquido incoloro obtenido en un tubo de ensayo de tapa rosca para su caracterización química y análisis posterior.

7. NIVEL DE RIESGO

Medio. No olvidar que la eficiencia y buenos resultados en la práctica de laboratorio, además de la seguridad del personal que ejecuta la práctica dependen del cumplimiento de ciertas normas, que aunque en su mayoría se derivan del sentido común, es necesario hacer nota para tenerlas presentes.

- No dejar botellas abiertas y sin marcar, limpiar cualquier derrame, disponer de los desechos químicos en las líneas de desecho apropiadas.
- NO Manipular los reactivos sin guantes (preferiblemente de nitrilo).

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 V. 00
		Página	39 de 68

- Tener cuidado con el montaje.
- Recomendación: Realizar el ensayo preferiblemente en la cabina de extracción


Dejar el sitio de trabajo completamente limpio y ordenado, arrojando los desechos en los sitios designados para ello.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Brewster, R. Q.; Mc. Ewen, W. E.; van der Werf, C. A. Curso Práctico de Química Orgánica, 2da ed. Editorial Alhambra, Madrid, 1970.
- Cheronis, N. D. Macro y semimicro métodos en la Química Organica. N. Marín, Barcelona, 1947. Pág. 168-182.
- Durst, H. D.; Gokel, G. W. Química Orgánica Experimental. Editorial Reverté, Barcelona, 1985. Reimpresión, 2004.
- Gomez, M. J.; Moreno, P. N. Manual de prácticas de Análisis Orgánico. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 1988.
- Lozano, L. A. Laboratorio de Química Orgánica I. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, 2004.
- Shriner, R. L.; Fuson, R. C.; Curtin, D. Y. Identificación Sistemática de Compuestos Orgánicos. LIMUSA, México, 2008.

9. ANEXOS

No aplica

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 V. 00
		Página	39 de 68

1. TITULO

Síntesis de bromuro de n-Butilo a través de una reacción S_N2

2. OBJETIVO

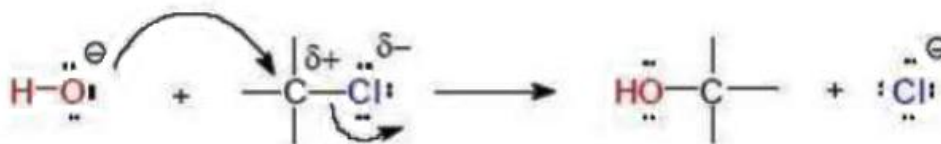
- Realizar una reacción S_N2
- Sintetizar bromuro de n-Butilo

3. MARCO TEÓRICO

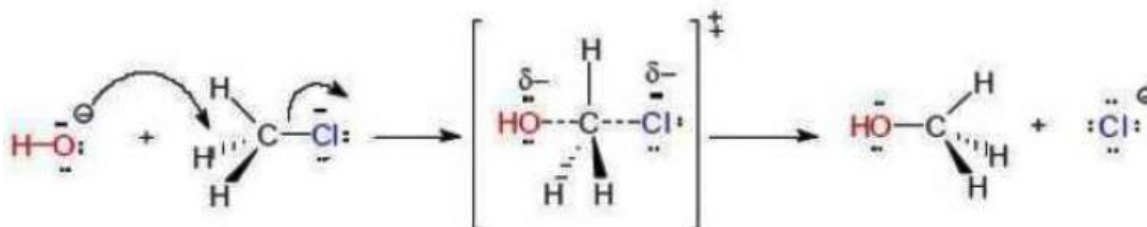
Sustitución nucleofílica bimolecular (S_N2):

La reacción transcurre en una sola etapa, produciéndose simultáneamente el ataque del reactivo y la expulsión del grupo saliente. Si el ataque tiene lugar sobre un carbono quiral se produce una inversión en la configuración. Las flechas del mecanismo de reacción se emplean para indicar el movimiento de pares de electrones desde el nucleófilo, rico en electrones, al carbono electrófilo deficiente en electrones. El carbono sólo puede admitir ocho electrones en su capa de valencia, y por tanto, el enlace C-Cl debe comenzar a romperse cuando el enlace C-O comience a formarse. El ión cloruro es el grupo saliente: es expulsado del sustrato junto con el par de electrones que estaba enlazándolo al átomo de carbono. El ejemplo muestra el ataque del nucleófilo a un haluro de alquilo y el estado de transición asociado a esta reacción de sustitución nucleofílica:

Reacción de $\text{OH}^- + \text{CH}_3\text{Cl}$



Mecanismo concertado



En una reacción concertada, los enlaces se rompen y se forman al mismo tiempo, en un solo paso. En el estado de transición de la reacción el enlace con el nucleófilo está parcialmente formado y el enlace con el grupo saliente está parcialmente roto.

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 V. 00
		Página	39 de 68

La velocidad de la reacción se interpreta bajo el concepto del impedimento estérico al ataque del nucleófilo. Si la zona de ataque del nucleófilo tiene difícil acceso, será más problemático que el nucleófilo se acerque lo suficiente a la parte posterior de C-X para que se produzca la reacción, la velocidad de reacción disminuye. La ramificación en el carbono beta también retarda la velocidad de este tipo de procesos.

Comparación entre el mecanismo S_N2 y el S_N1

	S_N1	S_N2
Cinética	Primer orden	Segundo orden
Estereoquímica	Racemización	inversión
Sustrato mas estable	3° > 2° > 1°	CH₃X > 1° > 2°
Nucleófilo	Basta Nucleófilo Débil	Sólo Nucleófilo fuerte
Grupo Saliente	Buen grupo saliente	Buen grupo saliente
Disolvente	Ionizante	variados
Transposiciones	Normalmente	Nunca

El estudiante deberá buscar las reacciones involucradas y tener claros los ensayos a realizar antes de llevar a cabo la práctica, además deberá tener guantes de nitrilo y gafas de seguridad para presentar la práctica.

4. MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS

- 1 Embudo de decantación 250 mL
- 1 Embudo de decantación
- 1 Soporte
- 1 Aro con pinza
- 1 Probeta graduada 25 mL
- 1 Probeta graduada de 100 mL
- 1 Pipeta 10 mL
- 1 Pipeta 5 mL
- 1 Pipeteador
- 3 Vasos de precipitado 100 mL
- 1 Tubo thiele
- 1 Pyrex
- 2 vaso de precipitado 50 mL
- 1 Erlenmeyer 100 mL
- 1 Picnómetro
- 1 Crisol
- 1 Soporte con pinzas.
- 1 Mechero, aro, malla.
- 2 Vidrios de reloj
- 1 Embudo filtración gravedad.

5. REACTIVOS

- Agua Destilada
- Papel Tornasol
- Solución saturada bicarbonato de sodio
- Sulfato de sodio anhidro

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 V. 00
		Página	39 de 68

* Kit de laboratorio (Paño o toalla, ENCENDEDOR O CAJA DE FÓSFOROS, marcador o cinta de enmascarar, teflón, GOTERO, guantes de nitrilo, gafas de seguridad)

* Alambre de cobre grueso
* Alambre de cobre delgado o una cinta de goma o elástico

*** Suministrado por los estudiantes**

RECUERDE: No se permitirá el ingreso de estudiantes que lleguen a laboratorio sin guantes de nitrilo, ni se permitirá que los grupos de laboratorio que no cuentan con el material solicitado presenten la práctica, por tanto asegúrense de llevar el material solicitado.

