

Manual de Prácticas de Laboratorio de Química Orgánica

Daniel Jesús Alcázar Franco
Fabio Armando Fuentes Gándara
Máximo Alfonso Gallardo Mercado
Claudia Patricia Herrera Herrera
Isabel Linares de Moreno
Sandra Margarita Villarreal Villa
Alejandra María Zambrano Arévalo



C O R P O R A C I O N
UNIVERSIDAD
DE LA COSTA
1 9 7 0

Manual de Prácticas
de Laboratorio de
Química Orgánica

Alcázar Franco, Daniel Jesús

Manual de prácticas de laboratorio de química orgánica / Daniel Jesús

Alcázar Franco, Fabio Armando Fuentes Gándara ... [et.-al].

- Barranquilla: Educosta, 2016

131 páginas (Ebook, Formato pdf)

ISBN: 978-958-8921-11-2

1. Química orgánica 2. Química orgánica –

Manuales de laboratorio

547.03 M294

Co-BrCuC

Manual de Prácticas de Laboratorio de Química Orgánica

Daniel Jesús Alcázar Franco
Fabio Armando Fuentes Gándara
Máximo Alfonso Gallardo Mercado
Claudia Patricia Herrera Herrera
Isabel Linares de Moreno
Sandra Margarita Villarreal Villa
Alejandra María Zambrano Arévalo



UNIVERSIDAD
DE LA COSTA
1970

2015



Manual de Prácticas de Laboratorio de Química Orgánica

Autor: Daniel Jesús Alcázar Franco
Fabio Armando Fuentes Gándara
Máximo Alfonso Gallardo Mercado
Claudia Patricia Herrera Herrera
Isabel Linares de Moreno
Sandra Margarita Villarreal Villa
Alejandra María Zambrano Arévalo

CORPORACIÓN UNIVERSIDAD
DE LA COSTA CUC
Barranquilla - Colombia - Sur América

ISBN: 978-958-8921-11-2

Primera Edición
Editorial Universitaria de la Costa EDUCOSTA
Corporación Universitaria de la Costa CUC
Calle 58 No. 55-66
Teléfono: (575) 344 3 597
educosta@cuc.edu.co

Coordinación Editorial:
Clara Inés De la Roche

Diagramación y Diseño de Portada:
Dolores López

Hecho el depósito que exige la ley.

©Todos los derechos reservados, 2015

Esta obra es propiedad intelectual de sus autores y los derechos de publicación han sido legalmente transferidos al editor. Queda prohibida su reproducción parcial o total por cualquier medio sin permiso por escrito del propietario de los derechos del copyright©

Dedicatoria

Dedicamos este documento a los estudiantes que emprenden con empeño la tarea no fácil de conocer el maravilloso mundo de la química.

Autores.

Agradecimientos

A Dios por ser nuestra fuente de sabiduría.

A nuestras familias por el amor y la paciencia, además, por ceder parte de su tiempo para que se pudiese consolidar este proyecto.

Los más sinceros agradecimientos para todos los profesores de química que han tenido el gusto de conocer este trabajo y cuyos aportes fueron oportunos para llegar a consolidarlo.

Además, queremos extender estos agradecimientos a nuestro director del departamento, Ingeniero Dixon Salcedo, a la directora de grupo de investigación Educación, Investigación e Innovación en Ciencias Básicas, EDIC-BAS, MSc. Sonia Valbuena; y en general, a toda la familia CUC en cabeza de su rector, Dr. Tito Crissien Borrero, pero de manera muy especial a los compañeros MSc. José Gregorio Pizarro y la Especialista en Química orgánica, Liceth Rebolledo, por sus valiosos aportes en la consecución de estos manuales.

Prólogo

El conjunto de prácticas de química orgánica que se desarrollan en este manual va dirigida a ingenieros, administradores ambientales y a todas las carreras afines que necesiten comprobar el maravilloso mundo de la transformación de la materia orgánica, y que en el desarrollo de sus competencias básicas y específicas deban comprobar los conceptos teóricos adquiridos. Este conjunto de prácticas se han recopilado como resultado de una cuidadosa selección que se realizó entre las muchas que se encuentran disponibles en la literatura científica. Cada una de las prácticas ha sido verificada por los autores en su quehacer diario, enfocados en el crecimiento pedagógico de la academia. La forma en que se desarrolla cada una de las prácticas está en consonancia con el programa por competencias de la asignatura teórica y se ajusta al perfil trazado para el curso correspondiente, pero sin limitarse a él.

Para la elaboración del manual se ha procurado presentar una información básica lo suficientemente amplia para que el estudiante pueda ambientarse, pero a la vez, se plantean muchas variables abiertas para que éste proponga alternativas de soluciones de acuerdo con su perfil de formación, desarrollo de competencias y habilidad en la resolución de problemas cotidianos.

No está de más resaltar que el conjunto de experiencias aquí desarrolladas se han adaptado de diferentes fuentes, en su mayoría referenciadas en el ámbito de lo que se ha llamado micro método, las cuales

tienen presencia en el desarrollo de la vida cotidiana y del quehacer diario del hombre de ciencias.

La intención en este encuentro de los estudiantes es que ellos comprendan que la química está ampliamente distribuida en la naturaleza y que en muchas oportunidades pasa inadvertida, de hecho, en casi todos los ámbitos de la vida cotidiana. La finalidad que se ha trazado para este curso y, por ende, en este manual es que sirva de vehículo y permita que el encuentro de los estudiantes con la química orgánica sea motivador, didáctico, en lo posible correctivo y muy formativo, buscando implacablemente estimular la intuición química en los estudiantes a partir del entrenamiento experimental.

De igual forma, siendo ésta la primera edición, los autores proponentes de este manual están dispuestos a recibir cualquier sugerencia o recomendación, que permita el fortalecimiento del documento.

Por último, deseamos que los tiempos venideros sean cada vez mejores y que se cree conciencia de que la química lo es todo, por ello damos una cordial bienvenida al mundo de la química.

*Docentes del área de Química,
Departamento de Ciencias Básicas, adjuntos al programa de
Ingeniería de la Universidad de la Costa CUC*

Tabla de Contenido

	Introducción_____	15
I	Competencias_____	18
II	Instrucciones generales para el trabajo en el Laboratorio_____	20
III	Pre-informe de laboratorio_____	22
IV	Informe de laboratorio_____	23
V	Prácticas de Laboratorio_____	25
	A. Bioseguridad_____	25
	B. Determinación del punto de ebullición de sustancias orgánicas_____	33
	C. Determinación del punto de fusión de sustancias orgánicas_____	37
	Lectura complementaria 1: Química verde: ¿una novedad o una novedad?_____	40
	Lectura complementaria 2: Elaboración de etanol a partir de desechos domésticos_____	44
	Evaluación de desempeño_____	47
	Actividades complementarias_____	50
	D. Clasificación de sustancias orgánicas de acuerdo con su solubilidad_____	52
	E. Extracción simple y múltiple aislamiento y purificación de la cafeína__	64
	F. Recristalización de un compuesto orgánico fármaco ácido acetilsalicílico__	75
	G. Síntesis y reacciones de hidrocarburos insaturados (alquenos)__	85

H. Síntesis de etino o acetileno_____	90
I. Nitración de compuestos aromáticos sulfonación del benceno__	95
J. Clasificación de los alcoholes_____	100
Lectura complementaria 3: La educación ambiental como herramienta hacia la sostenibilidad__	107
Lectura complementaria 4: Los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP)_____	110
Lectura complementaria 5: La naturaleza no agota todas las reacciones_____	112
K. Manejo sostenible de los residuos generados_____	114
Referencias bibliográficas_____	119
Bibliografía - Textos complementarios__	121
Anexo_____	122

Lista de Figuras

Fig. 1. Ejemplos de pictogramas.	29
Fig. 2 Bata.	30
Fig. 3 Gafas de seguridad.	31
Fig. 4 Guantes y mascarilla.	31
Fig. 5. Clasificación de los compuestos por solubilidad.	60
Fig. 6. Xantina.	67
Fig. 7. Fórmula de la cafeína.	68
Fig. 8. Metabolito de la cafeína.	68
Fig. 9. Ácido - 2 (acetilcoxi)-benzoico.	79
Fig. 10. Ácido (RS)-2-(4-isobutilfenil) propanoico.	79
Fig. 11. Mecanismo de acción del ácido acetilsalicílico.	80
Fig. 12. Metabolito del ácido acetilsalicílico.	80
Fig. 13. Mecanismo de acción de la Aspirina.	81

Fig. 14.	
Reacción de obtención del eteno.	86
Fig. 15.	
Estructura química del etino.	90
Fig. 16.	
Estructura química del etino.	91
Fig. 17.	
Mecanismo de reacción del ácido bencenosulfónico (95%).	96
Fig. 18.	
Mecanismo de la reacción reversible del ácido bencenosulfónico.	96
Fig. 19.	
Mecanismo de la reacción de sulfonación.	97
Fig. 20.	
Mecanismo de obtención de un alcohol primario.	102
Fig. 21.	
Mecanismo de obtención de un alcohol secundario.	102
Fig. 22.	
Mecanismo de obtención de un alcohol terciario.	102
Fig. 23.	
Recipientes para almacenar los RESPEL del laboratorio de química de la CUC.	116

Lista de Tablas

Tabla 1. Punto de ebullición de algunos alcanos_____	34
Tabla 2. Punto de fusión de algunas sustancias orgánicas____	38
Tabla 3. Comparación entre los compuestos orgánicos e inorgánicos_____	47
Tabla 4. Solubilidad en agua de algunas sustancias inorgánicas_____	58
Tabla 5. Disolventes comúnmente utilizados en el proceso de recristalización_____	78

Introducción

El objetivo principal por el cual se emprendió la tarea de elaborar el presente Manual de prácticas de laboratorio es el de proporcionar al educando cursante de la asignatura Química orgánica básica (estudiantes de Ingeniería, Administración ambiental y de todas las carreras afines que necesiten comprobar el maravilloso mundo de la transformación de la materia orgánica) un conocimiento básico que le permita iniciarse en el estudio de la química en forma experimental.

El manual está concebido para la asignatura de Laboratorio de química orgánica correspondiente al ciclo de ciencias básicas del campo científico y metodológico de los planes de estudio de Ingeniería, Administración ambiental y programas afines que lo necesiten.

Las guías están diseñadas para que el estudiante pueda familiarizarse con los equipos, reactivos y materiales de uso común en los laboratorios y desarrolle habilidades y destrezas en el manejo de los mismos, asumiendo su rol con un criterio analítico y no sólo con la curiosidad de comprobar fenómenos.

El manual de práctica de laboratorio de Química Orgánica (en su primera versión) se encontrará disponible en la página web de la Universidad de la Costa, en el repositorio institucional.

Este texto presenta la siguiente estructura:

- Información general sobre la estructura del manual
- Instrucciones generales para el trabajo en el laboratorio
- Instrucciones para el pre-informe y el informe del laboratorio
- Manejo de residuos
- Bibliografía
- Anexos

La estructura del manual en lo que respecta a cada práctica se guiará de la siguiente manera:

- Nombre de la práctica: proviene del fenómeno o ley a comprobar o demostrar.
- Objetivos: generales y específicos.
- Información básica: en este aparte de la guía, el estudiante tendrá a su disposición una consulta breve del tema a trabajar con el fin de iniciar la preconcepción del fenómeno en estudio y promover la ampliación de la información expuesta, especialmente en lo referente con las aplicaciones del proceso.
- Palabras claves: éstas marcan la pauta cognitiva en la nemotecnia y permiten ampliar un vocabulario científico propio del área de la química.

- Situaciones problémicas: son eventos planteados desde varios enfoques que le permiten al estudiante poner en consideración la fundamentación teórica del tema a trabajar.
- Materiales, equipos y reactivos: son las herramientas físicas con que cuenta el laboratorio para que el estudiante desarrolle su proceso de aprendizaje.
- Experimentación con variables abiertas: permite al estudiante plantear procedimientos lógicos y coherentes para alcanzar los objetivos trazados.
- Preguntas de evaluación: están diseñadas con el fin de comprobar la apropiación del conocimiento adquirido durante la experimentación.

En el manual se han colocado una serie de fotografías del material y los montajes de laboratorio disponibles en las diferentes prácticas, así como tablas y anexos que complementan la información de las mismas.

Por último, se presenta una propuesta para el manejo de los residuos peligrosos que serían generados durante el desarrollo de éstas prácticas. Este material hace parte del Manual para el Manejo de los Respel del laboratorio de Química [12], que se encuentra publicado en el repositorio institucional de la Universidad de la Costa.

I. Competencias

En el presente apartado están relacionadas las competencias pedagógicas genéricas y específicas propuestas para el área de química orgánica en el proyecto Tuning, las cuales fueron determinadas para los estudiantes que cursen carreras afines que los necesiten.

Competencias genéricas:

1. Capacidad de aplicar los conocimientos de forma creativa en la práctica a través de la abstracción, el análisis y la síntesis.
2. Capacidad para tomar decisiones, organizar y planificar el tiempo.
3. Capacidad de trabajo en equipo y para desarrollar habilidades interpersonales.
4. Habilidades investigativas para buscar, procesar y analizar información procedente de diversas fuentes.
5. Compromiso con la preservación del medio ambiente, la responsabilidad social y el compromiso ciudadano.
6. Capacidad de comunicación oral y escrita con calidad.
7. Habilidad en el uso de las tecnologías de la información y la comunicación.

8. Capacidad para formular y gestionar proyectos de investigación en el aula.

Competencias específicas:

1. Capacidad para aplicar conocimientos, la comprensión de la transformación en la estructura de la materia y dar solución a problemas cualitativos y cuantitativos.
2. Empezar acciones para la conservación del medio ambiente de forma sostenible desde los procesos de transformación en la estructura de la materia.
3. Capacidad para planificar, desarrollar y socializar procesos de investigación.
4. Habilidad en el uso de las herramientas de la informática y la comunicación aplicadas a la transformación de la estructura de la materia.
5. Habilidad para aplicar técnicas analíticas en la interpretación de datos y observaciones que involucran conceptos matemáticos relacionados con la transformación de la estructura de la materia.
6. Capacidad para actuar con iniciativa, responsabilidad e integralidad en el estudio de los fenómenos que involucran la transformación en la estructura de la materia.

II. Instrucciones Generales para el Trabajo en el Laboratorio

Habitualmente se trabaja simultáneamente con 5 grupos en el laboratorio. Preferiblemente, cada grupo debe tener 4 miembros (mínimo 2) desempeñando cada uno alguno de los siguientes roles o funciones para favorecer el trabajo cooperativo:

- **Operador:** realiza los procedimientos experimentales, organiza y planifica el trabajo en el laboratorio y propone mejoras en los procedimientos.
- **Calculador:** realiza cálculos previos a la experimentación y procesa los resultados experimentales, además, ayuda al operador.
- **Representante:** elabora un pre-informe con los resultados obtenidos y los discute y expone junto a los otros representantes.

Todos los estudiantes deben rotar durante el semestre en los diferentes roles que fueron referidos anteriormente.

La mesa, materiales y equipos utilizados deben quedar limpios y en su lugar correspondiente antes de salir del laboratorio. Las llaves del gas y del agua deben quedar debidamente cerradas.

En el Laboratorio de química es absolutamente necesario establecer ciertas reglas de conducta y normas de seguridad, de cuyo cumplimiento dependen el orden en

el trabajo, la comodidad y la seguridad de todos los analistas. A continuación se enuncian algunas reglas generales que se deben leer cuidadosamente:

- Prepararse siempre para cualquier experimento, leyendo las instrucciones y directrices de la guía antes de ir al laboratorio.
- Utilizar los implementos para su seguridad: bata, guantes, gafas y máscara de seguridad. No insista, si no los trae, no se permitirá su ingreso.
- No toque nunca los compuestos químicos con las manos a menos que se le autorice.
- Para manipularlos use espátulas, cucharitas, pinzas, etc. Además, recuerde lavarse las manos antes de salir del laboratorio.
- Deje pasar suficiente tiempo para que el vidrio y los objetos calientes se enfríen antes de manipularlos.
- Todos los sólidos y papeles que sean desechados se deben arrojar a un recipiente adecuado para desechos contenedores y caneca de color rojo.
- No arroje al sifón cerillas, papel de filtro o sólidos poco solubles.
- Compruebe cuidadosamente los rótulos de los frascos de reactivos antes de usarlos.
- No devuelva nunca a los frascos de origen los sobrantes de compuestos utilizados, a menos que se le indique.

III. Pre-Informe de Laboratorio

Este es el espacio para anotar toda la información cualitativa y cuantitativa relativa a una experiencia en una forma clara, ordenada y legible.

Para sacar el máximo provecho de los datos consignados se aconseja seguir las siguientes normas:

1. Anotar todos los datos tan pronto como sea posible después de hacer las observaciones.
2. El profesor ayudará a decidir qué anotaciones son las más apropiadas para cada experiencia.
3. Utilizar una forma para tabular que sea apropiada siempre. Desarrollar el hábito de hacer diagramas claros.
4. Indicar las operaciones realizadas presentando un cálculo ordenado.
5. Anotar las conclusiones y comentarios pertinentes. Cada informe contiene una serie de preguntas y ejercicios, los cuales se relacionan directamente con el experimento. Responder todas las preguntas en el informe.
6. Se recomienda elaborar el informe inmediatamente después de la sesión de trabajo de laboratorio.

IV. Informe de Laboratorio

La estructura sugerida para presentar un informe de laboratorio tipo artículo científico o un informe científico deben ser los siguientes:

- a. Resumen: exposición breve de las ideas principales o partes relevantes de la temática o experiencia desarrollada en clases.
- b. Palabras claves: anexadas como guía con respecto a la temática desarrollada que sirven como referente; deben estar incluidas en el resumen.
- c. Abstract: es el mismo resumen pero en inglés.
- d. Keywords: son las mismas palabras claves pero en inglés
- e. Introducción: debe contener la presentación o inducción sobre el trabajo, la justificación, algo de los antecedentes y los objetivos del mismo.
- f. Fundamento teórico: es el marco de referencia conceptual de la práctica; debe ser breve pero pertinente.
- g. Desarrollo experimental: contiene una descripción concisa de los procedimientos realizados para llevar a cabo la práctica, esquema(s), foto(s) o diagrama(s) del montaje realizado.

- h. Cálculo y análisis de resultados. Cálculos: Desarrollo matemático en el cual se describen las ecuaciones utilizadas y los resultados obtenidos. Análisis: Para la realización de éste se deben tener en cuenta los componentes matemáticos, físicos y gráficos de la experiencia.
- i. Conclusiones: se realizan teniendo en cuenta el objetivo o los objetivos planteados y el análisis de los resultados. Deben escribirse en inglés también (Summary).
- j. Referencias bibliográficas: se recomienda utilizar la norma IEEE para trabajos escritos.

Nota: Se recomienda que las gráficas se realicen con diferentes software tales como Excel, Matlab, Derive u otro. Los cálculos deben realizarse empleando herramientas tales como el Editor de ecuaciones.

V. Prácticas de Laboratorio

A. Bioseguridad

Objetivo general: Conocer y aplicar las normas de bioseguridad en la manipulación de sustancias químicas orgánicas e inorgánicas.

Objetivos específicos:

- Conocer las normas de bioseguridad en un laboratorio de química.
 - Reconocer los pictogramas de seguridad para sustancias químicas.
 - Identificar las frases de riesgo y de seguridad.
1. *Información básica:* Bioseguridad es el conjunto de políticas destinadas a mantener la vigilancia para proteger el medio ambiente, la salud y la seguridad de los profesionales de la industria y de la salud que realizan actividades que involucran riesgos ocupacionales procedentes de agentes biológicos, físicos o químicos.

Hoy en día la bioseguridad debe estar integrada a todos los procedimientos y técnicas de aseguramiento de la calidad de los procesos y está basada en los siguientes principios:

- a. Conocer los agentes de riesgo en el área de trabajo.

- b. Tener buenas prácticas y técnicas de laboratorios.
 - c. Conocer de las normas de bioseguridad.
 - d. Manejar del protocolo en caso de emergencias y accidentes más comunes que se producen en los laboratorios.
- *Normas de bioseguridad específicas en el laboratorio de química.*

Además de las normas universales aplicables en cualquier laboratorio, se estipulan unas específicas según el área, en este caso de química.

Cualquier persona que ingrese a un laboratorio debe conocer y entender los riesgos biológicos, químicos y de otro tipo con los que se puede encontrar durante su trabajo normal en él y debe estar entrenada en las precauciones de seguridad y procedimientos apropiados.

Algunas de estas precauciones son:

- a. Utilizar permanentemente la bata abotonada y sólo en el área de los laboratorios.
- b. Deben llevarse ropa y calzado apropiados (zapatos cerrados y suela antideslizante). de
- c. Usar guantes adecuados para manipular cualquier tipo de muestra o reactivo.
- d. Usar protectores oculares (gafas de seguridad) si existe la posibilidad de contacto de las membranas mucosas con reactivos líquidos o sus vapores.

- e. Emplear la cámara de seguridad o extractor cuando se realicen procedimientos con reactivos concentrados.
- f. Utilizar dispositivos para pipeteo mecánico o pipetas automáticas en el manejo de todos los líquidos y reactivos en el laboratorio. Nunca pipetear con la boca o con los dedos.
- g. No consumir, ni llevar al laboratorio bebidas o alimentos.
- h. Los mesones del laboratorio deben estar limpios y ordenados y se debe minimizar el almacenamiento de materiales innecesarios para el trabajo.
- i. Usar adecuadamente los equipos y proporcionarles mantenimiento permanente.
- j. Abstenerse de fumar en el laboratorio.

- *Precauciones en el manejo de sustancia químicas*

Para conservar su seguridad y la de sus compañeros es importante tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- a. Las etiquetas de los reactivos poseen todos los datos valiosos para la seguridad personal y para el buen manejo de los mismos; antes de utilizar cualquier reactivo el estudiante debe familiarizarse con los datos anotados en la etiqueta.
- b. Es indispensable conocer todos los símbolos de riesgo o pictogramas de las sustancias a las cuales se tenga acceso.

- c. Los reactivos químicos deben utilizarse en el espacio del laboratorio que tenga una buena ventilación e iluminación.
- d. El transporte de los reactivos dentro del laboratorio se llevará a cabo en recipientes hondos y resistentes para evitar accidentes por caídas o derramamiento.
- e. Los residuos de soluciones que contengan reactivos deben ser desechados según recomendación del docente de la asignatura para evitar que representen un riesgo potencial de accidentes.
- f. Se deben utilizar los elementos de barrera (guantes, gafas, bata) y las precauciones específicas y universales.

- *Manejo de vapores o aerosoles de sustancias volátiles*

Los vapores o aerosoles son el principal peligro de las personas que laboran en los laboratorios ya que éstos se están formando constantemente pero no se perciben fácilmente, por esto se les llama “el enemigo invisible”, he aquí unas recomendaciones para la protección contra éstos:

- a. Utilizar la mascarilla de seguridad y demás implementos de barrera para manipular reactivos volátiles.
- b. Trabajar en el extractor o cámara de seguridad; protege de los vapores que puedan generarse por la manipulación de reactivos.
- c. Al verter líquidos de un recipiente a otro debe hacerse a través de las paredes y no dejándolos caer al fondo del recipiente.

- *Limpieza y manejo de materiales*

- a. El material de vidrio o reutilizable debe lavarse al iniciar y al terminar cada práctica en el laboratorio.
- b. Los reactivos quedarán debidamente cerrados cada vez que se les utilice y en el lugar donde se le asigne.
- c. El vertedero debe estar libre de reactivos y desechos y los mesones limpios.
- d. El tablero y el piso deben quedar limpios y los asientos organizados debajo de los mesones.
- e. Los pisos de los laboratorios no deben barrerse ni encerarse; sólo se trapean con solución de hipoclorito.

Nota: ver el montaje en el Anexo No. 1 (pág. 122). sobre los materiales más utilizados en el laboratorio de química orgánica

2) *Situación problemática*

Un pictograma es un signo que representa esquemáticamente un símbolo, objeto real o figura.



Fig. 1. Ejemplos de pictogramas.

1. Mencione algunas diferencias entre estos pictogramas. ¿Qué creen que significan?
2. ¿Pertencen a un mismo contexto? ¿Por qué son necesarios?
3. *Palabras claves:* Pictograma, símbolo, bioseguridad, reactivos, materiales.
4. *Materiales y reactivos:*

Materiales: bata, mascarilla de seguridad, guantes de seguridad, gafas de seguridad, manuales y tabla de seguridad.



Fig. 2. *Bata.*



Fig. 3. *Gafas de seguridad.*



Fig. 4. *Guantes y mascarilla.*

Reactivos: Los necesarios para las prácticas del semestre, según las indicaciones del docente a cargo de la asignatura.

5. *Experimentación con variables abiertas.*
 - a. En grupos de trabajo, realizar la revisión de la información de seguridad disponible para cada reactivo que será usado durante las prácticas del semestre identificando las principales características físico-químicas y de seguridad, así como el tratamiento en caso de un accidente.

- b. Consultar y dibujar cada uno de los pictogramas de seguridad actualizados con su respectivo significado.
- c. Investigar las frases R y S, ¿qué significan?, ¿para qué se utilizan? Aprender a identificarlas y diferenciarlas escribiendo 10 ejemplos de cada una de ellas.

DATOS EXPERIMENTALES
Título de la práctica:
Docente:
Integrantes:
Fecha:

Elaborar una lista o tabla con los reactivos que se utilizarán durante el semestre e investigar la siguiente información para cada uno:

- a. Propiedades físicas básicas (fórmula molecular, peso molecular, densidad, punto de fusión, punto de ebullición) y la presentación del reactivo (sólido o líquido).
- b. Nivel de riesgo potencial y tratamiento en caso de accidente (ver etiqueta de seguridad o investigar en el manual de Merck o del laboratorio que lo elabora).
- c. Listar las frases R y S asociadas con dicho reactivo.

B. Determinación del Punto de Ebullición de Sustancias Orgánicas

Objetivo general: Determinar y comparar los puntos de ebullición de compuestos orgánicos de una misma serie homóloga.

Objetivos específicos:

- Determinar los puntos de ebullición de compuestos orgánicos de una misma serie homóloga.
- Observar la variación de los puntos de ebullición con respecto al número de átomos de carbono en compuestos orgánicos de una misma serie homóloga.
- Observar la variación en los puntos de ebullición de compuestos que son isómeros estructurales.

1. *Información básica.* El punto de ebullición de una sustancia es una propiedad física intensiva, esto es, no depende de la cantidad de sustancia, pero sí depende de la naturaleza química de la misma. Dado que el punto de ebullición es la temperatura a la cual las moléculas de la sustancia en estado líquido alcanzan la energía suficiente para escapar a la fase de vapor, la presión externa, el tamaño de las moléculas y el factor estereo ejercen una influencia determinante en la cantidad de energía calórica que hay que suministrar para romper las fuerzas intermoleculares que las cohesionan. Estas fuerzas de atracción intermoleculares, conocidas como fuerzas de Van der Waals, se establecen entre

moléculas eléctricamente neutras (polares y no polares) y engloban las atracciones dipolo-dipolo en las que se incluyen los puentes de hidrógeno; las fuerzas dipolo-dipolo inducido, también llamadas fuerzas de Debye; y las fuerzas de dispersión dipolo instantáneo-dipolo inducido o fuerzas de London.

2. *Palabras claves:* temperatura, ebullición, presión de vapor, dispersión, propiedad física, puentes de hidrógeno
3. *Situaciones problemáticas.*

En la Tabla 1 se dan los valores de los puntos de ebullición (T_b) para una serie de alcanos.

Tabla 1. Punto de ebullición de algunos alcanos.

ALCANO	T_b °C
Butano	-0,5
Decano	174,0
Etano	-88,6
Heptano	98,4
Hexano	68,7
Metano	-161,7
Nonano	150,8
Octano	125,7
Pentano	36,1
Propano	-42,1

- a. ¿Qué puedes decir del comportamiento de los puntos de ebullición de estos alcanos con respecto al tamaño de ellos?

- b. Haz una gráfica donde en el eje de ordenadas estén las temperaturas de ebullición y en la abscisa el número de átomos de carbono. ¿Qué conclusiones puedes sacar de esta gráfica?

4. *Materiales, equipos y reactivos:*

Metanol	Termómetro
Etanol	Tubo de ensayo
Propanol	Tubos capilares
Butanol	Tubo Thiele
Pentanol	Aceite mineral
Isobutanol	Mechero
Terbutanol	

5. *Experimentación con variables abiertas.*

- a. En grupos de trabajo, realizar la revisión de teórica de algunos de los solventes orgánicos más utilizados en laboratorio y aquellos que remplazan los solventes tradicionales con el fin de trabajar química verde. Posteriormente, construir un listado de los investigados.
- b. Consultar qué influencia tiene la polaridad de enlaces en la solubilidad de cada uno de los solventes encontrados.

Nota: ver el montaje en el Anexo No. 3 (pág. 127).

DATOS EXPERIMENTALES
Título de la práctica:
Docente:
Integrantes:
Fecha:

En la tabla que aparece a continuación se registran los resultados de la práctica:

DATOS EXPERIMENTALES

SUSTANCIA	FÓRMULA ESTRUCTURAL	FÓRMULA MOLECULAR	PUNTO DE EBULLICIÓN

6. Preguntas de evaluación:

- El agua, cuya molécula tiene solamente tres átomos, tiene un punto de ebullición de 100 °C, valor bastante cercano al del heptano, 98.4 °C, que contiene 23 átomos. ¿Cómo explicarías este fenómeno?
- Basándote en la gráfica que realizaste, ¿podrías predecir (aproximadamente) el punto de ebullición del n-hexano?
- ¿Cómo se explica la diferencia tan grande entre los puntos de ebullición de n-butanol y el ter-butanol?

C. Determinación del Punto de Fusión de Sustancias Orgánicas

Objetivo general: Determinar el punto de fusión de una sustancia orgánica y aplicarlo como un criterio para su caracterización y estimación de la pureza.

Objetivos específicos:

- Determinar el punto de fusión de una sustancia orgánica conocida.
- Conceptuar sobre el grado de pureza e identidad de esa sustancia.
- Replicar la metodología a una sustancia problema.

1. *Información básica.* En las sustancias sólidas cristalinas, las unidades estructurales que la conforman, sean éstas iones o moléculas, se encuentran empaquetadas de manera regular y simétrica formando un arreglo geométrico que se repite a través de todo el cristal.

Cuando se suministra suficiente energía térmica a una sustancia cristalina para que rompa ese ordenamiento y pase al estado más desordenado que caracteriza a los líquidos, el cristal se funde.

El punto de fusión se define como la temperatura a la cual la fase sólida coexiste en equilibrio con la fase líquida. El punto de fusión no se ve significativamente afectado por la presión externa, como sí ocurre con el punto de ebullición.

El punto de fusión, el de ebullición y el índice de refracción son las tres propiedades físicas más usadas en la estimación de la pureza de un compuesto, y también resultan de gran utilidad en el establecimiento de su identidad. Una sustancia es pura cuando no contiene ninguna otra sustancia, es decir, es químicamente homogénea y fundirá dentro de un rango pequeño de temperatura. Ese rango de temperatura será mucho más amplio, cuánto más impura sea la sustancia.

2. *Palabras claves:* sustancia sólida, punto de fusión, temperatura, pureza
3. *Situación problémica.*

En la Tabla 2 se muestran los valores de las temperaturas de fusión (Tf) teórica y práctica obtenidas en ensayos de laboratorio para algunas sustancias orgánicas, incluida la de un ácido orgánico no identificado.

Tabla 2. *Punto de fusión de algunas sustancias orgánicas*

SUSTANCIA	Tf Teórica-°C	Tf práctica-°C
Acetanilida	114	113,5 - 114,5
Sulfanilamida	163	162 - 165,5
O-toluidina	106	105,5
Ácido benzoico	12	12- 12,5
Ácido esteárico	70	65 - 73
Ácido fenilacético	77	76,7 - 78
Muestra desconocida (ácido X)		122,5

- a. ¿Qué podrías decir con respecto a la pureza de las sustancias en cuestión?
- b. ¿A qué sustancia de las mostradas en la tabla podría corresponder la muestra desconocida?

4. *Materiales equipos y reactivos:*

Equipo para determinación de punto de fusión (método de micro punto, Anchultz y Schütz, consiste en un método de doble baño; se procede como en el caso anterior. Aquí la unión entre balón y tubo central está cerrada y los probables vapores del baño escapan por el tubo lateral del balón). El docente dispondrá de las sustancias orgánicas conocidas, puras (A) e impuras (B), y una muestra de un ácido orgánico no identificado (C) [1].

Nota: ver el montaje en el Anexo No. 4 (pág. 128).

5. *Experimentación con variables abiertas.*

- a. Determine el punto de fusión de la sustancia pura A, de la impura B y de la sustancia problema C utilizando el método del micro punto.

DATOS EXPERIMENTALES		
Sustancia	Fórmula estructural	Tf, experimental
A.		
B.		
C.		

6. Preguntas de evaluación:

- a. ¿El punto de fusión determinado de la sustancia pura A coincide con el valor reportado en la literatura? Si no lo es, ¿cuál es el porcentaje de error en la determinación realizada?
- b. ¿Qué concepto le merece el valor del rango de temperatura en que funde la muestra B?
- c. Se conoce que la sustancia C es un ácido orgánico. ¿A qué ácido corresponderá esa muestra?
- d. ¿Por qué el punto de fusión de las sustancias iónicas es mucho mayor que el de las no iónicas?

Lectura Complementaria 1:

Química verde: ¿una realidad o una novedad? [2]

La química verde es el diseño, desarrollo e implementación de productos y procesos químicos que reducen o eliminan el uso y generación de sustancias peligrosas para la salud humana y el medio ambiente [3]. Este concepto surge en los años 90 bajo el liderazgo del Ph.D. Paul Anastas, actual Director del Centro para la Química Verde e Ingeniería Verde de la Universidad de Yale y que en años previos se desempeñó como Administrador Auxiliar de la Oficina de Investigación y Desarrollo (ORD) de la EPA (Environmental Protection Agency) y como asesor científico de dicha agencia.



Ph.D. Paul Anastas



Ph.D. John Warner

El Ph.D. Paul Anastas y el Ph.D. John Warner son considerados como fundadores de un nuevo campo de investigación llamado química verde, basado en la colaboración en investigación “productiva” entre gobierno, la industria y la academia. (American Chemical Society, ACS).

La química verde ha hecho sus aportes en procesos químicos catalíticos (metatésis), los cuales requieren menos energía y generan menos cantidad de gases de efecto invernadero. En la fabricación de chips, se está usando el CO₂ supercrítico en uno de los pasos de la preparación logrando reducir la cantidad de energía, químicos y agua necesarios para producir un chip.

NatureWorks de Minnetonka, Minnesota, hace los envases de alimentos a partir de un polímero llamado ácido poliláctico registrado como Ingeo®. Los científicos de NatureWorks descubrieron un método donde los microorganismos convierten el almidón de maíz en una resina que es tan fuerte y rígida como el plástico a base de petróleo que utiliza actualmente para envases tales como botellas de agua y botes de yogur [4].