6. PROCEDIMIENTO

1. En un matraz esférico de 250 mL Coloque 27,0 g de bromuro sódico, 30 mL de agua y 20,0 mL de n-Butanol. La mezcla se enfría en un baño de hielo y se añaden lentamente 23 mL de ácido sulfúrico, sin dejar de enfriar ni de agitar.
2. El matraz se coloca sobre una placa de calentamiento (preferentemente) o mechero y se le acopla un refrigerante con sus gomas (se le pide al estudiante tener dentro de su kit personal y/o grupal de laboratorio Teflón, como sellante de las juntas del material de destilación).
3. Se calienta hasta ebullición (anótase la hora) y la llama o calentamiento se ajusta de tal modo que el reflujo sea vivo y constante. Al poco rato se separa una capa superior que es el bromuro de alquilo (la disolución acuosa de sales inorgánicas tiene mayor peso específico). Se mantiene el reflujo durante 30 minutos, se aparta la fuente de calentamiento y se deja en reposo, con el refrigerante en marcha, durante unos minutos.
4. Se quita el refrigerante y se acopla un aparato de destilación sencillo, como colector se usa un erlenmeyer de 125 mL.
5. La mezcla se destila (controlando frecuentemente la temperatura) hasta que no aparezcan más gotas insolubles en el agua; para entonces la temperatura debe haber alcanzado los 115°C. (Para ver solubilidad, recójanse unas gotas del destilado en un tubo de ensayo y añádase agua). El punto de ebullición se eleva gradualmente, ya que el azeotropo que forma el agua y el bromuro de alquilo contiene cada vez más ácido sulfúrico.
6. El destilado se transfiere a un embudo de decantación, se añaden unos 20 mL de agua, se tapa y se agita. (Téngase en cuenta que el bromuro de alquilo ahora se encuentra en la capa inferior). Si esta fase se halla con una tonalidad rosada, por la presencia de trazas de bromo, puede decolorarse por adición de un poco de bisulfito de sodio (NaHSO_3) y nueva agitación.
7. La capa inferior de bromuro de butilo se pasa a un erlenmeyer limpio. El embudo de decantación se lava y se seca y el bromuro de alquilo se vuelve a colocar en él. Se enfrían concienzudamente en un baño de hielo 20 mL de ácido sulfúrico concentrado, se vierten en el embudo de decantación, se agita fuertemente y se deja en reposo durante 5 minutos para separar las fases. El agua y el bromuro de alquilo (bromuro de butilo) tienen densidades de 1,0 y 1,3 g/mL, respectivamente. Un método empírico para distinguir las dos capas es verter unas gotas de la capa inferior en un tubo de ensayo y probar su solubilidad en agua; si es soluble, se trata del ácido sulfúrico y si es insoluble, del bromuro de butilo. La capa inferior se saca del embudo, se espera otros 5 minutos y se vuelve a verter lo que se haya separado. El bromuro de butilo se lava con 20 mL de disolución de hidróxido de sodio al 10%, para eliminar los restos de ácido, y se separan las capas (Cuidado de conservar la capa con el producto).

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 V. 00
		Página	39 de 68

8. Séquese el bromuro de butilo turbio por adición de 5 g de cloruro cálcico, calentando suavemente y con agitación en el baño de vapor hasta que quede transparente
9. (Un método opcional es adicionar sulfato de sodio anhidro, agitando y dejando decantar, sin necesidad de calentamiento).
10. El Líquido seco se traspasa a un matraz de 50 mL, a través de un embudo de vidrio provisto de un trocito flojo se algodón en el vértice.
11. Recogido el volumen del bromuro de alquilo, se destila nuevamente y se recogen las fracciones que hierven entre 99 y 103°C. El rendimiento teórico esperado es de 21 a 25 g.
12. Anótese en el cuaderno de pre informe el volumen aproximado tanto de las fracciones iniciales como del residuo de destilación.
13. En la Figura 1 se representan los espectros teóricos de IR y de RMN del bromuro de nbutilo. El triplete a campo alto que se observa en el espectro de RMN se debe a los protones del metilo. El triplete a campo bajo se debe a los protones vecinos al átomo de bromo, electronegativo. Obsérvese que si el bromuro de n-butilo estuviera impurificado con alcohol, debería aparecer una absorción en la región 3400-3600 cm^{-1} .

7. NIVEL DE RIESGO

Medio. No olvidar que la eficiencia y buenos resultados en la práctica de laboratorio, además de la seguridad del personal que ejecuta la práctica dependen del cumplimiento de ciertas normas, que aunque en su mayoría se derivan del sentido común, es necesario hacer nota para tenerlas presentes.

- No dejar botellas abiertas y sin marcar, limpiar cualquier derrame, disponer de los desechos químicos en las líneas de desecho apropiadas.
- Tener cuidado con el montaje.
- NO permitir que el sodio metálico entre en contacto con agua.
- En el ensayo correspondiente a la fusión con sodio (paso 6), asegúrese de que todo el sodio reaccione con el alcohol etílico antes de adicionar el agua destilada.

Dejar el sitio de trabajo completamente limpio y ordenado, arrojando los desechos en los sitios designados para ello.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Brewster, R. Q.; Mc. Ewen, W. E.; van der Werf, C. A. Curso Práctico de Química Orgánica, 2da ed. Editorial Alhambra, Madrid, 1970.
- Cheronis, N. D. Macro y semimicro métodos en la Química Organica. N. Marín, Barcelona, 1947. Pág. 168-182.

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 V. 00
		Página	39 de 68

- Durst, H. D.; Gokel, G. W. Química Orgánica Experimental. Editorial Reverté, Barcelona, 1985. Reimpresión, 2004.
- Gomez, M. J.; Moreno, P. N. Manual de prácticas de Análisis Orgánico. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 1988.
- Lozano, L. A. Laboratorio de Química Orgánica I. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, 2004.
- Shriner, R. L.; Fuson, R. C.; Curtin, D. Y. Identificación Sistemática de Compuestos Orgánicos. LIMUSA, México, 2008.

9. ANEXOS

No aplica

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 V. 00
		Página	39 de 68

1. TITULO

Obtención y reconocimiento de alcanos, alquenos y alquinos

2. OBJETIVO

Obtener en forma experimental un alcano, un alqueno y un alquino; y apreciar con ayuda de reacciones, sus diferencias o semejanzas.

3. MARCO TEÓRICO

Las cadenas carbonadas pueden ser de dos tipos, cadenas abiertas ó cadenas cerradas. En estos dos grandes grupos se encuentran compuestos binarios formados únicamente por Carbono e Hidrógeno, llamados hidrocarburos, entre los cuales se encuentran los alcanos, alquenos, alquinos y aromáticos.

Alcanos

Se les denomina también hidrocarburos aromáticos o parafinas. así como también, la denominación de saturados les viene porque poseen la máxima cantidad de hidrógeno que una cadena carbonada puede admitir. La denominación de parafinas se refiere a su poca actividad química, actividad limitada que obedece a la estabilidad de los enlaces carbono-carbono, y a la firmeza con que los átomos de hidrógeno se unen a la cadena carbonada. Todos los enlaces dentro de la molécula de alcanos son de tipo simple. Los alcanos se obtienen mayoritariamente del petróleo. Son los productos base para la obtención de otros compuestos orgánicos.

Propiedades Físicas

1. Estado Físico:

a 25°C los hidrocarburos normales desde C1 hasta C4 son gases, desde C5 hasta C17 son líquidos y desde C18 en adelante son sólidos.

2. Puntos de Ebullición:

los puntos de ebullición muestran un aumento constante al aumentar el número de átomos de carbono. Sin embargo, la ramificación de la cadena del alcano disminuye notablemente el punto de ebullición, porque las moléculas que forman el compuesto se van haciendo esféricamente más simétricas y, en consecuencia, disminuyen las fuerzas de atracción entre ellas.

3. Puntos de Fusión:

los alcanos no muestran el mismo aumento en los puntos de fusión con el aumento del número de átomos de carbono. Se observa una alternancia a medida que se progresa de un alcano con un número par de átomos de carbono, al siguiente con un número impar de átomos de carbono. Por ejemplo, el propano (p.f = -187°C) funde a menor temperatura que el etano (p.f = -172°C) y aun menor temperatura que el metano (p.f = -183°C). En general, el punto de fusión aumenta con el número de átomos de carbono y la simetría de la molécula.

4. Densidad:

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 V. 00
		Página	39 de 68

los alcanos son los menos densos de los compuestos orgánicos. Todos los alcanos tienen densidades considerablemente menores a 1g/mL, (la densidad del agua a 4°C).

5. Solubilidad:

los alcanos son casi totalmente insolubles en agua debido a su baja polaridad, y a su incapacidad de formar enlaces por puentes de hidrógeno. Los alcanos líquidos son miscibles entre sí, y generalmente se disuelven en solventes de baja polaridad.

Alquenos

Los alquenos son hidrocarburos alifáticos que poseen un doble enlace entre dos átomos de carbono consecutivos. El doble enlace es un punto reactivo o un grupo funcional y es el que determina principalmente las propiedades de los alquenos. Los alquenos también se conocen como hidrocarburos insaturados (tienen menos hidrógeno que el máximo posible). Un antiguo nombre de esta familia de compuestos es olefinas.

Propiedades Físicas

1. Estado Físico:

los tres primeros miembros son gases a temperatura ordinaria, del C₅ hasta el C₁₈ son líquidos y los demás sólidos.

2. Puntos de Ebullición:

son un poco más bajos (algunos grados) que los alcanos.

3. Puntos de Fusión:

son ligeramente mayores que el de los alcanos.

4. Densidad:

un poco más alta que la de los alcanos.

5. Solubilidad:

la solubilidad de los alquenos en agua, aunque débil, es considerablemente más alta que la de los alcanos, debido a que la concentración de los electrones en el doble enlace, produce una mayor atracción del extremo positivo del dipolo de la molécula de agua.

Alquinos

Los alquinos son hidrocarburos alifáticos que poseen un triple enlace entre dos átomos de carbono adyacentes. El triple enlace es un punto reactivo o un grupo funcional y es el que determina principalmente las propiedades de los alquinos. Los alquinos también se conocen como hidrocarburos acetilénicos, debido a que el primer miembro de esta serie homóloga es el acetileno o etino.

Propiedades Físicas

1. Estado Físico:

son gases hasta el C₅, líquidos hasta el C₁₅ y luego sólidos.

2. Puntos de Ebullición:

son más altos que los de los correspondientes alquenos y alcanos.

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 V. 00
		Página	39 de 68

3. Puntos de Fusión:
se puede decir lo mismo que para el punto de ebullición.

4. Densidad:
igual que en los casos anteriores.

5. Solubilidad:
se disuelven en solventes no polares.

4. MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS

- 9 Tubos de ensayo ancho y delgado
- 3 Tubos con desprendimiento y tapón
- 3 Soportes universales
- 3 Aros con malla
- 3 Agarradera de tubos
- 3 Mecheros busen
- 3 Pipetas 10 mL
- 3 Pipetas 5 mL
- 2 Pipeteadores
- 1 Gradilla
- 1 Pinza para tubo
- 3 Pinzas de bureta
- 3 vidrios de reloj
- 3 espátulas
- 3 vasos de precipitado 100mL

5. REACTIVOS

- Agua Destilada
- Acetato de sodio
- Agua de bromo en tetracloruro de carbono
- Cal sodada (mezcla 1 NaOH: 2 CaO)
- KMnO_4 0,01M
- Alcohol etílico
- Agua de bromo
- H_2SO_4
- Carburo de calcio

* Kit de laboratorio (Paño o toalla, ENCENDEDOR O CAJA DE FÓSFOROS, marcador o cinta de enmascarar, teflón, GOTERO, guantes de nitrilo, gafas de seguridad)

* Arena

*** Suministrado por los estudiantes**

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 V. 00
		Página	55 de 68

RECUERDE: No se permitirá el ingreso de estudiantes que lleguen a laboratorio sin guantes de nitrilo, ni se permitirá que los grupos de laboratorio que no cuentan con el material solicitado presenten la práctica, por lo tanto, asegúrense de llevar el material solicitado.

6. PROCEDIMIENTO

A. OBTENCIÓN Y RECONOCIMIENTO DE UN ALCANO

Obtención

1. Introducir en un tubo de ensayo seco, igual porción de acetato de sodio y cal sodada.
2. Cubrir la boca del tubo con tapón que trae insertado un tubo de desprendimiento.
3. Asir el tubo al soporte universal y calentar advirtiéndola salida de un gas.

Reconocimiento

1. Introducir la punta del tubo de desprendimiento en agua de bromo contenido en un tubo de ensayo delgado; considere tiempo de contacto (burbujeo) observe y anote.
2. Burbujear ahora el gas KMnO_4 solución 0,01M considere tiempo. Observe y anote.
3. Acercar una llama al gas saliente. Detalle sus observaciones y anótelos.

B. OBTENCIÓN Y RECONOCIMIENTO DE UN ALQUENO

Obtención

1. Introducir arena, alcohol etílico y ácido sulfúrico concentrado en un tubo de ensayo.
2. Tapar el tubo con tapón y tubo de desprendimiento; y calentar hasta la producción de un gas.

Reconocimiento

1. Hacer burbujear el gas en agua de Bromo, Observar y Anotar.
2. Burbujear ahora el gas en solución KMnO_4 , Observe y Anote.
3. Acercar una llama al gas. Detalle sus observaciones y anótelos.

C. OBTENCIÓN Y RECONOCIMIENTO DE ALQUINO

Obtención

1. Introducir dos trocitos de carburo de calcio en un tubo de ensayo con desprendimiento lateral insertado a una manguera conectada a la punta de una bureta con agua.
2. Cubrir la boca del tubo con tapón que trae insertado tubo de desprendimiento y permitir que pase agua lentamente de la bureta Observar todo detalle y anotar

Reconocimiento

1. Hacer burbujear el gas en agua de Bromo, Observar y Anotar.
2. Burbujear ahora el gas en solución KMnO_4 , Observe y Anote.
3. Acercar una llama al gas. Detalle sus observaciones y anótelos.

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 V. 00
		Página	56 de 68

Medio. No olvidar que la eficiencia y buenos resultados en la práctica de laboratorio, además de la seguridad del personal que ejecuta la práctica dependen del cumplimiento de ciertas normas, que aunque en su mayoría se derivan del sentido común, es necesario hacer nota para tenerlas presentes.

- No dejar botellas abiertas y sin marcar, limpiar cualquier derrame, disponer de los desechos químicos en las líneas de desecho apropiadas.
- Tener cuidado con el montaje.
- NO permitir que el sodio metálico entre en contacto con agua.
- En el ensayo correspondiente a la fusión con sodio (paso 6), asegúrese de que todo el sodio reaccione con el alcohol etílico antes de adicionar el agua destilada.

Dejar el sitio de trabajo completamente limpio y ordenado, arrojando los desechos en los sitios designados para ello.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Cheronis, N. D. Macro y semimicro métodos en la Química Organica. N. Marín, Barcelona, 1947. Pág. 168-182.
- Durst, H. D.; Gokel, G. W. Química Orgánica Experimental. Editorial Reverté, Barcelona, 1985. Reimpresión, 2004.
- Gomez, M. J.; Moreno, P. N. Manual de prácticas de Análisis Orgánico. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 1988.
- Lozano, L. A. Laboratorio de Química Orgánica I. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, 2004.

9. ANEXOS

No aplica

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 V. 00
		Página	57 de 68

1. TITULO

Alcoholes

2. OBJETIVO

- Mostrar al estudiante una visión general de la química de los alcoholes.
- Desarrollar habilidades para relacionar e interpretar el comportamiento químico de los alcoholes.

3. MARCO TEÓRICO

Los alcoholes son compuestos orgánicos formados a partir de los hidrocarburos mediante la sustitución de uno o más grupos hidroxilo por un número igual de átomos de hidrógeno. El término se hace también extensivo a diversos productos sustituidos que tienen carácter neutro y que contienen uno o más grupos alcoholes.