BASF desarrolló una película de poliéster compostable que llamó Ecoflex®. Ellos están haciendo y comercializando bolsas totalmente biodegradables Ecovio® hechas de esta película junto con el almidón de yuca y carbonato de calcio. Certificadas por el Instituto de Productos Biodegradables, las bolsas se desintegran completamente en agua, CO₂ y biomasa en sistemas de compostaje industrial. Las bolsas son resistentes a los pinchazos, al desgarro, es impermeable, imprimible y elástica. El uso de estas bolsas en el lugar de bolsas de plástico convencionales, la cocina y los desechos de jardín se degradan rápidamente en los sistemas municipales de compostaje [5].

Así hay muchos otros ejemplos de los avances que ha tenido la química verde en la industria. Actualmente, Estados Unidos es uno de los muchos países que cuentan con programas de química verde, centros e iniciativas educativas. Otros países incluyen Australia, China, Alemania, India, Italia, Países Bajos, España y el Reino Unido, por mencionar sólo algunos. En Latinoamérica no es algo muy popular aún. Es por esa razón que cobra relevancia poder integrar las tendencias de la Ciencia con la Academia en donde se están formando los futuros profesionales y científicos.

En nuestro contexto, la química verde aún es algo poco atractivo por los costos que implicaría introducirla en los procesos, aunque a largo plazo signifique un ahorro económico, de recursos y una enorme contribución a la calidad de vida en el planeta. A algunos puede parecerles una moda “ecologista” pero no lo es. Es realmente actuar con conciencia en la administración de la naturaleza y sus recursos.

Algunos de los doce principios de la química verde que se pueden asociar con los propósitos de este manual son:

1. Prevención de residuos.
2. Disminución del uso de sustancias auxiliares.
3. Minimizar el potencial de accidentes químicos.

Reduciendo las cantidades de reactivos utilizados o buscando alternativas de sustancias químicas (mejor de origen vegetal o natural) menos tóxicas para desarrollar las prácticas, se introduce la química verde dentro del campus universitario en esta propuesta. Por supuesto, sin afectar la calidad de la experimentación ni la verificación de los principios planteados.

Para concluir, Anastas plantea, con respecto a si sería posible realmente “transformar” la forma de hacer y usar la química, dijo: “We can... and I believe we will, because we must” (“Podemos...y creo que lo haremos, porque debemos”).

Preguntas de análisis:

1. ¿Será la química verde una moda, novedad o una necesidad? Argumente su respuesta.
2. ¿Cree que estamos listos en Colombia para enfrentar los retos de la química verde?
3. ¿Tú estás listo para considerar la química verde como un campo de desarrollo profesional.

Lectura Complementaria 2:

Elaboración de etanol a partir de desechos domésticos

Química Orgánica

Competencias científicas:

- Indagar. Capacidad para plantear preguntas y procedimientos adecuados y para buscar, seleccionar, organizar e interpretar información relevante para dar respuesta a esas preguntas.
- Explicar. Capacidad para construir y comprender argumentos, representaciones o modelos que den razón de fenómenos
- Trabajar en equipo. Capacidad para interactuar productivamente asumiendo compromisos

El profesor Henry Daniell, de la Universidad de Florida Central, ha desarrollado una forma novedosa de aprovechar la basura de los hogares como materia prima con la cual elaborar etanol a bajo costo para llenar los depósitos de los vehículos en vez de hacerlo con los derivados del cada vez más caro petróleo.

Su enfoque es más ecológico y barato que el de los métodos actualmente disponibles para abastecer a los vehículos con combustibles más limpios, y su meta es relegar la gasolina a un segundo plano como combustible.

La técnica de Daniell se basa en el uso de cócteles de enzimas derivadas de vegetales para descomponer

desde pieles de naranja hasta periódicos viejos, y luego fermentar el resultado, produciendo etanol.

Bastantes de los métodos actuales para producir etanol generan más emisiones de gases de efecto invernadero que las asociadas a la gasolina. La fabricación de etanol mediante el método de Daniell produce emisiones de gases de efecto invernadero mucho más bajas que las asociadas con la gasolina.

Hay abundantes productos de desecho que podrían ser usados sin reducir el suministro mundial de alimentos ni disparar los precios de éstos, como por desgracia sucede con los métodos de producción de combustibles basados en cultivos alimenticios.

Dependiendo del producto de desecho, se necesita una combinación específica o “coctel” de más de 10 enzimas para convertir la biomasa en azúcar y, finalmente, en etanol. Todas las enzimas que usa el equipo de Daniell se encuentran en la naturaleza, producidas por diversas especies de microorganismos, incluyendo bacterias y hongos.

Trabajando con bacterias y hongos que descomponen la madera, el equipo de Daniell clonó genes de estos organismos e hizo producir sus enzimas en plantas de tabaco. Producir estas enzimas en plantas de tabaco en lugar de fabricar versiones industriales sintéticas podría reducir a una milésima parte el costo de producción, con el consiguiente recorte en el coste de fabricación del etanol.

El tabaco fue escogido como un sistema ideal para la producción de enzimas por varias razones. No es un cultivo alimentario, es capaz de producir grandes cantidades de energía por hectárea, y darle un uso alternativo al actual podría conducir a que se le empleara menos para la elaboración de cigarrillos [6].

Cuestionario

- a. ¿Qué análisis le supone a usted este texto?
- b. ¿Está de acuerdo o no con lo que se propone en este artículo? Justifique y argumente su respuesta.
- c. Explique, ¿qué quiere decir el autor con la frase: “Bastantes de los métodos actuales para producir etanol generan más emisiones de gases de efecto invernadero que las asociadas a la gasolina”?
- d. ¿Qué función cumplen las enzimas en una reacción química?
- e. ¿Estas ideas pueden ser útiles para interpretar otros fenómenos? Explícite cuáles.
- f. ¿Cuáles son las ideas más importantes del texto?
- g. ¿Qué relaciones existen entre el texto citado y la química orgánica? Explique su respuesta.
- h. Construya un mapa conceptual que describa las ideas más importantes de este texto.

Evaluación De Desempeño [7]

1. Teniendo en cuenta los procesos experimentales desarrollados en el laboratorio, resuelva las siguientes incógnitas desde su punto de vista.

Tabla 3. Comparación entre los compuestos orgánicos e inorgánicos.

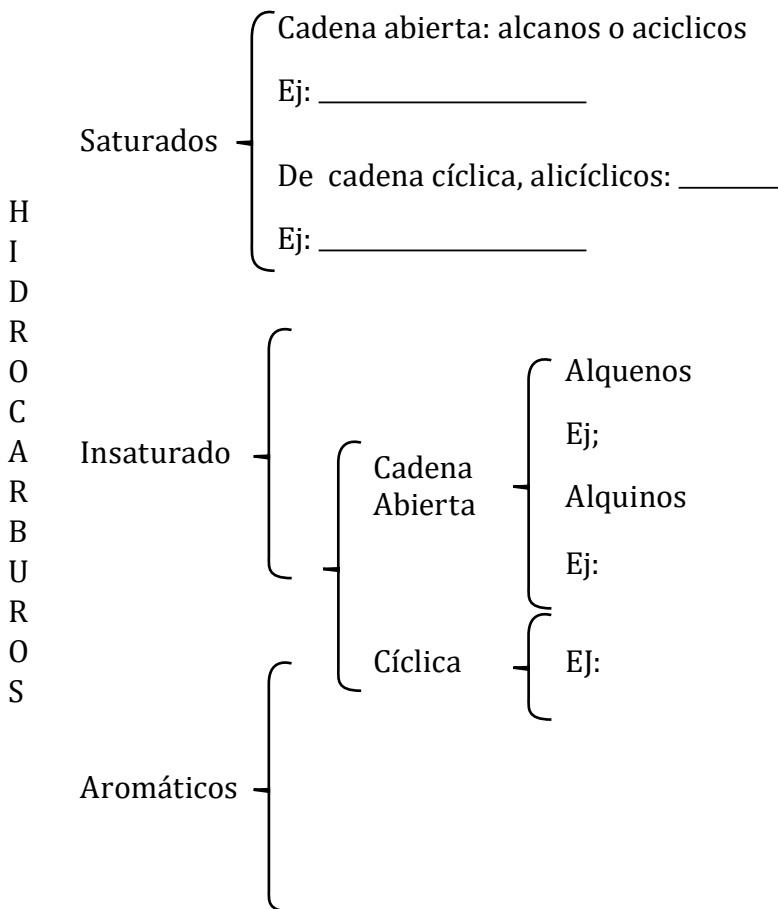
ASPECTOS	COMPUESTOS INORGANICOS	COMPUESTOS ORGANICOS
Tipo de compuestos	iónicos	Moleculares
Unidad estructural	ion (par)	Molécula
Puntos de fusión	altos	Bajos
Puntos de ebullición	altos	Bajos
Solubilidad en agua	solubles	Insolubles
Solubilidad en solventes orgánicos	insolubles	Solubles

Analizar el porqué de las propiedades anotadas en el cuadro comparativo:

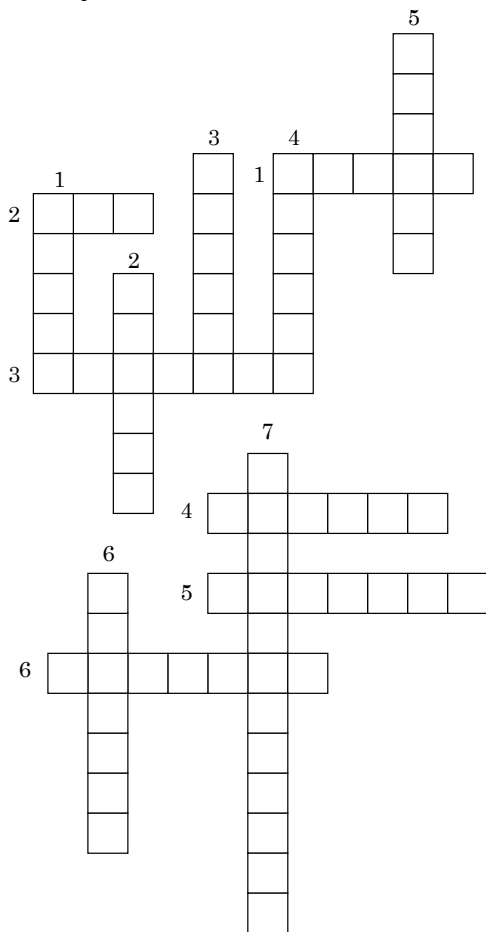
- a. Las sustancias orgánicas son compuestos moleculares debido a que forman enlaces: _____
- b. Los puntos de fusión y de ebullición de las sustancias orgánicas son: _____ debido a que están formados por enlaces _____
- c. Las sustancias inorgánicas son solubles en _____ debido a que sus enlaces son _____ y la molécula de agua tiene carácter _____
- d. La mayoría de las propiedades de las sustancias orgánicas e inorgánicas se deben al tipo de _____

2. Complete el cuadro sinóptico sobre la clasificación de los hidrocarburos.

De cada grupo escriba por lo menos dos ejemplos de fórmulas y nombres.



CRUCIALQUINOS



HORIZONTALES

1. Radical del butano
2. Sufijo de alquino (inv.)
3. Otro nombre del eteno
4. Cadena abierta sin ramificación
5. Alquino de tres carbonos
6. Compuesto de cadena cerrada

VERTICALES

1. Alquino de dos carbonos (inv.)
2. Enlace de los alquinos
3. Forma de unión carbono - carbono
4. Alquino de cuatro carbonos
5. Hidrocarburo de triple enlace (inv.)
6. Compuesto formado por C e H

Actividades Complementarias:

Elaboración de productos industriales

¿Cómo hacer un jabón líquido para manos? [8]

Objetivo general: Poner en evidencia la aplicación de los procesos químicos experimentales de uso diario en nuestra vida cotidiana.

Objetivos específicos:

- Desarrollar habilidad y destreza para determinar procesos químicos experimentales.
 - Desarrollar habilidad para fabricar productos industriales de uso diario.
1. *Información básica.* El jabón líquido se manufactura mediante un proceso de saponificación, esto es una de las transformaciones de las grasas en sales alcalinas, de sodio o potasio, cuando la grasa sólida (sebo) o aceites han sido tratados con solución de soda cáustica. Cualquiera puede fabricar jabón en su casa utilizando utensilios corrientes. La técnica que proponemos a continuación es una de las más simples ya que se parte de restos de jabón y, por lo tanto, buena parte del trabajo ya está hecho, lo que resulta una buena forma de iniciarse en esta interesante actividad.

2. *Materiales y reactivos:*

- Agua 1000 mL
- Una taza de sobrante de jabón de tocador C.S
- Glicerina líquida 20 mL
- Perfume C.S
- Beaker 1000 mL
- Agitador de vidrio
- Envase plástico para guardar

3. *Metodología:*

Verter 500 mL de agua en el beaker y poner a calentar hasta temperatura de ebullición; cuando alcance una temperatura entre 90 – 95 °C agregar la glicerina y los restos de jabón con agitación moderada hasta disolver todo el jabón sólido. Dejar enfriar la mezcla y agregar una cantidad suficiente de aroma; dejar en reposo por 10 minutos. Una vez la mezcla este fría, envasar y conservar en lugar seguro.

4. *Envasado y conservación:*

Envasar el jabón líquido en la botella. Etiquetar con el nombre del producto, fecha de elaboración y fecha de vencimiento; si desea, identificarlo con un número de lote. Conservar en lugar fresco.

5. *Caducidad:*

Este producto tiene una conservación hasta por 6 meses a partir de la fecha de elaboración.

6. *Recomendaciones:*

Para su uso y aprovechamiento, puede usarse en un recipiente con vertedero y tenerlo cerca del lavamanos. Mantenga bien cerrado el envase para que no se cristalice y pierda el aroma.

Nota: Se recomienda tener mucho cuidado y tomar todas las precauciones para evitar daño ambiental.

D. Clasificación de Sustancias Orgánicas de Acuerdo con su Solubilidad

Objetivo general: Clasificar compuestos orgánicos conocidos en uno de los grupos de solubilidad propuestos.

Objetivos específicos:

- Conocer el carácter polar y apolar de algunos compuestos orgánicos.
 - Verificar las fuerzas intermoleculares en la solubilidad de las sustancias analizadas.
1. *Información básica.* La disolución de un compuesto orgánico en un disolvente es un proceso en el que las fuerzas intermoleculares existentes en la

sustancia pura son reemplazadas por fuerzas que actúan entre las moléculas del soluto y disolvente. Por consiguiente, las fuerzas molécula-molécula en el soluto y las fuerzas molécula-disolvente en la disolución deben estar a favor de las últimas. Algunos compuestos orgánicos se disuelven fácilmente en agua, pero la mayor parte no. La mayoría de los compuestos orgánicos son solubles en otros compuestos orgánicos llamados disolventes orgánicos. La solubilidad de un compuesto orgánico puede dar información valiosa respecto a su composición estructural. De acuerdo con la solubilidad de los compuestos orgánicos en los disolventes y a la presencia de elementos distintos de carbono e hidrógeno, éstos se clasifican en ocho grupos:

Compuestos del grupo S2:

Son compuestos que:

Contienen solamente carbono, hidrógeno y oxígeno: ácidos dibásicos y polibásicos, ácidos hidroxílicos, polihidroxí, fenoles, polihidroxí alcoholes.

Contienen metales: sales de ácidos y fenoles, compuestos metálicos varios.

Contienen nitrógeno: sales aminadas de ácidos orgánicos, aminoácidos, sales de amonio, amidas, aminas, aminoalcoholes, semicarbácidas, semicarbazoles, ureas.

Contienen halógenos: ácidos halogenados, aldehídos o alcoholes halogenados, halúros de ácido.

Contienen azufre: ácidos sulfónicos, mercaptanos, ácidos sulfínicos.

Contienen nitrógeno y halógenos: sales de amina de ácidos halogenados.

Contienen nitrógeno y azufre: ácidos amino disulfínicos, ácidos ciano-sulfónicos, ácidos nitro-sulfónicos, bisulfatos de bases débiles.

Compuestos grupo S1:

Son compuestos que:

Contienen carbono, hidrógeno y oxígeno: alcoholes, aldehídos, cetonas, ácidos carboxílicos, ésteres, éteres, lactonas, polihidroxifenoles, algunos glicoles, anhídridos.

Contienen nitrógeno: amidas, aminas, aminoheterocíclicos, nitrilos, nitroparafinas, oximas.

Contienen halógenos: compuestos halogenados de la primera división anterior.

Contienen azufre: mercaptoácidos, tioácidos, hidroxcompuestos con azufre, heterocíclicos.

Contienen nitrógeno y halógenos: amidas halogenadas, amidas y nitrilos halogenados.

Contienen nitrógeno y azufre: compuestos amino heterocíclicos del azufre.

Compuestos grupo B:

Aminas (diaril y triaril aminas), aminoácidos, hidracinas aril sustituidas, N-dialquilaminas, compuestos anfóteros como aminofenoles, aminotiofenoles, aminosulfonamidas.

Compuestos grupo A1:

Contienen carbono, hidrógeno y oxígeno: ácidos y anhídridos (generalmente de 10 carbonos o menos y forman soluciones coloidales jabonosas).

Contienen nitrógeno: aminoácidos, nitroácidos, cianoácidos, ácidos carboxílicos con N heterocíclicos, polinitro fenoles.

Contiene halógenos: haloácidos, poli-halo-fenoles.

Contienen azufre: ácidos sulfónicos, ácidos sulfínicos.

Contienen nitrógeno y azufre: ácidos aminosulfónicos, nitrotiofenoles, sulfato de bases débiles.

Contienen azufre y halógenos: sulfonamidas.

Compuestos grupo A2:

Contienen carbono, hidrógeno y oxígeno: ácidos (de alto peso molecular y forman jabones), anhídridos, fenoles, ésteres de ácidos fenólicos, enoles.

Contienen nitrógeno: aminoácidos, nitrofenoles, amidas, aminofenoles, compuestos anfóteros, cianofenoles, imidas, N-monoalquilaminas aromáticas, hidroxilaminas, N-sustituidas, oximas, nitroparafinas, hidrocarburos trinitroaromáticos, ureídos.