Los alcoholes se utilizan como productos químicos intermedios y disolventes en las industrias de textiles, colorantes, productos químicos, detergentes, perfumes, alimentos, bebidas, cosméticos, pinturas y barnices. Algunos compuestos se utilizan también en la desnaturalización del alcohol, en productos de limpieza, aceites y tintas de secado rápido, anticongelantes, agentes espumígenos y en la flotación de minerales. Las propiedades químicas generales de los alcoholes, varían en su velocidad y mecanismo, según el alcohol sea primario, secundario o terciario. Las que dependen del desplazamiento del hidrógeno del grupo oxhidrilo son más rápidas con los alcoholes primarios, mientras que en las que se sustituye el oxhidrilo son más fáciles con los alcoholes terciarios.

Los tres grupos de alcoholes poseen propiedades químicas particulares, las que además de permitir distinguirlos permiten obtener diferentes compuestos orgánicos. En todos los casos la velocidad es inversamente proporcional al incremento de la cadena.

Los alcoholes primarios por oxidación dan aldehídos o ácidos carboxílicos, los secundarios forman cetonas y los terciarios no se oxidan en medio básico o neutro.

Otras como la formación de haloformos, son características del etanol y todos los metilalquilcarbinos y metilcetonas.

Los metales, particularmente los alcalinos, desplazan al hidrógeno del oxhidrilo formando alcoóxidos. Con los ácidos orgánicos los alcoholes forman ésteres, usualmente con olores frutales. Los alcoholes primarios son muy reactivos y los terciarios muy lentos; de cualquier forma es necesario añadir un catalizador (ácido sulfúrico, cloruro de hidrógeno, etc.) para acelerar la reacción.

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 V. 00
		Página	58 de 68

El estudiante deberá tener bata de laboratorio manga larga, guantes de nitrilo y gafas de seguridad para presentar la práctica.

4. MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS

- 1 Gradilla
- 6 Tubos de ensayo
- 2 Pinzas (madera y metálica)
- 1 Espátulas
- 1 Agitador
- 1 Pipeta 10 mL
- 1 Pipeta 5 mL
- 1 Pipeteador
- 3 Vasos de precipitado 100 mL
- 2 vasos de precipitado 50 mL
- 1 capsula de porcelana
- 1 Soporte con pinzas.
- 1 Mechero, aro, malla.
- 2 Vidrios de reloj

RECUERDE:

No se permitirá el ingreso de estudiantes que lleguen a laboratorio sin guantes de nitrilo, ni se permitirá que los grupos de laboratorio que no cuentan con el material solicitado presenten la práctica, por tanto asegúrense de llevar el material solicitado.

5. REACTIVOS

- Agua Destilada
- Papel Tornasol
- Papel filtro
- Ácido Clorhídrico
- Ácido Sulfúrico
- Alcohol Etilico
- Alcohol Metílico
- Sodio metálico
- Alcohol n-amílico
- Alcohol n-butílico
- Alcohol s-butílico
- Alcohol t-butílico
- Solución 10% dicromato sódico
- * Kit de laboratorio (Paño o toalla, ENCENDEDOR O CAJA DE FÓSFOROS, marcador o cinta de enmascarar, teflón, GOTERO, guantes de nitrilo, gafas de seguridad)
- * Alambre de cobre grueso
- * Alambre de cobre delgado o una cinta de goma o elástico
- * **Suministrado por los estudiantes**

6. PROCEDIMIENTO

PROPIEDADES FÍSICAS

1. Examine el olor y la solubilidad en agua de los alcoholes (metílico, etílico, n-propílico, n-butílico y n-amílico) añadiendo el alcohol gota a gota a 1mL de agua contenido en un tubo de ensayo.

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 V. 00
		Página	39 de 68

PROPIEDADES ÁCIDAS DE ALCOHOLES

- En un tubo de ensayo adicione 5mL de alcohol etílico.
- Añada un trozo de sodio al tubo de ensayo.
- Cuando la reacción haya concluido pase la solución a un vidrio de reloj dejando que el exceso de alcohol se evapore.
- Observe el residuo y tome nota.
- Añada 3mL de agua destilada.
- Ensaye al tornasol la solución resultante y observe su olor y características físicas.
- Tome 3 tubos de ensayo y añada alcohol n-butílico, s-butílico y t-butílico anhidros respectivamente.
- Añada a cada tubo un trozo pequeño de sodio simultáneamente.
- Compare las velocidades de reacción de los tres tubos.
- Si es necesario caliente a baño maría para completar la reacción.
- Tome nota de lo ocurrido y formule las reacciones que han tenido lugar.

PRECAUCIÓN: EL SODIO METÁLICO REACCIONA VIOLENTAMENTE CON EL AGUA, NO AÑADA AGUA A LOS RESIDUOS DE SODIO SIN REACCIONAR. ADICIONE SUFICIENTE ALCOHOL ETÍLICO PARA QUE REACCIONE TOTALMENTE EL SODIO Y DESPUÉS ENJUAGUE EL TUBO TRAS VERTER SU CONTENIDO EN LA LÍNEA DE RESIDUO CORRESPONDIENTE.

VELOCIDADES RELATIVAS DE REACCIÓN CON ÁCIDO CLORHÍDRICO

- Tome 3 tubos de ensayo y rotúlelos
- Añada 3mL de alcohol n-butílico, s-butílico y t-butílico respectivamente
- Añada 10mL de ácido clorhídrico concentrado a cada tubo de ensayo.
- Observe y tome nota de lo ocurrido.
- Las diferencias en las velocidades de reacción de los alcoholes primarios, secundarios y terciarios con el ácido clorhídrico se acentúan al añadir cloruro de zinc que actúa como catalizador, este es el fundamento del ensayo de Lucas, cuyo reactivo se prepara disolviendo 136g de cloruro de zinc anhidro en 105 gramos de ácido clorhídrico concentrado y frío.
- Seleccione los tubos de ensayo en los cuales la solución sea aún incolora y homogénea.
- Deje 5 minutos a temperatura ambiente.
- Exponga durante 10 minutos los tubos de ensayo en un vaso con agua a temperatura de ebullición y tome nota de lo ocurrido.

OXIDACIÓN DE ALCOHOLES

• Con permanganato en medio ácido.

- En un tubo de ensayo vierta 1 mL de alcohol metílico y 5mL de agua.
- Añada dos gotas de ácido sulfúrico 10%.
- Añada 3 gotas de solución de permanganato de potasio 0,3%
- Deje reposar durante 5 minutos y tome nota de lo observado.

• Comparación de alcoholes primarios, secundarios y terciarios.

- Prepare una solución oxidante añadiendo 5mL de ácido sulfúrico concentrado en 30 mL de una

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 V. 00
		Página	39 de 68

solución de dicromato sódico 10%.

26. Enfríe la solución
27. Vierta 10 mL de la solución oxidante en un tubo de ensayo.
28. Añada 2 mL de alcohol n-butílico
29. Agite la solución y observe posible calentamiento o cambio de color.
30. Repita en ensayo con 2 mL de alcohol s-butílico y t-butílico.
31. Tome nota de los resultados.

- **Ensayo de nitrato cérico para alcoholes de bajo peso molecular.**

32. Añada 0,5 mL del reactivo nitrato cérico (hexanitrocerato amónico $(\text{NH}_4)_2\text{Ce}(\text{NO}_3)_6$) y 3 mL de agua destilada en un tubo de ensayo.
33. Agite la solución resultante
34. Añada al tubo de ensayo 3 gotas de alcohol metílico
35. Repita el ensayo con alcohol etílico
36. Observe lo ocurrido y tome nota del resultado.

El ensayo con nitrato cérico da resultado positivo con alcoholes y fenoles que poseen en su estructura menos de 10 átomos de carbono.