Contienen helógenos: helofenoles.

Contienen azufre: mercaptanos (tioles), tiofenoles.

Contienen nitrógeno y halógenos: hidrocarburos aromáticos polinitro halogenados, fenoles sustituidos.

Contienen nitrógeno y azufre: amino sulfonamidas, ácidos amino sulfónicos, aminotiofenoles, sulfonamidas, tioamidas.

Compuestos grupo M:

Contienen nitrógeno: anilidas y toluididas, amidas, nitroarilaminas, nitrohidrocarburos, aminofenoles, azo, hidrazo y azoxi compuestos, di y triarilaminas, dinitrofenilhidracinas, nitratos, nitrilos.

Contienen azufre: mercaptanos, N-dialquilsulfonamidas, sulfatos, sulfonatos, sulfuros, disulfuros, sulfonas, tioésteres, derivados de la tiourea.

Contienen nitrógeno y azufre: sulfonamidas.

Contienen nitrógeno y halógenos: aminas, amidas, nitrilos y nitro halogenados.

Compuestos grupo N:

Alcoholes, aldehídos y cetonas, ésteres, éteres, hidrocarburos no saturados y algunos aromáticos, acetales, anhídridos, lactonas, polisacáridos, fenoles de alto peso molecular.

Compuestos grupo I:

Hidrocarburos, derivados halogenados de los hidrocarburos, diaril éteres.

2. *Palabras claves:* solubilidad, miscibles, polar
 3. *Situaciones problémicas.* Las fuerzas intermoleculares determinan las propiedades de solubilidad de los compuestos orgánicos. La regla general es que el semejante disuelve al semejante. Las sustancias polares se disuelven en disolventes polares y las sustancias no polares se disuelven en disolventes no polares.
- Teniendo en cuenta esta regla empírica interpreta y argumenta sobre la siguiente pregunta tipo SABER PRO.

A continuación se muestra la solubilidad en agua de algunas sustancias a varias temperaturas y a 1 atm de presión, con base en ella, contesta la pregunta de selección múltiple:

Tabla 4. Solubilidad en agua de algunas sustancias inorgánicas.

Sustancia	Solubilidad a diferente temperatura g de sto / kg de agua		
	0 °C	40 °C	80 °C
AgNO ₃ (s)	1.220	3.760	6.690
KCl(s)	276	400	511
NaCl(s)	357	366	384
O ₂ (g)	0,069	0,031	0,014
CO ₂ (g)	3,34	0,97	0
He(g)	0,00167	0,00152	0,00137

De la información presentada en la Tabla 4, es válido afirmar que la solubilidad de los tres:

- A. Sólidos disminuye cuando aumenta la temperatura.
- B. Gases disminuye cuando disminuye la temperatura.
- C. Sólidos es la única que se afecta con la variación de la temperatura.
- D. Gases disminuye cuando aumenta la temperatura.

4. *Materiales, equipos y reactivos:*

Materiales por grupo:

10 tubos de ensayo, gradilla para tubos de ensayo, pinzas para tubo de ensayo, tapones para tubos de ensayo.

Material general:

Espátulas, goteros de plástico, pipetas graduadas de 5 ml, matraces y beakers para preparar las soluciones inorgánicas.

Reactivos:

Agua destilada, éter etílico, ácido clorhídrico al 5%V/V, hidróxido de sodio al 10%P/V, bicarbonato de sodio al 10%P/V, ácido sulfúrico concentrado.

Sustancias problema:

Ácido benzoico, hexano, anilina, glucosa y etilamina u otras disponibles en el laboratorio a criterio del docente.

5. *Experimentación con variables abiertas.*

Parte 1:

DATOS EXPERIMENTALES
Título de la práctica:
Docente:
Integrantes:
Fecha:

El proceso experimental está basado en los criterios establecidos a continuación:

Coloque en un tubo de ensayo 0.1 g de la muestra problema. Agregue 1 mL del disolvente a probar; agite y observe (Prueba de solubilidad en frío).

Si los cristales no se han disuelto, repita el procedimiento agregando de mililitro en mililitro hasta completar 3.

Si el sólido no se ha disuelto, es insoluble en frío, entonces, si la sustancia fue insoluble en frío, caliente la

muestra en baño maría hasta ebullición y con agitación constante. Observe si solubiliza o no.

Si el material en estudio es un sólido soluble en caliente, enfríe a temperatura ambiente y luego en baño de hielo. Observe si hay formación de cristales.

Anote sus resultados en la siguiente tabla de datos experimentales:

DATOS EXPERIMENTALES

Disolvente	Acetato de etilo	Acetona	Etanol	Agua
Solubilidad en frío				
Solubilidad en caliente				
Formación de cristales				

Parte 2:

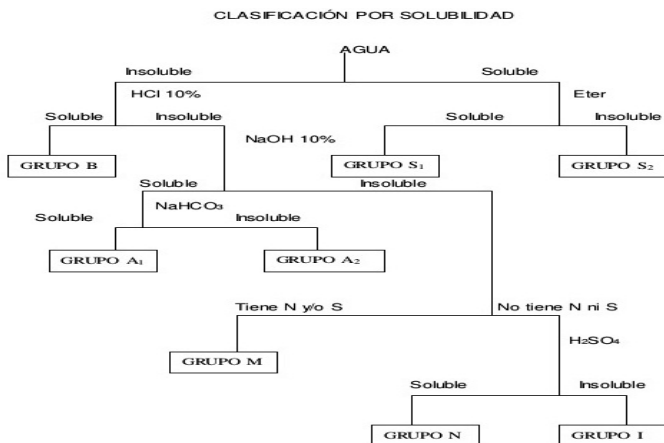


Fig. 5. Clasificación de los compuestos por solubilidad [20].

- Solubilidad en éter: adicione aproximadamente 0,1 g de la sustancia sólida, ó 1 mL de la sustancia si es líquida, a un tubo de ensayo seco, y luego agregue 3 ml de éter. Agite vigorosamente y observar si hay disolución.
- Solubilidad en ácido clorhídrico al 5%: a cada tubo de ensayo adicione aproximadamente 0,1 g de la sustancia sólida, ó 1 mL de la sustancia líquida, y luego agregue 3 ml de ácido clorhídrico al 5% en porciones de 1 mL. Algunas bases orgánicas forman clorhidratos que son solubles en agua, pero se precipitan por un exceso de ácido. Si hay solución en cualquier momento del compuesto, se asigna al grupo B.
- Solubilidad en hidróxido de sodio al 10%: a cada tubo de ensayo adicione aproximadamente 0,1 g de la sustancia sólida, ó 1 ml de la sustancia líquida, y luego agregue 3 ml de NaOH al 10%. Agite vigorosamente y observe si hay disolución. Si el compuesto es soluble en NaOH, proceda a determinar la solubilidad en NaHCO₃ para su clasificación; si el compuesto es insoluble en NaOH y contiene N ó S en su molécula, se clasifica en el grupo M, pero si no los tiene, proceda al ensayo de solubilidad en ácido sulfúrico.
- Solubilidad en bicarbonato de sodio al 10%: a cada tubo de ensayo adicione aproximadamente 0,1 g de la sustancia sólida, ó 1 ml de la sustancia líquida, y luego agregue 3 ml de la solución de NaHCO₃, observe si hay desprendimiento de gas carbónico inmediatamente o después de un corto tiempo.

- Solubilidad en ácido sulfúrico: colocar en cada tubo de ensayo (LIMPIO y SECO) los 3 ml de ácido sulfúrico concentrado cuidadosamente y por las paredes del tubo, luego adicione según sea el caso, aproximadamente 0,1 g de la sustancia sólida ó 1 ml de la sustancia líquida. Si el compuesto no se disuelve inmediatamente, agite por un tiempo sin calentar y observe si hay un cambio de color, carbonización, polimeración etc.; si el compuesto no se solubiliza o no reacciona con el ácido sulfúrico se clasifica en el grupo I.

DATOS EXPERIMENTALES

Disolvente	Éter	Ácido clorhídrico al 5%:	Hidróxido de sodio al 10%:	Solubilidad en bicarbonato de sodio al 10%:	Ácido sulfúrico
Sustancia sólida					
Sustancia líquida					
Formación de cristales					

6. Preguntas de evaluación:

Experimentación con variables abiertas parte 1.

- a. De acuerdo con las pruebas de solubilidad, ¿cuál es el grado de polaridad de su compuesto? Fundamente su respuesta.

- b. ¿Cuándo un disolvente es el ideal para efectuar la recristalización de un sólido?, explique. Con base en su respuesta, ¿cuál disolvente seleccionará para recristalizar su problema?
- c. ¿Un sólido que es soluble en determinado disolvente frío, puede ser recristalizado en dicho disolvente? ¿Por qué?
- d. ¿Un sólido que es insoluble en un disolvente caliente, puede recristalizarse de él? ¿Por qué?
Experimentación con variables abiertas parte 2.
- e. Consulte los parámetros que influyen en la solubilidad de una sustancia orgánica. Explique.
- f. Elabore una tabla de datos para los compuestos problema asignados, que incluya el nombre, su respectiva fórmula química estructural y molecular, el resultado de cada prueba de solubilidad realizada (si es soluble o no) y establezca el grupo de solubilidad al que pertenece según los resultados experimentales.
- g. ¿Qué utilidad o aplicación tiene conocer a qué grupo de solubilidad pertenece una sustancia orgánica?
- h. Revise de nuevo el objetivo de la práctica, evalúe si se cumplió total o parcialmente y redacte unas conclusiones en donde exprese en forma explícita lo aprendido en esta práctica.

E. Extracción Simple y Múltiple: Aislamiento y Purificación de la Cafeína

Objetivo general: Conocer e implementar técnicas de extracción líquido-líquido tipo ácido-base, una metodología ampliamente utilizada en disolución, preferencial a partir de una mezcla o en este caso en particular desde material específico.

Objetivos específicos:

- Aislar un alcaloide, la cafeína, utilizando como técnica la extracción líquido-líquido a partir del café o el té.
- Purificar el material extraído mediante el método de sublimación.
- Determinar la pureza de la cafeína a través del punto de fusión.
- Confirmar los grupos funcionales característicos de esta función química orgánica.

1. *Información básica.* La extracción líquido-líquido es uno de los métodos más comunes para la separación de un compuesto orgánico a partir de una mezcla. Este proceso es ampliamente utilizado por los químicos, no sólo en el aislamiento de productos naturales, sino también en el aislamiento y purificación de los productos obtenidos de muchas reacciones químicas y, en especial, los compuestos preparados vía procesos de síntesis. Para algunos

de ustedes el término extracción puede ser desconocido pero el proceso es en realidad algo que comúnmente se realiza de forma desapercibida diariamente. Por ejemplo, probablemente al empezar el día se preparan una buena taza de café o té, gracias, sin lugar a dudas, al proceso de extracción. A partir de los granos de café o las hojas de té y empleando agua caliente, se extraen la cafeína y otros compuestos solubles en el agua, como es el caso de los taninos.

La distribución de solutos entre las diferentes fases es el resultado de los fenómenos de partición o adsorción. La separación implica la diferencia de solubilidades de una sustancia en dos disolventes inmiscibles, en otras palabras, la disolución selectiva. Mientras que la adsorción, por otro lado, se basa en la atracción selectiva de una sustancia en una mezcla líquida o gaseosa a la superficie de una fase sólida. De hecho, la extracción implica la eliminación selectiva de uno o más componentes de un sólido, mezcla líquida o gaseosa. La sustancia que se extrae sufre el fenómeno de partición entre las dos fases inmiscibles que están en contacto, y la relación de su distribución entre las fases dependerá de la solubilidad relativa del soluto en cada fase.

La selección del disolvente adecuado para llevar a cabo la extracción es clave para el éxito de esta técnica para aislar y purificar compuestos, algunas pautas importantes para llevar a cabo una correcta selección se resumen a continuación:

1. El disolvente de extracción no debe reaccionar químicamente irreversible con los componentes de la mezcla.
2. El disolvente de extracción debe ser inmisible, o casi, con la solución original.
3. El disolvente de extracción debe eliminar selectivamente el componente deseado de la solución de donde está siendo extraído. Es decir, el coeficiente de partición (K) del componente que está siendo eliminado debe ser alto, mientras que los coeficientes de reparto de los demás componentes deben ser bajos.
4. El disolvente de extracción debe ser fácilmente separable del soluto. Es sumamente importante el uso de un disolvente volátil ya que facilita en gran medida su eliminación por destilación simple.

La cafeína es uno dentro de muchos compuestos, con gran relevancia, que pueden ser extraídos de una matriz vegetal con la ayuda de una extracción líquido-líquido. De hecho, la cafeína es un alcaloide y el principal ingrediente activo del café y el té. Dicho alcaloide fue aislado por primera vez por el francés Pierre Jean Robiquet en 1821 a partir de semillas del café.

Xantinas

Xantina $R_1 = R_2 = R_3 = H$

Cafeína $R_1 = R_2 = R_3 = H$

Teobromina $R_1 = H; R_2 = R_3 = CH_3$

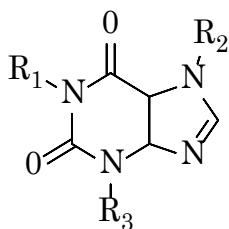


Fig. 6. Xantinas.

La cafeína pertenece a una familia de compuestos naturales llamados xantinas. Dentro de las plantas medicinales se ha identificado que aquellas donde están presentes las xantinas (en especial la cafeína, considerada como la más potente) son posiblemente las más antiguas plantas conocidas con actividad estimulante. Todas las xantinas, en diferentes grados, estimulan el sistema nervioso central y los músculos esqueléticos, dando como resultado un evidente estado de alerta y capacidad de posponer el sueño.

Teniendo en mente lo anterior, en este experimento se llevará a cabo la extracción líquido-líquido del alcaloide cafeína componente activo del café y el té, además, se procederá a la purificación del compuesto por la técnica de sublimación, se evaluará del grado de pureza del compuesto empleando la propiedad física del punto de fusión, y finalmente, se confirmará la presencia de grupos funcionales característicos en la estructura utilizando una prueba de identificación y espectroscopia infrarroja (IR).

2. *Palabras claves:* extracción, purificación, sublimación, alcaloide

3. *Situaciones problemáticas.* Según los preceptos adquiridos en la fundamentación teórica, determina cuáles serían los posibles mecanismos de reacción que se producen en el proceso de la extracción y purificación de la cafeína:

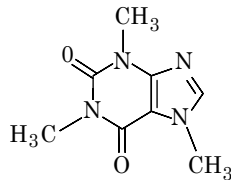


Fig. 7. Fórmula de la cafeína.

La figura nos ilustra la transformación metabólica de la cafeína una vez ingresa al organismo por ingesta de café o té, o en su defecto, consumiendo una gaseosa carbonatada. Explica teóricamente como ocurre este proceso.

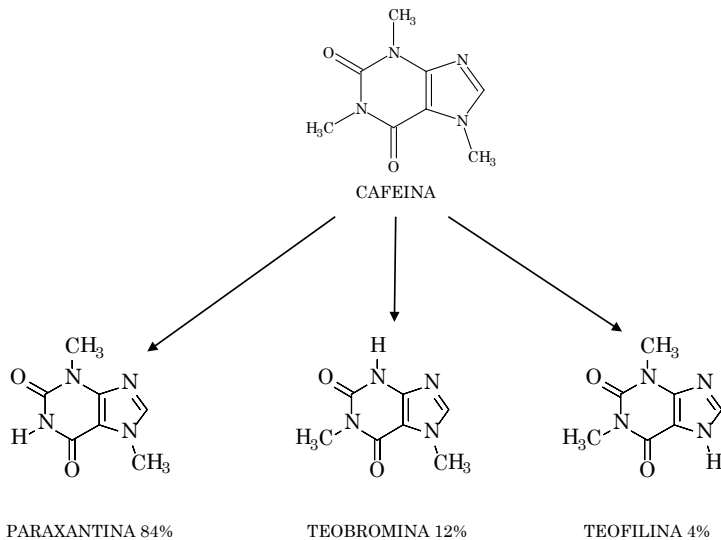


Fig. 8. Metabolito de la cafeína.

4. *Materiales, equipos y reactivos:*

- Beaker 250 mL
- Erlenmeyer
- Vidrio reloj
- Embudo Buchner
- Papel filtro
- Agitador
- Embudo de separación
- Embudo caña corta
- Mechero
- Refrigerante
- Balón de fondo redondo o plano
- Sulfato de sodio o magnesio anhidro
- Cloruro de sodio
- Diclorometano
- Café o té
- Agua
- Acetato de plomo 10%
- Hielo

Nota: El montaje se puede ver en el Anexo No. 2 (pág. 125).

5. *Experimentación con variable abierta.*

Extracción:

Con el objeto de preparar la solución de café o té, colocar 100 mL de agua en un Erlenmeyer de 250 mL. Cubrir el vaso con un vidrio de reloj y calentar el agua en una placa de calentamiento hasta que esté casi hirviendo. Luego, colocar 10 g de café (o el número de bolsas de té negro cuyo contenido sea equivalente a los 10 g) en el agua caliente asegurándose de que el agua disuelva completamente el café o que rebasa las bolsas de té, si fuese este fuese el caso, de manera que las bolsas queden en el fondo del vaso tan cubiertas como sea posible. Retirar el vidrio de reloj y continuar calentando durante otros 10 minutos.

Durante este periodo de calentamiento es importante empujar hacia el fondo del vaso las bolsas de té con un tubo de ensayo o varilla de vidrio de modo que todas las hojas de té están constantemente en contacto con el agua. Como el agua se evapora durante esta etapa de calentamiento, se debe adicionar agua con una pipeta de Pasteur.