ENSAYO PARA DIFERENCIAR LOS ALCOHOL METÍLICO Y ETÍLICO.

- **Ensayo de acetato**

37. Añada a un tubo de ensayo 1 mL de alcohol etílico y 1 mL de ácido acético.
38. Adicione 1 mL de ácido sulfúrico concentrado.
39. Caliente ligeramente (No lleve a ebullición)
40. Enfríe la solución (aproximadamente 20°C)
41. Añada 5 mL de solución de salmuera.
42. Observe el olor típico del acetato de etilo, éster formado.
43. Repita el procedimiento con alcohol metílico y observe el olor del acetato de metilo
44. Repita el ensayo con alcohol n-amílico.

- **Ensayo de salicilato**

45. Añada 1 mL de ácido sulfúrico concentrado a una mezcla de 1 mL de alcohol metílico y 0,25 g de ácido salicílico.
46. Caliente durante unos minutos (no llevar a ebullición)
47. Deje enfriar la solución
48. Vierta la mezcla sobre 10 mL de agua fría
49. Observe el olor del salicilato de metilo
50. Repita el procedimiento con alcohol etílico

- **Alcohol sólido**

51. Mezcle 13,5mL de alcohol etílico 96% con 3mL de solución saturada de acetato cálcico en agua (viértalas simultáneamente en un vaso de precipitado pequeño).
52. Deje la mezcla en reposo durante aproximadamente 10 minutos
53. Ponga una cantidad pequeña de la muestra sólida obtenida en una capsula de porcelana y lleve a la llama tomando nota de lo ocurrido

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 V. 00
		Página	39 de 68

7. NIVEL DE RIESGO

Medio. No olvidar que la eficiencia y buenos resultados en la práctica de laboratorio, además de la seguridad del personal que ejecuta la práctica dependen del cumplimiento de ciertas normas, que aunque en su mayoría se derivan del sentido común, es necesario hacer nota para tenerlas presentes.

- No dejar botellas abiertas y sin marcar, limpiar cualquier derrame, disponer de los desechos químicos en las líneas de desecho apropiadas.
- NO permitir que el sodio metálico entre en contacto con agua.
- Mantenga las sustancias inflamables alejadas de la llama
- No caliente directamente al mechero, a excepción del último paso.
- Dejar el sitio de trabajo completamente limpio y ordenado, arrojando los desechos en los sitios designados para ello.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Brewster, R. Q.; Mc. Ewen, W. E.; van der Werf, C. A. Curso Práctico de Química Orgánica, 2da ed. Editorial Alhambra, Madrid, 1970.
- Cheronis, N. D. Macro y semimicro métodos en la Química Organica. N. Marín, Barcelona, 1947. Pág. 168-182.
- Gomez, M. J.; Moreno, P. N. Manual de prácticas de Análisis Orgánico. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 1988.
- Lozano, L. A. Laboratorio de Química Orgánica I. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, 2004.
- Shriner, R. L.; Fuson, R. C.; Curtin, D. Y. Identificación Sistemática de Compuestos Orgánicos. LIMUSA, México, 2008.

9. ANEXOS

No aplica

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 V. 00
		Página	39 de 68

1. TITULO

Síntesis de éter dietílico

2. OBJETIVO

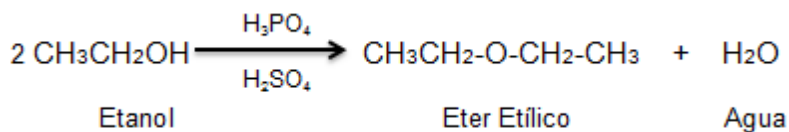
Obtener en forma experimental éter dietílico a partir de deshidratación de alcoholes.

3. MARCO TEÓRICO

a. Generalidades

Los éteres pueden obtenerse por deshidratación de alcoholes y por la acción de los halogenuros de alquilo sobre un alcóxido metálico (síntesis de Williamson). Los éteres metílicos y etílicos se pueden sintetizar por reacciones de alcóxidos alcalinos o fenoles con sulfato de metilo o sulfato de etilo.

Enfocándose en la deshidratación de alcoholes para formar un éter se presenta la siguiente ecuación:



En esta reacción debe utilizarse un sólo tipo de alcohol que da un éter simétrico, dos alcoholes diferentes producirían una mezcla de éteres.

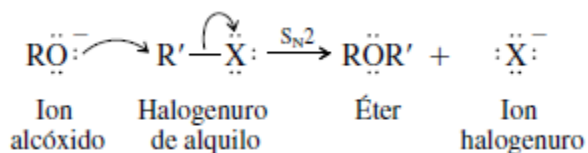
b. Método de deshidratación de Alcoholes.


Este método es útil para obtener éteres simples, teniendo el inconveniente de que los alcoholes con más de cuatro átomos de carbono se deshidratan a temperaturas elevadas, favoreciéndose la formación de productos secundarios y principalmente la oxidación de alcohol.

c. Método de Williamson.

Este método se emplea ya que da buenos rendimientos y se puede emplear éteres mixtos (asimétricos). El grupo alcoxi reemplaza o sustituye el halógeno, pudiendo por su mecanismo ser una SN1 o SN2.

Un ión alcóxido desplaza un halogenuro o algún grupo saliente similar, en una reacción SN2. El halogenuro de alquilo no puede ser uno propenso a la eliminación por lo que esta reacción se limita a los halogenuros de metilo y de alquilo primarios.



	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 V. 00
		Página	39 de 68

4. MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS

- 1 Montaje de destilación simple con plancha de calentamiento
- 1 Crisol
- 1 Erlenmeyer 50mL
- 1 Erlenmeyer 25mL
- 1 probeta 40mL
- 1 Pipetas 10 mL
- 2 Pipetas de 1mL
- 2 Pipeteadores
- 3 vasos de precipitado 100mL

5. REACTIVOS


- Agua Destilada
- Etanol
- Ácido fosfórico 0.1M

* Kit de laboratorio (Paño o toalla,
ENCENDEDOR O CAJA DE

FÓSFOROS, marcador o cinta de
enmascarar, teflón, GOTERO, guantes de
nitrilo, gafas de seguridad)

* Hielo

*** Suministrado por los estudiantes**

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 v.00
		Página	64 de 68

RECUERDE: No se permitirá el ingreso de estudiantes que lleguen a laboratorio sin guantes de nitrilo, ni se permitirá que los grupos de laboratorio que no cuentan con el material solicitado presenten la práctica, por lo tanto, asegúrense de llevar el material solicitado.

6. PROCEDIMIENTO

1. En un balón de 1 boca de 250ml. colocar 40ml de etanol al 95% y agregar cuidadosamente, agitando y enfriando, 10ml de ácido fosfórico 0.1M. Una vez fría la mezcla, se agregan 15ml de agua enfriada con hielo. Se debe tomar en cuenta que agregar una gran cantidad de ácido provocaría la formación de un alqueno, para que no suceda esto deberá estar presente en pequeña cantidad y diluido.
2. Luego se arma la unidad de destilación simple como se indica en la figura 1. Agregándose 3 perlas de ebullición como máximo.

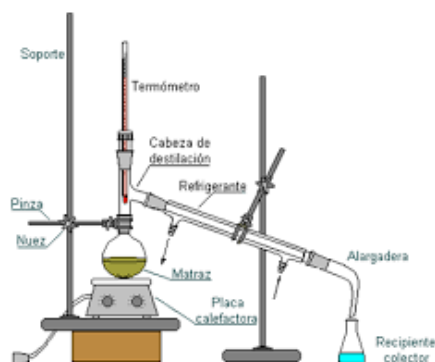


Figura 1: Montaje de destilación simple

3. Proceder a calentar la mezcla, lo que provocará la destilación del éter correspondiente.
4. *Nota: No deberá de haber mecheros encendidos en el laboratorio mientras dure la destilación, ya que el riesgo de incendio es alto si lo hubiere.

Prueba de combustión

1. Coloque parte del producto en un crisol y enciéndalo con un fósforo encendido. Si se produce una llama naranja un poco azulada y no tan luminosa, la prueba es positiva para el éter generado.

Prueba de solubilidad

1. Agregue 1mL del Destilado a 1mL de agua en un tubo de ensayo. Si la mezcla es homogénea, la prueba es positiva para el éter.

Medio. No olvidar que la eficiencia y buenos resultados en la práctica de laboratorio,

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 v.00
		Página	65 de 68

además de la seguridad del personal que ejecuta la práctica dependen del cumplimiento de ciertas normas, que aunque en su mayoría se derivan del sentido común, es necesario hacer nota para tenerlas presentes.

- No dejar botellas abiertas y sin marcar, limpiar cualquier derrame, disponer de los desechos químicos en las líneas de desecho apropiadas.
- Tener cuidado con el montaje.
- NO permitir que el sodio metálico entre en contacto con agua.
- En el ensayo correspondiente a la fusión con sodio (paso 6), asegúrese de que todo el sodio reaccione con el alcohol etílico antes de adicionar el agua destilada.


Dejar el sitio de trabajo completamente limpio y ordenado, arrojando los desechos en los sitios designados para ello.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Cheronis, N. D. Macro y semimicro métodos en la Química Orgánica. N. Marín, Barcelona, 1947. Pág. 168-182.
- Durst, H. D.; Gokel, G. W. Química Orgánica Experimental. Editorial Reverté, Barcelona, 1985. Reimpresión, 2004.
- Gomez, M. J.; Moreno, P. N. Manual de prácticas de Análisis Orgánico. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 1988.
- Lozano, L. A. Laboratorio de Química Orgánica I. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, 2004.

9. ANEXOS

No aplica

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 v.00
		Página	66 de 68


ANEXOS

Anexo A. Normas de seguridad en el laboratorio de química.


La realización de prácticas de laboratorio requiere atención a una serie de detalles que pueden evitar consecuencias desagradables. Las normas de seguridad en el laboratorio han sido elaboradas a partir de innumerables experiencias a lo largo y ancho de los laboratorios de química que funcionan en el mundo conocido. No son consecuencia del capricho de los profesores. Han sido propuestas para minimizar accidentes y proporcionar el mayor grado de seguridad posible a las personas que se dedican a la práctica de esta interesante disciplina.

Recuerde que el laboratorio es un lugar serio de trabajo. Las prácticas de laboratorio serán realizadas en grupo y cada grupo se ubicará en un determinado espacio de la mesa de trabajo, del cual debe hacerse responsable y mantenerlo limpio y en orden.

1. Antes de llegar a realizar cada una de las prácticas, LEA CUIDADOSAMENTE la guía correspondiente, preparando el pre-informe de la misma.
2. Para ingresar al laboratorio de química, es requisito inapelable:
 - El uso de bata de laboratorio. La misma debe ser de tela blanca no inflamable, manga larga y debe cubrir desde los hombros y el cuello hasta la rodilla. Igualmente debe presentar al menos un bolsillo a la altura del pecho y dos más en la parte inferior. La bata de laboratorio debe permanecer abotonada. Por su seguridad, la bata de laboratorio debe poder ser retirada con facilidad en caso de accidente, por lo mismo se recomienda el uso de botones para cerrar la misma.
 - El uso de gafas de seguridad. Las gafas de seguridad para el laboratorio de química deben ser de material transparente resistente al impacto. Deben cubrir totalmente los ojos desde el inicio de la cuenca ocular en el borde exterior del cráneo, hasta el borde externo de la nariz, en cada ojo. Igualmente debe cubrir desde la parte superior de las cejas hasta la parte inferior de la cuenca ocular. Por su seguridad, el estudiante debe permanecer con ellas permanentemente puestas el tiempo que dure la práctica. No está permitido el uso de lentes de contacto durante las prácticas de laboratorio de química. La presencia de sustancias irritantes y contaminantes puede comprometer seriamente su visión de forma permanente al penetrar entre el lente y la superficie del ojo.
 - El uso de indumentaria adecuada. No debe ingresar al laboratorio vistiendo ropas que dejen al descubierto el abdomen, las piernas o los pies.
 - Permanecer con el cabello recogido (para las personas que tiene cabello de longitud suficiente como para que el mismo pueda ser amarrado mediante un dispositivo adecuado). No está permitido el uso de gorras, sombreros, turbantes o dispositivos semejantes.
 - Al ingresar al laboratorio asegúrese de conocer la ubicación de extintores de incendio, llaves de gas, duchas y salidas de emergencia.

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 v.00
		Página	67 de 68

- En el laboratorio está terminantemente prohibido el uso de celulares, audífonos o cualquier otro dispositivo que distraiga la atención del practicante o de sus compañeros.
- Al realizar las prácticas, solo efectúe la señalada para ese día, siguiendo las correspondientes normas de seguridad.
- Al recibir su material de manos del auxiliar de laboratorio, verifique que se encuentre en buen estado. **NO ACEPTE MATERIAL AVERIADO** pues todo material roto o extraviado durante la práctica será responsabilidad de los integrantes del grupo de trabajo.
- No toque las sustancias ni los aparatos de los estantes sin autorización.
- No desplace hasta su lugar de trabajo los diferentes reactivos en los frascos principales. Mida la cantidad indicada en el lugar en que estos se encuentran y luego, haciendo uso de un recipiente adecuado, desplácese hasta su lugar de trabajo, con el mismo.
- No juegue con las llaves de agua, gas, etc. que se encuentran en las mesas.
- Si deja caer sustancias químicas sobre la mesa, limpie inmediatamente.
- En caso de accidente en el que se vierta sobre sí un ácido o cualquier sustancia corrosiva, lávese inmediatamente con abundante agua.
- No toque directamente con las manos las sustancias químicas desconocidas.
- Si desea conocer el olor de una sustancia, no acerque a la cara directamente, abanique un poco de vapor a las fosas nasales, moviendo la mano sobre la sustancia o el recipiente que contiene la sustancia.
- Compruebe cuidadosamente los rótulos de los frascos de reactivos antes de usar su contenido.
- No devuelva los sobrantes de compuestos usados a los frascos originales, no introduzca objetos extraños dentro de ellos, no cambie las tapas de los frascos de reactivos por ningún motivo.
- No transite por el laboratorio con líquidos en goteros o pipetas. Cuando deba medir líquidos, tenga siempre a mano el recipiente sobre el cual va a depositar el líquido medido.
- Para medir líquidos en el laboratorio haciendo uso de goteros o pipetas, no pipetee succionando con la boca. Haga uso de las peras o de los dispositivos adecuados para cada sistema de medida.
- No transite por el laboratorio con sólidos en espátulas. Cuando deba pesar un sólido, tenga siempre a mano el recipiente sobre el cual va a depositar el sólido pesado.
- No ingiera alimentos ni bebidas durante su permanencia en el laboratorio.
- No fume dentro del laboratorio.
- Al momento de encender el mechero, verifique que las llaves y manguera correspondan al respectivo mechero.
- Antes y después del experimento, asegúrese de la limpieza de las mesas y aparatos usados, deje todo en su sitio.
- Todo material roto o extraviado durante la práctica será de responsabilidad de todos los integrantes del grupo.