Permitir que la solución se decante por un periodo de 10 minutos y transferir cuidadosamente (evitando trasvasar material sólido) la solución de café o té concentrado a un nuevo vaso de precipitados de 250 mL. Para extraer más líquido de la bolsas de té, se puede mantener la bolsa de té en la pared interior del vaso y con un tubo de ensayo ejercer una suave presión de ida y vuelta sobre la bolsa y sin romperla.

Con el objeto de precipitar los taninos presentes en el extracto de café, en el vaso de precipitados donde se encuentra la solución cruda se adiciona, gota a gota, una solución de acetato de plomo al 10% hasta que no se observe la formación de precipitado. A la solución final se le adicionan 5 g de carbonato de calcio y se calienta nuevamente a reflujo suave durante unos 5 minutos, evitando el sobrecalentamiento. Luego del calentamiento se debe proceder a una filtración en caliente, inicialmente a través de un filtro para café convencional y luego utilizando un embudo Buhner provisto de un papel filtro franja negra.

Luego de enfriar el filtrado (líquido filtrado) a temperatura ambiente, se debe proceder a extraer el alcaloide utilizando un embudo de separación de 150-250

mL (Fig. 8) con una porción de 15 mL de cloruro de metileno (diclorometano), agitando la mezcla vigorosamente durante 1 minuto. Las capas se deben separar después de varios minutos. Emulsiones podrían estar presentes en la capa orgánica inferior, dicha emulsión puede romperse adicionando solución de NaCl saturada o por simple agitación. La capa orgánica obtenida se recogerá en un Erlenmeyer seco.

Destilación:

Se deben verter los extractos orgánicos secos en un balón de 250 mL de fondo redondo. Además, se debe montar un aparato de destilación simple, añadir una piedra de ebullición y eliminar el cloruro de metileno por destilación. El residuo en el balón de destilación contiene la cafeína, la cual debe ser purificada por el método de sublimación.

Hay que colocar el diclorometano en el recipiente destinado para los desechos o residuos halogenados. Luego, se disuelve el residuo de la destilación con aproximadamente 5 mL de diclorometano. Puede tener que calentar suavemente la mezcla en un baño de vapor o manta de calentamiento para disolver el sólido. Después, se transfiere la solución a un Erlenmeyer de 50 mL y se enjuaga el balón de destilación con 5 mL adicionales de diclorometano. Se procede entonces a combinar la solución con el contenido del Erlenmeyer. Se añade una piedra de ebullición y se evapora el diclorometano hasta que seque calentando en un baño de vapor o una manta de calentamiento en la campana extractora. Finalmente, debe quedar un residuo color verde claro.

Purificación:

La cafeína puede ser purificada por sublimación. Para esto, se debe montar un aparato de sublimación, el cual consta de vacío y entrada y salida de agua para refrigerar el dedo frío. Coloque la cafeína en el tubo de sublimación. Luego, inicie el vacío y asegúrese de que se obtiene un buen sello. En este momento, también debe asegurarse de que el tubo central esté equidistante en el tubo de ensayo de brazo lateral, lo que permitirá la recogida óptima de la cafeína purificada. Una vez que el vacío se ha establecido, coloque hasta llenar pequeñas virutas de hielo en el interior del tubo de prueba. Cuando un sello buen vacío se ha obtenido y el hielo se ha añadido al tubo de ensayo interior, caliente la muestra con cuidado y suavidad con un mechero. Se debe aplicar calor moviendo la llama de ida y vuelta en el tubo exterior y por los lados. Si la muestra comienza a derretirse, retire la llama durante unos segundos antes de reanudar la calefacción. Cuando finalice la sublimación, retire el quemador y deje que el aparato se enfríe. A medida que el aparato se está enfriando y antes de desconectar el vacío, retire el agua y el hielo del tubo interior utilizando una pipeta de Pasteur. Cuando el aparato se ha enfriado y el agua y el hielo se han eliminado de la cámara de aire, puede desconectar el vacío. El vacío debería ser retirado con cuidado para evitar que se desprendan los cristales de las paredes del tubo refrigerado por la entrada brusca de aire en el aparato. Así, se debe retirar con cuidado el tubo interior del aparato de sublimación. Si esta operación se realiza

descuidadamente, los cristales sublimados pueden ser desalojados del tubo interior y volver a caer en el residuo. Raspe la cafeína sublimada con una espátula pequeña en un papel previamente pesado.

Se debe verificar la eficiencia teórica de la extracción a partir del material de partida utilizado y el punto de fusión de la cafeína aislada y purificada (comparar estos datos y el color con los valores reportados en la literatura). Entonces se debe calcular la eficiencia del método de señales de absorción características (comparar con IR reportado en la literatura). El proceso de extracción se repite por dos ocasiones más con 15 mL de diclorometano y las fases orgánicas son nuevamente recolectadas en el Erlenmeyer inicial que contiene el agente desecante. Estos extractos deben quedar claros, sin mostrar signos visibles de la contaminación del agua. Si algo de agua debe pasar a través del filtro, repita el secado con una nueva porción de sulfato de magnesio. Después se deben filtrar los extractos para retirar el sulfato utilizado y recoger los extractos secos en un nuevo Erlenmeyer seco. Finalmente, enjuague el magnesio sulfato con 15 a 20 mL de diclorometano fresco.

Nota: observar el montaje en el Anexo.

DATOS EXPERIMENTALES
Título de la práctica:
Docente:
Integrantes:
Fecha:

DATOS EXPERIMENTALES

Determina las propiedades físicas del alcaloide extraído en aspectos como:

Color	Punto de fusión teórico	Olor	Densidad	Viscosidad	Solubilidad en agua
Solubilidad en CCl ₄	Punto de fusión práctico	Volatilidad	Masa del sólido obtenido	Porcentaje de rendimiento de reacción	

6. Preguntas de evaluación:

- Realice un esquema del proceso realizado.
- ¿Cuál sería la única fórmula posible para este compuesto?
- Investigar las propiedades físicas y químicas de la cafeína.

F. Recristalización de un Compuesto Orgánico: Fármaco Ácido Acetilsalicílico

Objetivo general: Desarrollar habilidad y destreza para realizar la técnica de recristalización, una metodología ampliamente utilizada para purificar un sólido desde una matriz cruda en el laboratorio de química orgánica.

Objetivos específicos:

- Extraer por simple disolución en un solvente adecuado y purificar por la técnica de recristalización.
- Verificar la pureza del producto recristalizado utilizando la medición del punto de fusión.
- Confirmar la presencia del grupo funcional ácido carboxílico (COOH) en la estructura del ácido acetilsalicílico.

1. *Información básica.* Uno de los mayores placeres visuales que se puede experimentar en la práctica de la química orgánica es observar la formación de un sólido cristalino en una solución. La obtención de cristales bien formados en cualquier hábito cristalino (prismas, agujas, rosetas, etc.) genera una sensación de logro indescriptible muy difícil de igualar. La técnica de recristalización es un proceso que consiste en disolver el sólido a purificar en un disolvente apropiado a una temperatura elevada y luego permitir que los cristales se vuelvan a formar a temperatura ambiente o a una temperatura menor, la mayoría de las veces con ayuda de refrigeración,

de modo que las impurezas permanezcan en solución. Casi todos los sólidos son más solubles en un disolvente en caliente que en un disolvente en frío, y precisamente, en la cristalización se aprovecha este hecho. De este modo, si primero se disuelve un sólido en una cantidad de disolvente caliente insuficiente para que se disuelva en frío, los cristales se deben formar cuando la solución caliente se deja enfriar. La medida en que el sólido es precipitado depende de la diferencia en su solubilidad en el disolvente particular a temperaturas entre los extremos utilizados. El extremo superior está determinado por el punto de ebullición del disolvente, mientras que el límite inferior es generalmente dictado por conveniencia experimental, por ejemplo, un baño de hielo-agua a menudo se utiliza para enfriar la solución a 0°C.

Si las impurezas presentes en la mezcla original se han disuelto y permanecen aún disueltas después de que la solución es enfriada, el aislamiento de los cristales que se han formado debe proporcionar idealmente el material deseado puro. Alternativamente, las impurezas que no se disuelven en absoluto en la solución caliente pueden ser eliminadas por filtración de la disolución aún en caliente, e incluso si persiste alguna coloración pueden ser empleadas sustancias decolorantes como el carbón activado para eliminar la coloración o gran parte de ella. Sin embargo, incluso después de que un sólido ha sido recristalizado, puede que todavía no sea completamente puro, por lo tanto, para determinar la pureza de la muestra uno de los métodos más sencillos y utilizados es determinando el punto de fusión del sólido.

La técnica de recristalización a partir de disoluciones implica los pasos siguientes:

1. La selección de un disolvente apropiado.
2. Disolución del sólido a purificar a una temperatura cerca del punto de ebullición.
3. Si es necesario, decoloración con carbón activado para eliminar impurezas que le dan coloración, y filtración de la solución en caliente para eliminar tanto las impurezas insolubles como el carbón decolorante.
4. Formación del sólido cristalino a partir de la solución madre mientras se enfría.
5. Aislamiento del sólido que se purificó por filtración al vacío.
6. Secado de los cristales al aire o con vacío.

En el proceso de recristalización, la elección del disolvente es quizás el paso más crítico y, por ende, de gran importancia, pues el disolvente correcto permite obtener cristales del producto deseado con alta pureza y muy buen rendimiento de recuperación.

Los disolventes comúnmente utilizados en procesos de recristalización (Tabla 5) varían ampliamente en su rango de polaridad. Existe una medida de la constante dieléctrica (ϵ) del disolvente que permite clasificar dichos disolventes como no polares ($\epsilon = 2-3$), polares ($\epsilon > 10$) y como disolventes de polaridad intermedia ($\epsilon = 3-10$).

Tabla 5. *Disolventes comúnmente utilizados en el proceso de recristalización.*

Compuesto	Pto de ebullición (°C, 1 atm)	Solubilidad en agua	Constante dieléctrica (ε)	Inflamable
Éter de petróleo	Variable	No	1.90	Si
Éter etílico	35.0	No	4.30	Si
Diclorometano	41.0	No	9.10	No
Acetona	56.0	Si	20.7	Si
Metanol	65.0	Si	32.6	Si
Tetrahidrofurano	65.0	Si	7.60	Si
Acetato de etilo	77.0	No	6.00	Si
Etanol (95-98%)	78.0	Si	24.6	Si
Ciclo hexano	81	No	1.90	Si
Agua	100.0	-	78.5	No
1,4-Dioxano	101.0	Si	2.20	Si
Tolueno	111.0	No	2.40	Si

Los químicos orgánicos dedican un esfuerzo considerable para aislar los productos de sus reacciones puros, por este motivo, la gran importancia y vigencia de la técnica de recristalización para la purificación de sustancias sólidas, y en especial de los fármacos, compuestos bioactivos con los que se combaten a diario muchas enfermedades o dolencias que aquejan a la gran mayoría de la población mundial. La Aspirina, por ejemplo, es un compuesto antiinflamatorio, analgésico, antipirético y antiagregante plaquetario, mientras que el Ibuprofeno es un compuesto antiinflamatorio no esteroide.

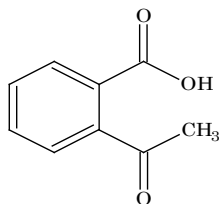


Fig. 9. *Ácido - 2 (acetilcoxi)-benzoico*

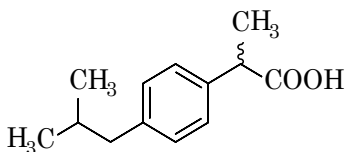


Fig. 10. *Ácido 2-(4-isobutilfenil)propiónico*

En consecuencia con lo anterior, esta práctica se centra en la purificación del fármaco ácido acetilsalicílico (Aspirina) o el ácido 2-(4-isobutilfenil) propiónico (Ibuprofeno) por recristalización, la evaluación del grado de pureza del compuesto por la propiedad física del punto de fusión, y finalmente, la confirmación de la presencia de grupos funcionales característicos en la estructura utilizando pruebas cualitativas de identificación.

2. *Palabras claves:* cristalización, cristales, solubilidad, disolventes.
3. *Situaciones problemáticas.* Según los preconceptos adquiridos en la fundamentación teórica, determine cuáles serían los posibles pasos del mecanismo de reacción que se producen en el proceso de la obtención del ácido acetilsalicílico:

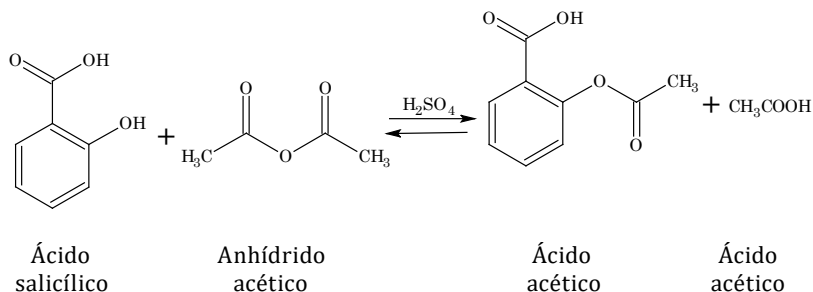


Fig. 11. Mecanismo de reacción del ácido acético.

El siguiente esquema ilustra el proceso metabólico que sufre el ácido acetilsalicílico una vez ingresa a un organismo a través de su ingesta como fármaco. Explicar teóricamente cómo ocurre este proceso:

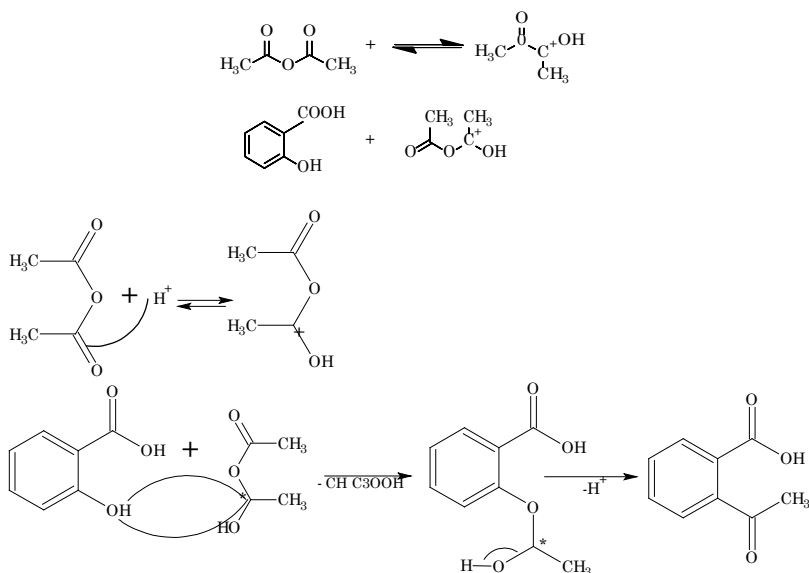


Fig. 12. Metabolito del ácido acetilsalicílico.

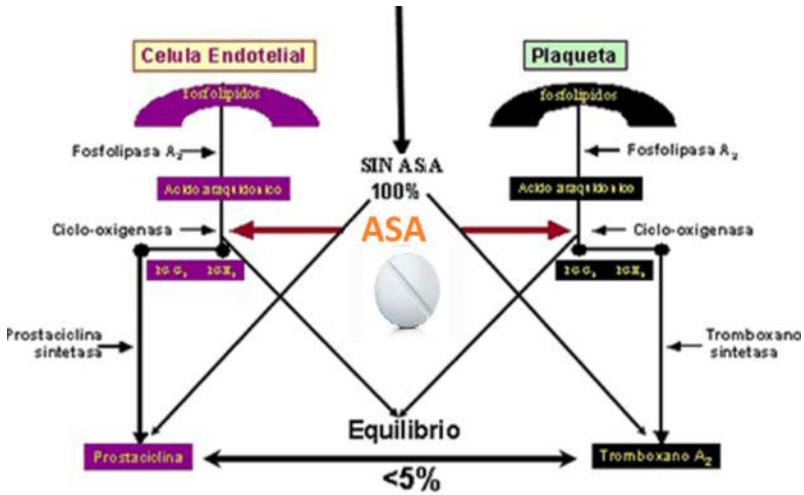


Fig. 13. Mecanismo de acción del ácido acetilsalicílico.

Tomado de: Imágenes Wikipedia, la enciclopedia libre.

4. *Materiales, equipos y reactivos:*

- Beaker 250 mL
- Erlenmeyer
- Mortero con mazo
- Embudo Buhner
- Papel filtro
- Agitador
- Embudo de separación
- Embudo caña corta
- Mechero
- Refrigerante
- Balón de fondo redondo o plano
- Aspirina
- Agua
- Hielo
- Acetato de etilo
- Solución de NaOH 1 M
- Solución de HCl 2 M
- Carbón activado

5. *Experimentación con variable abierta:*

Luego de pesar y macerar en un mortero dos cápsulas comerciales de ácido acetilsalicílico (u otro fármaco como el Ibuprofeno), traspasar el compuesto triturado a un Erlenmeyer y agregar 30 mL de acetato de etilo manteniendo agitación constante hasta disolver la mayor parte de sustancia (si fuese necesario, se debe calentar un poco la disolución para incrementar la solubilidad del compuesto en el disolvente). Luego, separar el filtrado por gravedad o vacío usando el embudo adecuado y el papel filtro previamente pesado. Los sólidos insolubles que quedan en el papel seco son pesados por diferencia con el objeto de reportar los excipientes presentes por gramo de pastilla o cápsula.

La disolución acetato etanólica obtenida se colecta en vaso o un Erlenmeyer y se transfiere completamente a un embudo de separación. Se adicionan 20 mL de una solución de NaOH 1M previamente preparada, se tapa y se agita suavemente el embudo permitiendo la liberación de la presión luego de cada agitación, se coloca en embudo sobre un aro o se asegura de la boca con una llave con nuez para permitir que las fases se separen. Luego de separadas las fases, la fase acuosa se colecta en un vaso de precipitados de 100 mL. El proceso de extracción se repite dos veces más (2 x 20mL NaOH 1M).