	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 v.00
		Página	68 de 68

OPERACIONES PELIGROSAS

1. Nunca caliente un tubo de ensayo, dirigiendo éste hacia sí o hacia algún compañero, las sustancias que se calientan, generalmente líquidas, pueden proyectarse violentamente hacia afuera, provocando un accidente.
2. Nunca prenda un mechero, abriendo totalmente la llave de gas y manteniendo la cara sobre el mismo; la presión del gas produce una llama bastante larga que podría causarle quemaduras.
3. Tenga mucho cuidado al introducir un tubo o un termómetro a través de un tapón de corcho o caucho. La presión deberá ejercerse sobre el tubo en un punto próximo al tapón; si se presiona desde el extremo opuesto, se tendrá mayor facilidad, pero puede producirse una palanca que fácilmente lo rompa, es aconsejable cubrirse la mano con un guante de cuero grueso y humedecer en agua, aceite o álcali el tubo o termómetro.
4. Emplee siempre la pinza para coger los tubos, especialmente cuando está efectuando calentamiento. Recuerde que el tubo no siempre se pone rojo cuando está lo suficientemente caliente, como para producir dolorosas quemaduras.
5. Mantenga lejos de la cara, extendiendo bien los brazos, toda clase de reactivos cuando por primera vez se ha de verificar alguna reacción química. Muchas veces ésta desprende gran cantidad de calor, que puede proyectar violentamente los reactantes fuera del tubo.
6. Siempre que deba hacer soluciones acuosas de ácidos y bases fuertes, VIERTA EL REACTIVO SOBRE EL AGUA y no al contrario. El incumplimiento de esta norma puede causar salpicaduras, quemaduras graves e incluso explosiones.

EN CASO DE ACCIDENTE

- EN CUALQUIER TIPO DE INCENDIO, inmediatamente cerrar toda llave de salida de gas. Si la llama es pequeña, puede ser apagada con una toalla húmeda o con el extintor.
- ÁCIDOS EN LA ROPA: Si cae algo de ácido en el vestido, aplicar inmediatamente solución de amoníaco. Si la cantidad derramada es muy grande, retire la ropa rápidamente y coloque al accidentado bajo la ducha de emergencia. Lave con abundante agua. En caso de accidente, el pudor debe ser dejado en segundo plano pues prima la seguridad y la salud.
- FUEGO EN LA ROPA: Inmediatamente cubrir con una manta o con una toalla. De ser necesario, retire la ropa rápidamente y coloque al accidentado bajo la ducha de emergencia. Lave con abundante agua. En caso de accidente, el pudor debe ser dejado en segundo plano pues prima la seguridad y la salud.
- INCENDIO DE REACTIVOS: Cuando hay incendios en vasos o frascos de laboratorio, tapar inmediatamente la boquilla de éstos con una plancha de asbesto o con una toalla húmeda. Para incendios mayores usar el extintor.


	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 v.00
		Página	69 de 68

- CORTES, producidos por roturas de tubos de vidrio o termómetros, deben ser lavados con agua, aplicar un antiséptico y luego una venda.
- ÁCIDOS EN LOS OJOS: Lavar inmediatamente la parte afectada con bastante agua, luego con una solución saturada de ácido bórico o una solución de ácido acético al 1%; secar y poner dentro del ojo unas gotas de aceite de oliva.
- ÁLCALI EN LOS OJOS: Lavar inmediatamente la parte afectada con bastante agua, luego con una solución saturada de ácido bórico.

QUEMADURAS PRODUCIDAS POR:

- ÁCIDOS: Lavar con bastante agua, luego con una solución saturada de bicarbonato de sodio, volver a lavar con agua, secar con gasa y aplicar picrato de butesina.
- FENOL: Lavar con alcohol al 50% con una solución de agua de bromo al 1%, secar y aplicar vaselina.
- BROMO: Lavar con bastante agua, luego con una solución concentrada de bisulfito de sodio hasta eliminar el bromo lavar con agua, secar y aplicar vaselina.
- FUEGO: Las quemaduras por fuego o por contacto con objetos calientes se alivian, aplicando a la parte afectada picrato de butesina.

ATENCIÓN: EN CASOS GRAVES, SOLICITAR ATENCIÓN MEDICA.

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 v.00
		Página	70 de 68

Anexo B. Presentación de referencias bibliográficas.

Para referenciar textos de internet:

Autores, fecha de publicación del escrito, título del artículo. Consultado (fecha en que bajaron la información), de: (dirección electrónica).

Elder, Linda y Paul, Richard, 15/11/2005 11:40, El arte de formular preguntas esenciales, consultado 13 de junio de 2007, de <http://www.colombiaaprende.edu.co/html/mediateca/1607/article-90456.html>

Para Referenciar libros:

Apellido del autor, Nombre del autor. Nombre del Libro. Edición. Ciudad: Editorial, Año de publicación. Paginas (#p).

Chang, Raymond y College, Williams. Química. (7a ed.). Bogotá: McGraw-Hill, 2002. 1001p.

Para referenciar normas:

Autor corporativo. Título: subtítulo, publicación. Paginación: il. (Serie y número de la norma).

COMISIÓN PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS. Ferro molibdeno: Método gravimétrico con ácido nítrico para la determinación de azufre. Buenos Aires: COPANT, 1976. 3p. (COPANT 345).

Presentación de tablas y figuras:

Las tablas y figuras citadas en el texto, deben estar enumeradas, nombradas y referenciadas si no son propias, como se muestra en la tabla 1 y la figura 1 que se dan a continuación.


	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 v.00
		Página	71 de 68

Tabla 1. Contenido de calcio en varias leches utilizadas en los países en desarrollo. Tomada de B., Fuentes, 2003.

Fuente de leche	Contenido de calcio (mg/100 mL)
Humana	32
Vaca	119
Camello	120
Cabra	134
Búfalo de agua	169
Oveja	193

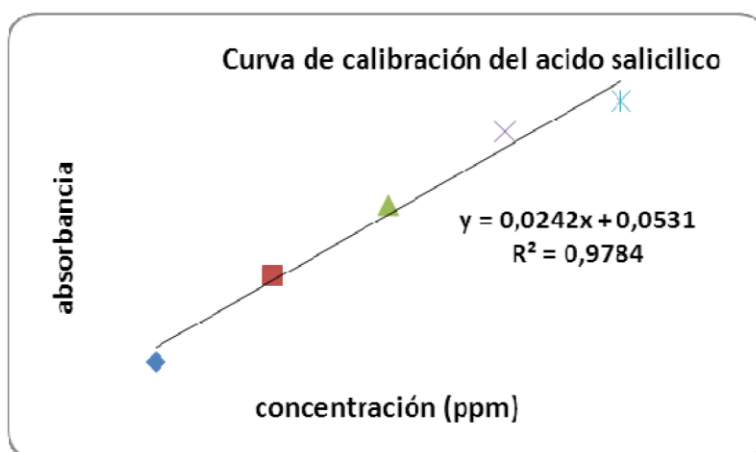


Figura 1. Curva de calibración para determinar la cantidad de ácido salicílico en tabletas de analgésico. Imagen Propia.

Anexo C. Factores de conversión

Ilustración 2. Factores de conversión básicos.

Propiedad	Unidad	Equivalencia	Propiedad	Unidad	Equivalencia
Longitud	1 pulg	2,54 cm	Volumen	1 L	1000 cm ^{3c}
	100 cm	1 m		1 pulg ³	16,387 cm ³
	1 milla	5280 pie		1 pie ³	28,317 L
	1 m	3,2808 pie		1 m ³	1000L
	1m	39,37 pulg		1m ³	35,313 pie ³
Masa	1 Kg	1000g	Viscosidad	1 cp	0,01 g/cm*s
	1 lb	453,59 g		1 cp	2,4191 lb/pie*h
	1 Ton	1000 Kg		1 Pa*s	1000 cp
	1 lb	16 oz		1 cp	10-3 N*s/m ²
	1 Kg	2,2046 lb		1 cp	6,7197*10 ⁻⁴ lb/pie*s

Tomado de Perry's Chemical Engineers Handbook. Página 1-17.

Tabla 2. Conversión de temperaturas.

Temperatura Inicial	Para pasar a	Aplicar
Celsius	Fahrenheit	$^{\circ}\text{F} = (9/5) ^{\circ}\text{C} + 32$
	Kelvin	$\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273,15$
	Rankine	$^{\circ}\text{R} = (9/5) (^{\circ}\text{C} + 273,15)$
Fahrenheit	Celsius	$^{\circ}\text{C} = (5/9) (^{\circ}\text{F} - 32)$
	Kelvin	$\text{K} = (5/9) (^{\circ}\text{F} - 32) + 273,15$
	Rankine	$^{\circ}\text{R} = ^{\circ}\text{F} + 459,67$
Kelvin	Celsius	$^{\circ}\text{C} = \text{K} - 273,15$
	Rankine	$^{\circ}\text{R} = (9/5) \text{K}$
Rankine	Fahrenheit	$^{\circ}\text{F} = ^{\circ}\text{R} - 459,67$
	Kelvin	$\text{K} = (5/9) ^{\circ}\text{R}$

Tomado de CRC Handbook of Chemistry and Physics. Página 1-46.



	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 v.00
		Página	73 de 68

Tabla 3. Factores de Conversión de Presión.

	Pa	KPa	Mpa	bar	Atm	Torr	mmHg	psi
Pa	1	0,001	1,00E-06	1,00E-05	9,8692E-06	7,5006E-03	7,5006E-03	1,4504E-04
KPa	1000	1	0,001	0,01	9,8692E-03	7,5006	7,5006	0,1450377
MPa	1000000	1000	1	10	9,8692	7500,6	7500,6168	145,0377
bar	100000	100	0,1	1	0,98692	750,06	750,0617	14,50377
Atm	101325	101,325	0,101325	1,01325	1	760	760	14,69594
Torr	133,322	0,133322	1,3332E-04	1,3332E-03	1,3158E-03	1	760	1,9337E-02
mmHg	133,3224	0,1333	1,3332E-04	1,3332E-03	1,3158E-03	1,32E-03	1	1,9337E-02
psi	6894,7614	6,8948	6,8948E-03	0,0689	0,0680	51,7150	51,7150	1

Tomado de CRC Handbook of Chemistry and Physics. Página 1-49.

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 v.00
		Página	74 de 68

Anexo D. Propiedades fisicoquímicas de sustancias comunes.

Tabla 4. Índice de refracción de algunas sustancias.

Sustancia	Temp. °C	Índice de Refracción
Agua	20	1,33336
H ₂ O ₂	28	1,4061
CO ₂	24	1,6630
HNO ₃	25	1,393
H ₂ SO ₄	20	1,4183
Ac. Acético	25	1,0446
Etanol	20	1,3611
1-Propanol	25	0,7997
Iso-propanol	25	0,7809
1-Butanol	20	0,8095
2-Butanol	20	0,8063
n-Octano	25	0,6986

Tomado de CRC Handbook of Chemistry and Physics. Página 4-136.

Ilustración 3. Tabla 5. Viscosidad de algunas sustancias.

Sustancia	Temp. °C	μ (cp)
Agua	25	0,890
Hg	25	1,526
CCl ₄	25	0,908
Metanol	25	0,544
Acetonitrilo	25	0,369
Ac. Acético	25	1,056
Etanol	25	1,074
Acetona	25	0,306
n-propanol	25	1,945
Iso-propanol	25	2,038


Tomado de CRC Handbook of Chemistry and Physics. Página 6-186.

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 v.00
		Página	75 de 68

Tabla 3. Densidad del Agua en función de la temperatura.

T, K	ρ , kg/m ³	T, K	ρ , kg/m ³	T, K	ρ , kg/m ³
273,160	999,793	352	972,479	432	908,571
274	999,843	354	971,235	434	906,617
276	999,914	356	969,972	436	904,645
278	999,919	358	968,689	438	902,656
280	999,862	360	967,386	440	900,649
282	999,746	362	966,064	442	898,624
284	999,575	364	964,723	444	896,58
286	999,352	366	963,363	446	894,519
288	999,079	368	961,984	448	892,439
290	998,758	370	960,587	450	890,341
292	998,392	372	959,171	452	888,225
294	997,983	374	957,737	454	886,089
296	997,532	376	956,285	456	883,935
298	997,042	378	954,815	458	881,761
300	996,513	380	953,327	460	879,569
302	995,948	382	951,822	462	877,357
304	995,346	384	950,298	464	875,125
306	994,711	386	948,758	466	872,873
308	994,042	388	947,199	468	870,601
310	993,342	390	945,624	470	868,31
312	992,61	392	944,03	472	865,997
314	991,848	394	942,42	474	863,664
316	991,056	396	940,793	476	861,31
318	990,235	398	939,148	478	858,934
320	989,387	400	937,486	480	856,537
322	988,512	402	935,807	482	854,118
324	987,61	404	934,111	484	851,678
326	986,682	406	932,398	486	849,214
328	985,728	408	930,668	488	846,728
330	984,75	410	928,921	490	844,219
332	983,747	412	927,157	492	841,686
334	982,721	414	925,375	494	839,13
336	981,671	416	923,577	496	836,549
338	980,599	418	921,761	498	833,944
340	979,503	420	919,929	500	831,313
342	978,386	422	918,079	502	828,658
344	977,247	424	916,212	504	825,976
346	976,086	426	914,328	506	823,269
348	974,904	428	912,426	508	820,534
350	973,702	430	910,507	510	817,772

Tomado de Perry's Chemical Engineers Handbook. Página 2-96.

	Guía Unificada del Laboratorio de Química Orgánica I	Código	FLA-23 v.00
		Página	76 de 68

Anexo E. Bibliografía de interés

- Briceño, Carlos Omar y Rodríguez de Cáceres, Lilia. QUÍMICA. Bogotá: Editorial Educativa, 1993. 681p.
- Buscarons, F.; Capitán, F. y Capitán, L.F. Análisis inorgánico cualitativo sistemático. Séptima edición. Barcelona: Reverté, 1986.
- Chang, Raymond. QUÍMICA. México: McGraw-Hill, 1992. 1064p.
- Cotton, A. y Wilkinson, G. Química Inorgánica Básica. Limusa, 2002.
- Finn, Edward J. y Alonso, Marcelo. Física Vol II Interacciones y campos. Addison-Wesley Iberoamericana, 1995. 970p.
- Guzmán, D. D., Jiménez, Z. J., Polanco, H. V., Ulloa, C. E. Introducción a la técnica Instrumental. Primera Edición. México: Instituto Politécnico Nacional, 2001.
- Holler, F.J.; Skoog, D.A. y West, D.M. Química Analítica. (6ª ed.). Mexico: McGraw-Hill, 1995.
- Ladrón de Guevara O. Guía de seguridad para Laboratorios con Agentes Químicos. Instituto de Investigaciones Biomédicas
- Mahan, Bruce H. QUÍMICA, curso universitario. México: Addison-Wesley Iberoamericana, 1986. 814p.
- Mallinckodt, Laboratory Chemicals Catalog. 1999-2000.
- Manual Merck, Productos y reactivos químicos. 1999-2000
- Mortimer, R. G. Physical Chemistry. 3ª. Edición. Canada: Elsevier Academic Press, 2008.
- Perry, R. H. Perry's chemical engineers' handbook. 7ª. Edición. New York: McGraw-Hill, 1999.
- Petrucci, Ralph, Harwood, William y Herring Geoffrey. Química General. 8ª Edición. Madrid: Prentice Hall, 2003. 1178p.
- Poling, B. E., Prausnitz, J. M., y O'Connell, J. P. The Properties of Gases and Liquids, 5ª. Edición. 2004. Digital Engineering Library @ McGraw-Hill. De: (www.digitalengineeringlibrary.com).

Páginas Web recomendadas.

<http://www.fichasdeseguridad.com/>
<http://www.ilpi.com/msds/index.html>
http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp_459.htm
http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp_005.htm
http://www.creaf.uab.es/propies/pilar/LibroRiesgos/13_Cap%C3%ADtulo12.pdf
www.virtualpro.com