Nota: Por seguridad, las fases descartadas, ya sea orgánica o acuosa, de un proceso de extracción siempre deben ser almacenadas hasta que se termine completamente todo el proceso de purificación.

A la fase acuosa obtenida del proceso de extracción se le adiciona una solución 2M de HCl (entre 10 y 15 mL), poco a poco y con agitación continua, hasta alcanzar un pH igual o inferior a tres, procurando agitar suave y constantemente durante toda la adición. La mezcla se enfría en un baño de hielo para ayudar a la formación de los cristales (si fuese necesario, raspar los bordes del vaso con una varilla de vidrio para acelerar la nucleación). Cuando haya precipitado, la mayoría o todo el sólido se filtra y se deja secar al vacío en un embudo Buchner y un papel previamente pesado. Con el peso de sustancia obtenido se puede determinar la composición porcentual por gramo del fármaco.

Para determinar el disolvente ideal para el proceso de recristalización, a una parte del producto obtenido se le realizan pruebas de solubilidad en un set de disolventes polares (etanol, metanol y acetato de etilo) y apolares; deber ser soluble a temperaturas altas pero insoluble a temperatura ambiente o temperaturas más bajas. Una vez seleccionado el disolvente o la mezcla de disolvente adecuada para la etapa de recristalización, se procede a disolver en un Erlenmeyer de 100 mL la mitad del producto obtenido en la menor cantidad de dicho disolvente y se calienta hasta alcanzar la disolución completa. Si la solución presenta alguna coloración, se debe utilizar carbón activado como absorbente para eliminar los contaminantes que originan dicha coloración y filtrar en caliente para separar tanto el carbón activado como las impurezas insolubles que podrían estar presentes en la muestra. La solución saturada del compuesto es colectada en un nuevo Erlenmeyer de 100 mL, se deja enfriar a temperatura ambiente y luego en hielo para permitir el proceso de nucleación y la respectiva formación de cristales en la solución.

Nota: Ver en el Anexo No. 5 (pág. 129)

Una vez obtenidos los cristales, se procede a filtrarlos por succión sobre un papel filtro previamente pesado y se dejan secar completamente. Una vez secos, se debe calcular la eficiencia de la cristalización.

Finalmente, a los cristales se les debe determinar el punto de fusión para verificar la pureza y hacer una prueba cualitativa de identificación para ácidos carboxílicos.

DATOS EXPERIMENTALES
Título de la práctica:
Docente:
Integrantes:
Fecha:

1. Determina las propiedades físicas del ácido acetil-salicílico extraído en aspectos como:

Color	Pto. de fusión teórico	Olor	Densidad	Viscosidad	Solubilidad en agua
Solubilidad en CCl ₄	Pto. de fusión práctico	Volatilidad	Masa del sólido obtenido	Cantidad de producto recogido en la reacción	

6. Preguntas de evaluación:

- a. ¿Escribir las ecuaciones correspondientes al proceso realizado? ¿Cuál sería la única fórmula posible para este compuesto?
- b. Investigar las propiedades físicas y químicas del ácido acetilsalicílico.

G. Síntesis y Reacciones de Hidrocarburos Insaturados (Alquenos)

Objetivo general: Estudiar de manera práctica, métodos para la síntesis de alquenos y algunas reacciones de los mismos.

Objetivos específicos:

- Sintetizar etileno por deshidratación de alcohol etílico catalizado con ácido sulfúrico.
- Observar las reacciones de combustión y oxidación con permanganato de potasio más la adición de alqueno halogenado obtenido.

1. *Información básica.* Síntesis de etileno por deshidratación del etanol. Los alquenos son hidrocarburos insaturados que contienen uno o varios dobles enlaces carbono-carbono en su estructura molecular. El eteno o etileno, C_2H_4 , es el primer miembro de esta serie homóloga cuya fórmula molecular general es $C_n H_{2n}$, donde n representa el número de átomos de carbono en la molécula.

La síntesis de un alqueno implica, por tanto, la eliminación de dos sustituyentes ubicados en carbonos adyacentes en la cadena carbonada. Así, por ejemplo, para la síntesis propuesta en los objetivos específicos de este trabajo se eliminará el grupo OH de la molécula del alcohol y uno de los átomos de H del carbón adyacente, generando así, la formación del doble enlace entre los dos átomos de carbono. Esta eliminación se consigue calentando una mezcla de alcohol con un ácido mineral fuerte, generalmente ácido sulfúrico, que actúa como catalizador.



Fig. 14. Reacción de obtención del eteno.

Donde R es cualquier radical alquilo.

Reacciones:

Oxidación: los alquenos reaccionan con el permanganato de potasio, KMnO_4 , en condiciones suaves, esto es, diluido y a temperaturas bajas para dar el respectivo diol 1,2.

Halogenación: los alquenos adicionan fácilmente halógenos al doble enlace. En este caso se rompe el enlace pi y se adiciona a cada átomo de carbono olefínico un átomo del halógeno.

2. *Palabras claves:* alqueno, síntesis, hidrocarburo insaturado, reacción de adición.

3. *Situaciones problemáticas.* La reacción de deshidratación de un alcohol es una reacción de eliminación unimolecular E1 porque en el paso determinante de la velocidad de la reacción sólo interviene una especie molecular. En un primer paso se da la protonación reversible del átomo de oxígeno del alcohol, formando un ion oxonio intermedio. El segundo paso es el determinante de la velocidad y consiste en la separación de una molécula de agua del ion oxonio y la formación de un carbocatión intermedio, que en un tercer paso da lugar al alqueno por la pérdida de un protón del carbón adyacente y la consecuente formación del doble enlace carbono – carbono.

La anterior explicación describe lo que se conoce como el mecanismo de la reacción. Fundamentado en la descripción anterior, escriba las ecuaciones químicas que ilustren el mecanismo de la reacción para la deshidratación del alcohol etílico catalizada con ácido sulfúrico.

4. *Materiales, equipos y reactivos*

- Alcohol etílico
- Ácido sulfúrico
- KMnO_4 0,1%
- Bromo diluido en tetracloruro de carbono
- 1 balón de fondo redondo con desprendimiento lateral

- Manguera de caucho
- 1 probeta graduada
- 3 tubos de ensayo con tapas
- 1 palillos para pinchos
- 2 goteros

5. *Experimentación con variables abiertas.*

a) Síntesis.

- Mida con la probeta 10 mL de alcohol etílico y transfíralos al balón con desprendimiento lateral. Con una pipeta tome 2,0 mL de H_2SO_4 y adiciónelo al alcohol, lentamente, dejándolo escurrir por las paredes del balón. Adicione unas perlas de vidrio para moderar la ebullición.
- Prepare tres tubos de ensayo para recolección de gas por desplazamiento de agua.
- Calentar suavemente; si la ebullición se hace muy fuerte, retire el mechero.
- Recolecte el gas producido en dos tubos de ensayo y tápelos.

Nota: ver el montaje en el Anexo No. 6 (pág. 130).

b) Reacciones.

- Tome uno de los tubos y destápelo, acérquelo a la boca un palillo previamente encendido. Escriba las observaciones en su hoja de datos.

- Con un gotero tome 1,0 mL de KMnO_4 0,1%, destape el otro tubo y, rápidamente, agregue el contenido del gotero y vuélvalo a tapar. Agite suavemente, observe y escriba lo que sucede.
- Al tercer tubo agregue 1,0 mL de Br_2 en CCl_4 ; tápelo y agite suavemente, observe y escriba el resultado.

DATOS EXPERIMENTALES
Título de la práctica:
Docente:
Integrantes:
Fecha:

Alcohol utilizado: _____

Alqueno obtenido: _____

OBSERVACIONES:

1. _____

2. _____

3. _____

Cuestionario.

- Escriba las ecuaciones químicas para las reacciones de los pasos anteriores.
- ¿Para qué se agregan las perlas de vidrio al balón donde se efectúa la deshidratación?
- Si en vez de KMnO_4 diluido, uso este reactivo concentrado, caliente y en medio alcalino, ¿cuál sería el resultado esperado? Ilustre su respuesta con un ejemplo.

H. Síntesis de Etino o Acetileno

Objetivo general: Obtener el acetileno a partir de la reacción de deshidratación del carburo de calcio.

Objetivos específicos:

- Utilizar los diferentes métodos e indicadores necesarios para comprobar que el acetileno pertenece al grupo de los alquinos.
 - Identificar la presencia de acetileno a través de la prueba de la llama.
1. *Información básica.* El acetileno o etino es el alquino más sencillo. Es un gas altamente inflamable, un poco más ligero que el aire e incoloro. Produce una llama de hasta 3.000 °C, una de las temperaturas de combustión más altas conocidas, superada solamente por la del hidrógeno atómico (3400 °C - 4000 °C), el cianógeno (4525 °C) y la del dicianoacetileno (4987 °C).



Fig. 15. Estructura química del etino

Tomado de: Imágenes Wikipedia, la enciclopedia libre.

Características:

La descomposición del acetileno es una reacción exotérmica. Tiene un poder calorífico de 12000 Kcal/Kg. Asimismo, su síntesis suele necesitar elevadas temperaturas en alguna de sus etapas o el aporte de energía química de alguna otra manera.

El acetileno es un gas explosivo si su contenido en aire está comprendido entre 2 y 82 %. También explota si se comprime sólo, sin disolver en otra sustancia, por lo que para su almacenamiento se disuelve en acetona, un disolvente líquido que lo estabiliza.

En petroquímica se obtiene el acetileno por quenching (el enfriamiento rápido) de una llama de gas natural o de fracciones volátiles del petróleo con aceites de elevado punto de ebullición. El gas es utilizado directamente en planta como producto de partida en síntesis. Un proceso alternativo de síntesis más apto para el laboratorio es la reacción de agua con carburo de calcio (CaC_2); se forma hidróxido de calcio y acetileno, el gas formado en esta reacción a menudo tiene un olor característico a ajo debido a trazas de fosfina que se forman del fosforo de calcio presente como impureza.

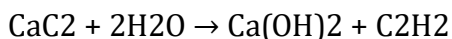


Fig. 16. Ecuación de obtención del etino.

2. *Palabras claves:* acetileno, inflamabilidad, hidrólisis, catalizador, exotérmica.

3. *Situación problémica:* el acetileno es una herramienta versátil en la industria de sustancias químicas nobles y especiales de hoy en día debido a su especial y controlable reactividad en una gran variedad de aplicaciones sintéticas.

Realice un esquema, según su punto de vista y los procesos desarrollados en la parte teórica, el mecanismo de las reacciones descritas anteriormente y explique cuáles serían las principales aplicaciones que se le dan a este producto en el ámbito ingenieril.

4. *Materiales, equipos y reactivos:*

- 3 palillos de pinchos
- Fósforos
- Carburo de calcio
- Permanganato de potasio (KMnO_4) 0,1 M
- Agua
- 2 balones, uno de ellos con salida lateral
- 2 botellas winkler para recoger el gas producido
- Cubeta con agua
- Probeta de 100 ml
- Soportes
- Mangueras
- Tapones horadados
- Embudo de separación
- Mechero

Nota: ver el montaje en el Anexo No. 7 (pág. 131).

5. Experimentación con variables abiertas.

Realizar el montaje (ver el Anexo) asegurándose que las conexiones están bien hechas para evitar escapes del gas. A continuación, agregar al balón limpio y seco unas piedras de carburo de calcio; accionar la llave del embudo y dejar caer muy lentamente pequeñas gotas de agua al balón. Escriba la reacción del proceso, ¿qué tipo de reacción está ocurriendo en el proceso?, y determine por qué.

Se deben dejar caer sólo gotas de agua muy lentamente, justifique su respuesta.

Hay que tener en cuenta que la reacción se pone vigorosa o se forma mucha espuma, ¿explique por qué se puede dar este fenómeno? Recoger una cantidad suficiente de gas en una botella winkler sumergida en agua. Cuando llene la primera botella, retírela rápidamente, inviértala y tápela dejándola en esta posición. Proceda a llenar 2 botellas winkler más si es posible. Una vez se tienen llenas las tres botellas, tome la primera botella winkler y, con cuidado, destápela y acerque un palillo encendido a la boca de éste, ¿qué observa? Escriba sus observaciones y justifique sus respuestas, además, describa la reacción del proceso con su mecanismo.

Con la segunda botella se realiza la prueba con el permanganato, se destapa a medias y se agrega rápidamente unas gotas de KMnO_4 0,1 M, luego tape y agite. Escriba sus observaciones y justifique sus respuestas, además, describa la reacción del proceso con su mecanismo.

DATOS EXPERIMENTALES
Título de la práctica:
Docente:
Integrantes:
Fecha:

1. Registrar las observaciones y explicar por qué el acetileno se puede:

Ensayo	Hidratar	Halogenar	Hidrogenar
Qué ensayos podría proponer para estos procesos			

2. Registrar el tiempo de reacción en el proceso de identificación del eteno.

Ensayo	Botella 1	Botella 2	Botella 3
Llama			
Prueba de Bayer			

6. Preguntas de evaluación:

- a. Escriba una ecuación para cada una de las pruebas realizadas en la síntesis del eteno.
- b. Predecir los posibles productos que se deben formar al combinar 1,3-butadieno con HCl. Indicar cuáles son las posibles reacciones y su mecanismo.
- c. Explicar por qué los alquinos son sustancias que se hidratan y se hidrogenan fácilmente. Justifique su respuesta.

I. Nitración de Compuestos Aromáticos: Sulfonación del Benceno

Objetivo general: Desarrollar habilidad y destreza para realizar reacciones de sustitución sobre un anillo aromático y determinar la reagrupación del mismo.

Objetivos específicos:

- Comprobar en la práctica el proceso de cómo ocurre la sulfatación del benceno (mecanismo).
- Determinar las diferentes rupturas de enlaces que ocurren en el mecanismo de una reacción.
- Determinar las velocidades en que se desarrolla la reacción de sustitución del anillo bencénico.

1. *Información básica.* El ácido sulfúrico concentrado no reacciona con el benceno a temperatura ambiente excepto por protonación. Sin embargo, una forma más reactiva llamada “ácido sulfúrico fumante” da lugar a un ataque electrofílico por SO_3 . El ácido sulfúrico fumante comercial se prepara por adición de aproximadamente un 8% de trióxido de azufre (SO_3) a ácido sulfúrico concentrado. El electrófilo reactivo es HSO_3^+ ó SO_3 neutro, dependiendo de las condiciones de reacción.

Mecanismo:

El ácido sulfúrico concentrado no reacciona con el benceno a temperatura ambiente excepto por protonación. Sin embargo, una forma más reactiva, llamada “ácido sulfúrico fumante” da lugar a un ataque electrofílico por SO₃. El ácido sulfúrico fumante comercial se prepara por adición de aproximadamente un 8% de trióxido de azufre (SO₃), a ácido sulfúrico concentrado. El electrófilo reactivo es HSO₃⁺ ó SO₃ neutro, dependiendo de las condiciones de reacción.

Mecanismo:

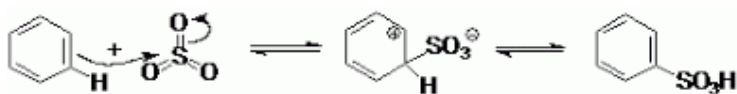


Fig. 17. Mecanismo de reacción del ácido benzenosulfónico (95%).
Tomado de: Imágenes Wikipedia, la enciclopedia libre.

La sulfonación es reversible, tiene utilidad sintética, debido a que el sustituyente ácido sulfónico puede utilizarse como grupo protector para dirigir la sustitución hacia una posición u otra.

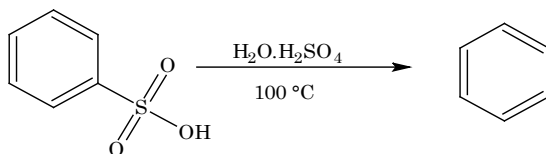


Fig. 18. Mecanismo de la reacción reversible del ácido benzenosulfónico.

2. *Palabras claves:* protonación, homólisis, heterólisis, mecanismo de reacción, transformación
3. *Situaciones problemáticas.* Según el mecanismo de reacción que sufre el benceno en la reacción de sulfonación, determinar:

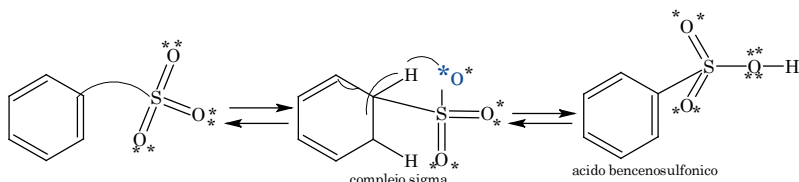


Fig. 19. Mecanismo de la reacción de sulfonación.

4. *Palabras claves:* reactivo, sustrato, tipo de ruptura, radicales libres, tipo de reacción, moléculas intermedias, producto final.
5. *Materiales, equipos y reactivos:*

- Ácido sulfúrico fumante
- Benceno
- Cloruro de sodio (sal)
- Agua
- Hielo
- Matraz de 250 mL
- Agitador de vidrio
- Papel filtro
- Embudo

6. *Experimentación con variables abiertas.*
- Utilizando un matraz de 250 mL se agrega 150 mL de ácido sulfúrico fumante y se debe enfriar exteriormente con agua helada; explique por qué.
 - Añadir 45 mL de benceno, poco a poco y con buena agitación: ¿Qué observa?
 - La capa del hidrocarburo que queda sobre el ácido se va disolviendo lentamente, asegurar que antes de adicionar más benceno la capa aceitosa se haya disuelto totalmente. Una vez se ha añadido todo el benceno sobre el ácido y éste está completamente disuelto, la mezcla de reacción se vierte lentamente y con agitación sobre un beaker que contiene una solución saturada de cloruro de sodio (NaCl) que debe estar enfriada previamente con hielo; deje reposar y observe la reacción. Escriba resultados y conclusiones, justifique sus observaciones y respuestas. Al cabo de unos minutos se debe precipitar el producto de reacción, determine cuál es. El precipitado se filtra y se lava dos veces con una solución de cloruro sódico en agua destilada, el sólido aislado se deja secar sobre el papel filtro.
 - El producto cristalizado se purifica con una solución de etanol absoluto. ¿Por qué se purifica en alcohol absoluto y no en otro solvente orgánico? Justifique su respuesta.

- e. Describa cada una de las reacciones que se producen en el desarrollo de la experiencia con su respectivo mecanismo.
- f. ¿Qué otros productos se obtienen en la sulfonación del benceno?

DATOS EXPERIMENTALES
Título de la práctica:
Docente:
Integrantes:
Fecha:

Determine las propiedades físicas del benceno en aspectos como:

Color	Olor	Densidad	Viscosidad	Solubilidad en agua
Solubilidad en CCl ₄	Volatilidad	Masa del sólido obtenido	Porcentaje de rendimiento de reacción	

7. Preguntas de evaluación:

- a. ¿De qué reactivos debe partirse para obtener el trinitrotolueno? Escribir las ecuaciones correspondientes. ¿Cuál sería la única fórmula posible para este compuesto?

- b. Haciendo uso de ecuaciones químicas, explicar cómo se puede convertir el benceno en:
- M-bromonitrobenceno
 - Tolueno
 - O-cresol
 - P-cloronitrobenceno
 - P-bromopropilbenceno
 - O-nitrofenol
- c. Elaborar un cuadro comparativo con las principales propiedades químicas de los hidrocarburos alifáticos y aromáticos, con la incorporación de ecuaciones. Establecer la relación existente entre los distintos compuestos orgánicos.

J. Clasificación de los Alcoholes

Objetivo general: Reconocer alcoholes primarios, secundarios y terciarios mediante algunas de sus propiedades químicas.

Objetivos específicos:

- Clasificar alcoholes por sus propiedades químicas según la ubicación del grupo funcional.
- Aplicación de pruebas de esterificación y oxidación para verificar la reactividad de un alcohol primario, uno secundario y uno terciario.

1. *Información básica.*

Generalidades y propiedades físicas:

Se dice que el término alcohol viene de un término árabe: “al-khwl” o “al-ghawl” que significa “el espíritu” o “toda sustancia pulverizada”, los árabes conocieron el vino por destilación, pero se atribuye su descubrimiento a un sabio alquimista y profesor de medicina de Montpellier, Arnau de Villanova Lavoisier fue quien dio a conocer el origen y la manera de producirse el alcohol por medio de la fermentación vínica, demostrando que bajo la influencia de la levadura de cerveza, el azúcar de uva se transforma en ácido carbónico y alcohol [1]. El alcohol más conocido es el etanol, presente en las bebidas alcohólicas y como antiséptico. En general, son líquidos incoloros de baja masa molar y de olor característico, sus puntos de fusión y ebullición aumentan con la masa molecular y la solubilidad disminuye con el aumento en el número de alcoholes.

Desde el punto de vista químico, los alcoholes son el grupo de compuestos que resultan de la sustitución de uno o varios átomos de hidrógeno (H) por grupos hidroxilo (OH-) en los hidrocarburos saturados o no saturados. Sus propiedades están relacionadas con el grupo hidroxilo (OH-), que es muy polar y capaz de establecer puentes de hidrógeno con sus moléculas compañeras, con otras moléculas neutras y con aniones [1].

Los alcoholes se pueden clasificar en cuatro grupos: alcoholes alifáticos primarios (1o), secundarios (2o), terciarios (3o) y alcoholes aromáticos, fenoles. Así, un alcohol es primario, si el átomo de hidrógeno (H) sustituido por el grupo hidroxilo (OH-) pertenece un carbón (C) primario:

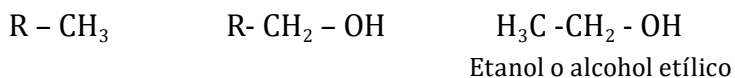


Fig. 20. Mecanismo de obtención de un alcohol primario.

El alcohol es secundario, si el átomo de hidrógeno (H) sustituido por el grupo oxidrilo (OH-) pertenece a un carbón (C) secundario:

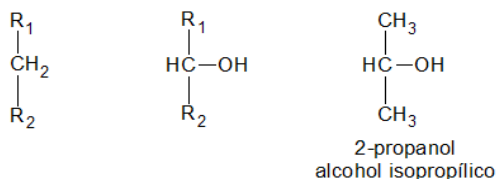


Fig. 21. Mecanismo de obtención de un alcohol secundario.
Tomado de: Imágenes Wikipedia, la enciclopedia libre.

Finalmente, es terciario, si el átomo de hidrógeno (H) sustituido por el grupo oxidrilo (OH-) pertenece a un carbón (C) terciario:

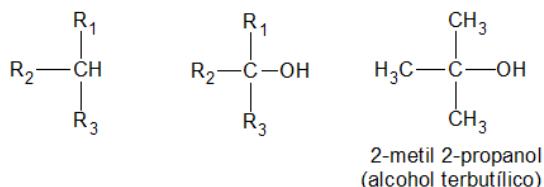


Fig. 22. Mecanismo de obtención de un alcohol terciario.
Tomado de: Imágenes Wikipedia, la enciclopedia libre.

Propiedades químicas:

Oxidación: la oxidación es la reacción de alcoholes para producir ácidos carboxílicos, cetonas o aldehídos dependiendo del tipo de alcohol y de catalizador.

Deshidrogenación: los alcoholes primarios y secundarios, cuando se calientan en contacto con ciertos catalizadores, pierden átomos de hidrógeno para formar aldehídos o cetonas.

Halogenación: el alcohol reacciona con el ácido hidrácido para formar haluros de alquilo más agua.

Deshidratación: es una propiedad de los alcoholes mediante la cual podemos obtener éteres o alquenos.

2. *Palabras claves:* grupo hidroxilo, alcoholes, reacción de oxidación, reacción de esterificación
3. *Situación problemática.* El reactivo de Lucas se utiliza para reconocer y diferenciar los alcoholes primarios, secundarios y terciarios con base en la velocidad de la reacción. Así, un alcohol terciario reacciona de inmediato, uno secundario tarda de 5 a 10 minutos y un primario tarda varias horas.

En un laboratorio se tienen los siguientes alcoholes: etanol, 2- propanol, 1- propanol y 2-metil-2-propanol. De los alcoholes mencionados, ¿cuáles reaccionarán de inmediato con el reactivo de Lucas? Argumente su respuesta.

4. *Materiales, equipos y reactivos:*

- Ácido acético
- Ácido sulfúrico
- Ácido salicílico
- n-Butanol
- 2-Butanol
- 2-Metil-2-butanol
- Etanol
- Metanol
- 2- propanol
- Dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$) al 10%
- Agua destilada
- Hielo
- Tubos de ensayo
- Beakers
- Goteros
- Pipetas
- Gradilla

5. *Experimentación con variables abiertas.*

- a. Tome unos tubos de ensayo (según el número de alcoholes a identificar) y ponga en cada uno 2 mL de dicromato de potasio, añádale 4 gotas de ácido sulfúrico concentrado y 2 mL de cada uno de los alcoholes de muestra. Ahora, CON PRECAUCIÓN caliente la mezcla en baño maría. ¿Qué observa? ¿Cuánto tiempo tarda en ocurrir la reacción?

- b. En diferentes tubos de ensayo tome 2 mL de cada uno de los alcoholes de muestra; añada a cada uno 2 mL de ácido acético y 0,5 mL de ácido sulfúrico, como catalizador. La mezcla se calienta en el baño maría hasta su ebullición, continuando el calentamiento tres (3) minutos más, después vierta la mezcla sobre 10 mL de agua helada en un beaker de 100 mL. Huela (con precaución) el aroma de los productos obtenidos. Procure identificar el olor ¿es agradable o desagradable? ¿Puede compararlo con algún olor conocido?
- c. En otro tubo, esterifique (repita el procedimiento anterior) 2 mL de metanol o etanol con 0,5 g de ácido salicílico añadiendo 0,5 mL de ácido sulfúrico como catalizador. ¿Es diferente o parecido al olor de los ésteres obtenidos en la primera parte del experimento?
- d. Hacer todas las observaciones y un cuadro comparativo de las características de todos los alcoholes observados. Escribir cada una de las reacciones para los diferentes tipos de alcoholes y sus respectivos ensayos.

DATOS EXPERIMENTALES
Título de la práctica:
Docente:
Integrantes:
Fecha:

1. Registrar las observaciones de cada uno de los alcoholes al momento de determinar la solubilidad y la oxidación con dicromato de potasio.

Ensayo	Alcohol 1	Alcohol 2	Alcohol 3
Solubilidad			
Oxidación con dicromato de potasio			

2. Registrar los cambios de cada alcohol al esterificarlo.

Ensayo	Alcohol 1	Alcohol 2	Alcohol 3	Observaciones
Cambio de Color				
Olor				

6. Preguntas de evaluación:

- Escriba la ecuación para la reacción de cada uno de los alcoholes empleados con el dicromato y en la esterificación; organice la información en una tabla.
- Considere los siguientes alcoholes: 2-butanol y el 2-metil-2-propanol. ¿Cuál puede ser oxidado a cetona con $\text{CrO}_3/\text{H}_2\text{SO}_4$? ¿Cuál es un alcohol primario? ¿Cuál da prueba positiva y rápida para el test de Lucas? Describa la reacción correspondiente.
- Investigar por qué el test de Lucas permite diferenciar de forma clara los alcoholes secundarios y terciarios de los alcoholes primarios. ¿Qué tipo de intermediario se forma en este tipo de reacción?
- ¿Qué uso común tienen los ésteres? Mencione por lo menos 5 ejemplos claros.

Lectura Complementaria 3:

La educación ambiental como herramienta hacia la sostenibilidad. Resultados de una investigación en instituciones educativas de Campo de la cruz y Barranquilla, Atlántico [9].

Según María Ruiz en la revista Educar en la actualidad hay muy pocos lugares del planeta exentos de contaminación ambiental. En las grandes ciudades, al igual que en los municipios, los asentamientos humanos propician problemas de basura, insalubridad, contaminación del aire, falta de zonas verdes y consecuentemente, escasez de fauna, drenajes en malas condiciones, contaminación del agua, entre otros. Aunque estos problemas de contaminación tienen muchos puntos en común con los problemas rurales, su origen es diferente, ya que en estas zonas el uso de insecticidas, plaguicidas, fertilizantes, zonas de quema, contaminación del agua, y otros, son los que agudizan los problemas de contaminación, los que a la par exigen una pronta y rápida solución, la cual no llegará a menos que se implante un programa urgente de educación ambiental y desarrollo sostenible que tenga objetivos educativos integrales y multidisciplinarios que llegue a toda la población, y que vayan tomados de la mano.

La educación ambiental es una herramienta esencial para el logro de la sostenibilidad. Las comunidades en general reconocen que las tendencias de desarrollo económico y la sobreexplotación de los recursos actuales no son sostenibles, y que la conciencia pública, la

educación y la capacitación son clave para llevar a la sociedad hacia la sostenibilidad.

El cuidado del medio ambiente es una necesidad de la humanidad, para ello es prioritario educar para el desarrollo sostenible partiendo del hogar y siendo fuertemente reforzado en las escuelas y universidades, donde debe ser articulada desde el currículo e impartida de forma transversal. Para educar ambientalmente se tiene la ayuda de la educación ambiental; en este escrito se pretende mostrar cómo ésta puede ser una herramienta muy útil para el desarrollo sostenible de las personas y comunidades de cualquier índole.

Lo primero que se debe tener en cuenta es que más allá de la educación tradicional, es decir, del simple hecho de impartir un conocimiento, la educación ambiental relaciona al hombre con su medio, con su entorno y busca un cambio de actitud, una toma de conciencia sobre la importancia de conservar para el futuro y para mejorar nuestra calidad de vida. Todo eso basado en que los procesos o acciones emprendidas deben realizarse de forma sostenible, donde todos debemos ser protagonistas principales y no mirar la obra detrás del telón.

Desde edades tempranas debe inculcarse al niño las primeras ideas sobre la conservación de la flora, la fauna y los demás componentes del ambiente. El maestro (padre, docente, líder, etc.) debe realizar su trabajo de manera que forme en sus dirigidos, respeto, amor e interés por la conservación de los elementos de la naturaleza. En la escuela y en el hogar debe forjarse esta conciencia conservacionista en el hombre del mañana.

La educación ambiental es factor determinante en el cambio de cultura y actitudes de las comunidades (sociales y educativas) en diferentes contextos y lugares ya que direcciona los programas curriculares en las instituciones educativas, como también modela comportamientos, favoreciendo una relación ética con el entorno.

La educación ambiental debe tomarse como una herramienta de cambio, que incida en la solución de problemas internos, locales y nacionales, si es el caso; para esto debe ser incorporada al currículo en instituciones educativas o programas comunitarios de forma integral e interdisciplinar, donde se promuevan actividades que conlleven a una sostenibilidad y coadyuve a la formación de un eco-ciudadano.

Cuestionario

- a. Según tu punto de vista como investigador, ¿es válido afirmar que la educación ambiental se convierte en una herramienta de cambio para la humanidad?
- b. ¿Qué tan importante son los programas comunitarios que promueven actividades para llegar a la sostenibilidad y a la formación ciudadana?
- c. ¿Desde dónde se debe trabajar la educación ambiental para llegar a tener un ambiente sano y saludable?

Lectura Complementaria 4:

Los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) [10].

Los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), también conocidos como hidrocarburos poliaromáticos, son potentes contaminantes atmosféricos que se componen de anillos aromáticos fusionados y no contienen heteroátomos. Los hidrocarburos poliaromáticos, son grandes enemigos de la ecología. El naftaleno es el ejemplo más sencillo de ellos. Están presentes en el petróleo, el carbón y los depósitos de alquitrán, se producen como subproductos de la combustión de combustibles (ya sea combustibles fósiles o biomasa). Además de ser contaminantes, son motivo de preocupación debido a que algunos compuestos han sido identificados como cancerígenos, mutagénicos y teratogénicos. Estas sustancias, también se encuentran en los alimentos cocinados, ya que varios estudios han demostrado que en la carne cocinada a altas temperaturas como en la parrilla o barbacoa, y en el pescado ahumado, existen altos niveles de hidrocarburos aromáticos policíclicos. También se encuentran en el medio interestelar, en cometas y en meteoritos. Los hidrocarburos poliaromáticos, son lipofílicos, es decir, se mezclan con más facilidad con el aceite que con el agua. Los compuestos más grandes son menos solubles en agua y menos volátiles (es decir, menos propensos a evaporarse). Debido a estas propiedades, los podemos encontrar en el medio ambiente, principalmente en suelos, sedimentos y sustancias oleosas. Sin embargo, son también un componente de interés en la materia de partículas suspendidas en el aire. El petróleo crudo natural y los yacimientos de carbón contienen cantidades significativas de hidrocarburos aromáticos policíclicos, que surgen de la conversión química de las moléculas

de productos naturales, como los esteroides, a los hidrocarburos aromáticos. También se encuentran en los combustibles fósiles que también se forman por la combustión incompleta de combustibles que contienen carbono, tales como madera, carbón, diesel, grasas, el tabaco y el incienso.

En cuanto a la salud humana, la EPA ha clasificado 6 compuestos de hidrocarburos poliaromáticos, como carcinógenos: el benzoantraceno, el benzopireno, el benzo fluoranteno, el benzo fluoranteno-criseno, el dibenzoantraceno y el indeno pireno. La alta exposición prenatal con estas sustancias, está asociado con un menor coeficiente intelectual, el asma infantil, bajo peso al nacer, parto prematuro y malformaciones del corazón.

Cuestionario

- a. ¿Qué análisis les supone a ustedes este texto?
- b. Explique qué quiere decir el autor con la frase “Además de ser contaminantes, son motivo de preocupación debido a que algunos compuestos han sido identificados como cancerígenos, mutagénicos y teratogénicos”.
- c. ¿Por qué razones son peligrosos los hidrocarburos poliaromáticos?
- d. ¿Con qué procesos de la Ciencia tiene relación este artículo científico?
- e. ¿Está de acuerdo o no con lo que se propone en este artículo? Justifique y argumente su respuesta.
- f. Construya un mapa conceptual que describa las ideas más importantes de este texto.

Lectura Complementaria 5:

La naturaleza no agota todas las reacciones [11].

Quién sabe si, con el tiempo suficiente, las reacciones químicas que se producen de forma natural, sin intervención humana, hubieran generado los plásticos. O materiales como los que busca José Ramón Galán-Mascarós, del Instituto Catalán de Investigación Química (ICIQ), con “propiedades físicas únicas para desarrollar nuevas tecnologías: memorias magneto-ópticas; sensores magneto-eléctricos; materiales eléctricos inteligentes...”, explica. Su estrategia es llevar a cabo “una especie de mestizaje químico: combinar diversos tipos de moléculas con diferentes propiedades ópticas, eléctricas o magnéticas en un único compuesto híbrido; este diseño artificial nos permitirá preparar materiales que son imposibles de encontrar en la naturaleza”.

Un material con propiedades magnéticas o eléctricas que cambiaran con la luz, por ejemplo, sería muy interesante para sistemas de almacenamiento de información o futuros ordenadores ópticos. “La naturaleza no ha agotado todas las reacciones químicas posibles, hay mucho margen para crear nuevos materiales”, señala Galán-Mascarós. Su trabajo se basa en conocer muy bien las propiedades de las moléculas de partida. Eso le permite predecir, “con bastantes probabilidades de éxito”, las propiedades del material sólido final, hecho de millones de esas moléculas.

Una de las partes más difíciles del proceso es controlar el ensamblado de esas moléculas. Además, el control de las moléculas “ofrece una oportunidad inigualable de crear materiales a medida”, dice este investigador. El diseño químico permite preparar moléculas con las propiedades deseadas y usarlas para construir nuevos materiales. “Ninguna otra estrategia ofrece tantas posibilidades de innovación química”.

Cuestionario

- a. Construya un mapa conceptual del texto.
- b. ¿Cuáles son las ideas principales que contiene el texto?
- c. ¿Qué quiere decir el autor con la frase “una especie de mestizaje química; combinar diversos tipos de moléculas con diferentes propiedades ópticas, eléctricas o magnéticas en un único compuesto híbrido; este diseño artificial nos permitirá preparar materiales que son imposibles de encontrar en la naturaleza”?
- d. ¿Qué otros procesos de la ciencia tienen relación directa o indirecta con el texto anterior? Explique.
- e. ¿Qué relación encuentras entre el texto y la química?
- f. Construye un mapa mental que explique las ideas principales del texto.

K. Manejo Sostenible de los Residuos Generados [12].

Desde el área de química del Departamento de Ciencias Básicas de la Corporación Universidad de la Costa CUC, se han gestado de forma paralela dos proyectos para optimizar el buen funcionamiento del laboratorio de química; el primero de ellos es la elaboración de los manuales de prácticas de las asignaturas de Química Inorgánica y Orgánica, y el segundo es el proyecto sobre el manejo de los residuos peligrosos que se generan durante las prácticas, por ser éste un aspecto importante en el compromiso social y académico con el desarrollo sostenible.

La legislación colombiana, en el Decreto 1713 de 2013, define residuo como:

Es cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido, semisólido, líquido o gaseoso resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicios, que el generador abandona, rechaza o entrega y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico o de disposición final [12].

En un laboratorio de química es normal generar varios tipos de residuos, la mayoría de los cuales tienen características especiales. Éstos se pueden clasificar según su grado de descomposición en aprovechables (reciclables y reutilizables) y no aprovechables (basura). El laboratorio de la CUC cuenta con una caneca para residuos sólidos comunes y otra para residuos sólidos peligrosos.

Pero no todos los residuos que se generan son sólidos, la mayoría en realidad son soluciones acuosas o son mezclas con solventes orgánicos, los cuales, teniendo en cuenta sus características, se han clasificado como residuos peligrosos o RESPEL.

La legislación ambiental colombiana, en el Art. 3 de la Ley 1252 de 2008, define residuo peligroso como:

Aquel residuo o desecho que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radiactivas, puede causar riesgos, daños o efectos no deseados, directos e indirectos a la salud humana y el ambiente. Así mismo, se considerarán residuos peligrosos los empaques, envases y embalajes que estuvieron en contacto con ellos [12].

Los RESPEL no deben disponerse de forma “convencional” (por el desagüe o en canecas de residuos comunes) porque se constituyen en contaminantes del medio ambiente. Por esta razón, es importante adoptar buenas prácticas de laboratorio que incluyan la correcta disposición y clasificación de los residuos generados durante las mismas. No hay un único método para tratar dichos residuos, no obstante, pueden diseñarse estrategias puntuales, según las necesidades, en las cuales se aplican los principios de la química y el sentido común.

Se propone una estrategia para el manejo “in situ” de algunos de los residuos peligrosos generados al realizar prácticas académicas en el laboratorio de química en el marco de la transformación de la institución hacia una universidad sostenible.

En principio lo que debe hacerse es tratar de minimizar los desechos, lo cual se logra reduciendo la cantidad de reactivos utilizados (economía de reactivos) en los experimentos, sin perder el carácter científico y creativo de la práctica. No todos los desechos son igualmente peligrosos o se tratan de la misma manera, por lo tanto, es importante enseñarle al estudiante a poner los desechos en el sitio previamente determinado por el profesor o el auxiliar a cargo del laboratorio. No es correcto arrojar los residuos por el desagüe a menos que se especifique de esta manera. Es necesario almacenarlos en frascos o recipientes debidamente rotulados y en un lugar dispuesto para ello en el laboratorio hasta que se determine el curso de acción.



Fig. 23. Recipientes para almacenar los RESPEL del laboratorio de química de la CUC.

Al finalizar cada una de las prácticas de este manual se propone que se separen y dispongan los residuos teniendo en cuenta las características de los mismos y las siguientes recomendaciones:

- Ácidos y bases. Se refiere a residuos de ácidos y bases inorgánicas y sus sales. Éstos se deben separar en unos contenedores debidamente rotulados según el pH, ácidos (<7) en un recipiente y básicos (>7) en otro. Se deben cuantificar, neutralizar y diluir antes de ser agregados al desagüe. Como agentes neutralizantes se pueden utilizar el carbonato de calcio, soluciones diluidas de hidróxido de sodio y de ácido clorhídrico, según el caso.
- Metales pesados y agentes oxidantes. Considerando la peligrosidad de éstos y su difícil manipulación, en estas prácticas de laboratorio se limita al mínimo posible el uso de sustancias que los contenga. Los compuestos de cromo (cromato de potasio, dicromato de potasio), manganeso (permanganato de potasio) y plomo (nitrate de plomo) son cancerígenos. La estrategia en este caso consiste en separar los residuos que los contengan en recipientes adecuados y rotularlos para ser entregados a una empresa debidamente certificada en el manejo de los RESPEL.
- Compuestos orgánicos. Teniendo en cuenta que las cantidades de solventes que se utilizan en el laboratorio son pequeñas, se recomienda almacenarlos en recipientes debidamente rotulados hasta disponer de la cantidad suficiente para su recuperación o disposición final. Los solventes orgánicos se deben recuperar por destilación a reflujo en la medida de lo posible.

Los demás productos de reacciones de caracterización serán entregados a una empresa debidamente certificada en el manejo de los RESPEL.

Estas recomendaciones generales serán modificadas o ampliadas según el criterio del docente encargado de la práctica, pero siempre contando con la participación del auxiliar del laboratorio y de los estudiantes como actores importantes en una acción local con efecto global en el proceso de convertir la Universidad de la Costa en una universidad sostenible o en un “Green campus”.

Referencias bibliográficas

- [1] P. Anchultz y M. Schütz, “Determinación de constantes físicas,” 2008. [En línea]. Disponible en: <http://ecaths1.s3.amazonaws.com/quimicaorganica-faz/1432435839.Constantes%20f%C3%ADsicas.pdf>
- [2] C. P. Herrera, “Química verde: ¿una realidad o una novedad”. [Documento inédito]. Fac. Ciencias Ambientales, Univ. de la Costa CUC.
- [3] P. Anastas, “Chemistry Views”, (s.f.). [En línea]. Disponible en: http://www.chemistryviews.org/details/ezone/1443619/Paul_Anastas_Leaving_EPA.html
- [4] J. Warner, “Official Blog IgCW”, (s.f.). [En línea]. Disponible en: <https://igcw.wordpress.com/2009/10/15>
- [5] American Chemistry Society ACS, Examples of Green Chemistry. Chemistry for Life, (s.f.). [En línea]. Disponible en: <http://www.acs.org/content/acs/en/greenchemistry/what-is-green-chemistry/examples.html>
- [6] D. Daniel, “Elaborar etanol a partir de desechos domésticos,” [En línea]. Disponible en: <http://www.amazings.com/ciencia/noticias/140410b.html>
- [7] M. Álvarez, “Taller de Química Orgánica Teórico Práctico,” Colombia: Fondo Educativo Panamericano, 2000.

- [8] R. Q. Brewster y C. A. Vander Werf. "Curso Práctico de Química Orgánica", 2da Ed., España: Alhambra, 1970.
- [9] J. G. Pizarro. "La educación ambiental como herramienta hacia la sostenibilidad," Trabajo de investigación en instituciones educativas de Campo de la Cruz y Barranquilla, Atlántico. [Documento inédito]. 2013.
- [10] J. H. Kroll y J.H Seinfeld. "Boletín no. 94. Bio combustibles hoy", Adaptado de www.sciencedirect.com, Chemistry of secondary organic aerosol: Formation and evolution of low-volatility organics in the atmosphere, agosto 14 de 2013.
- [11] J. A. Saldarriaga Norena, "La naturaleza no agota todas las reacciones". [En línea] <http://sv.tiching.com/link/117632>.
- [12] F. Bernal, C. Herrera y S. Valbuena, "Manual para el manejo de los RESPEL del Laboratorio de Química", Trabajo de investigación, Dpto. Ciencias Básicas y Ciencias Ambientales, Universidad de la Costa, Barranquilla: Educosta, 2015. [En línea] Disponible en: <http://repositorio.cuc.edu.co/xmlui/handle/11323/770>

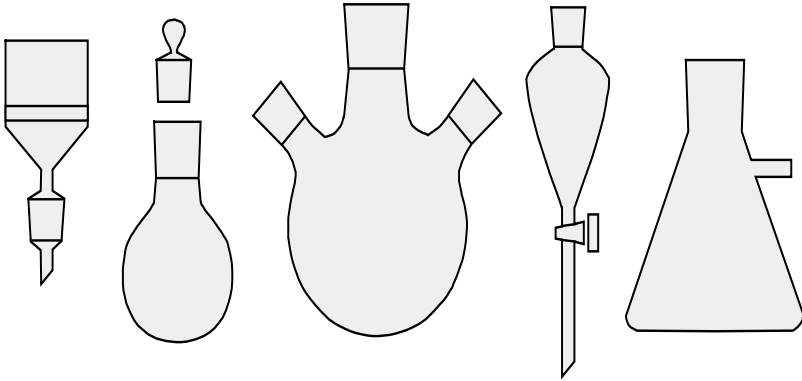
Bibliografía – Textos complementarios

- I. Vogel, Text Book Practical Organic Chemistry, 3a.ed., Londres: Longmans, 1962.P
- Y. Bruice, Química Orgánica, 5ª Edición, México: Ed. Pearson Prentice Hall, 2008.
- J. McMurry, Química Orgánica, 7ª Edición, México: Ed. Cengage Learning, 2008.
- F. A. Carey, Química Orgánica, 6ª Edición, México: Ed. McGraw-Hill, 2006.
- L. G. Wade Jr., Química Orgánica, 7ª Edición, México: Ed. Pearson, 2011.
- R. T. Morrison y R. N. Boyd, Química Orgánica, 5ª Edición, México: Ed. Pearson Educación, 1998.
- M. A. Fox y J. K. Whitesell, Química Orgánica, 2ª Edición, México: Ed. Pearson, 2000.
- Manual de Laboratorio de Química Orgánica Experimental 2, Universidad de Córdoba, Facultad de Ciencias Agrícolas, Ingeniería de alimentos, Montería, 2004. [En línea]. Disponible en: <http://es.slideshare.net/nestor-motolo/guiadelaboratoriodequimicaorganica>

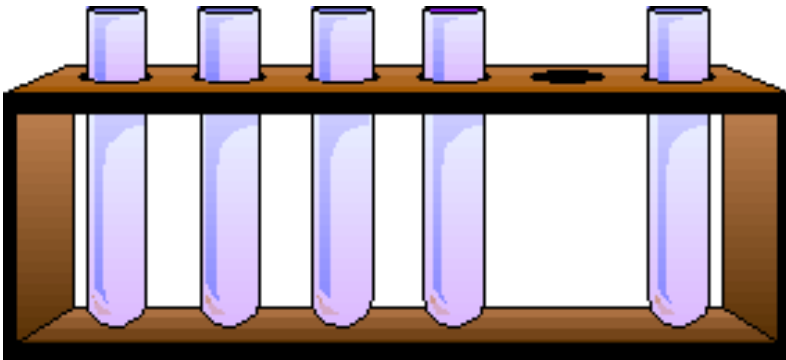
ANEXOS

ANEXO No. 1.

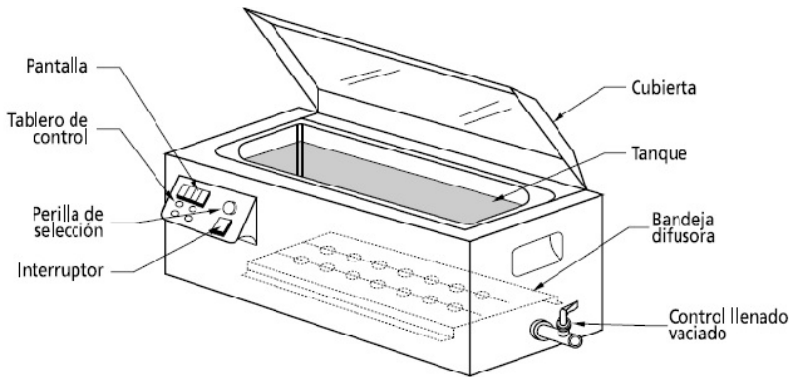
Elementos de uso específico en el laboratorio de química orgánica.



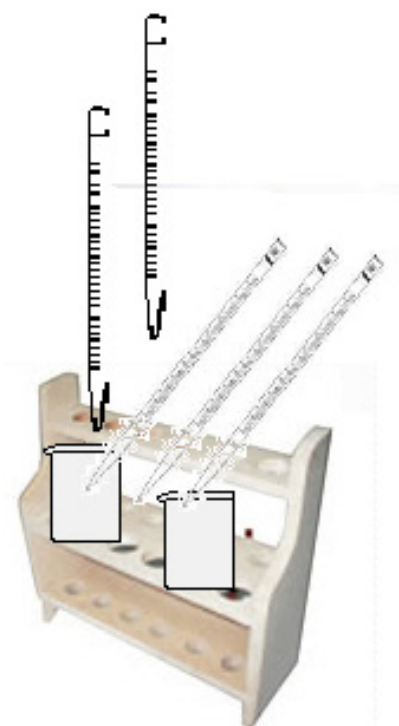
Botellas Winkler - Embudos - Kitasato



Gradilla de madera y tubos de ensayo



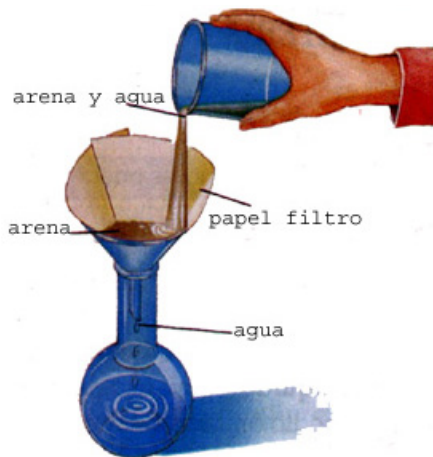
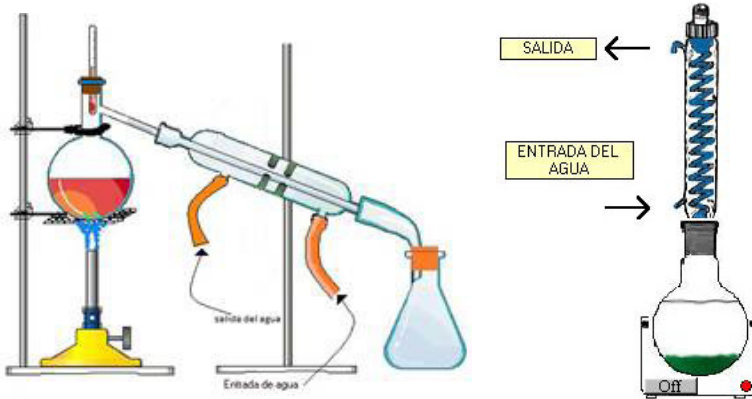
Baño maría o dispositivo para calentamiento indirecto.



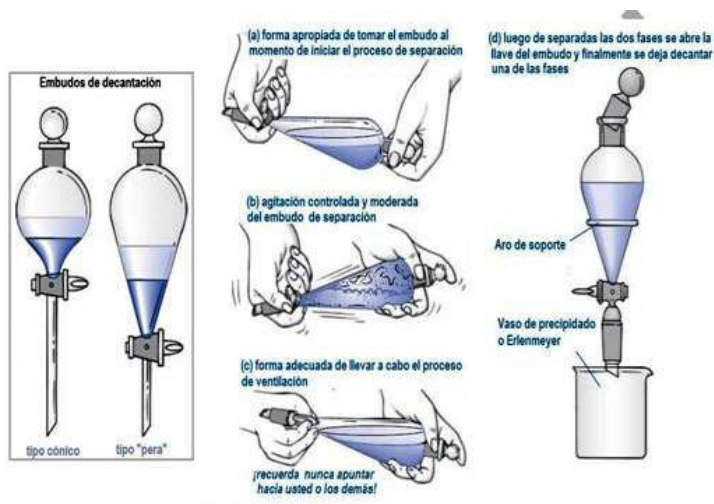
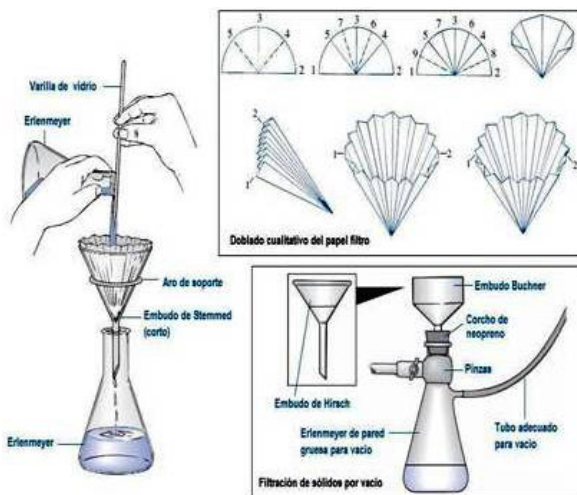
Beaker y pipetas.

ANEXO No. 2.

Montaje para la extracción simple y múltiple: aislamiento y purificación de la cafeína



Tomado de: Imágenes Wikipedia, la enciclopedia libre.

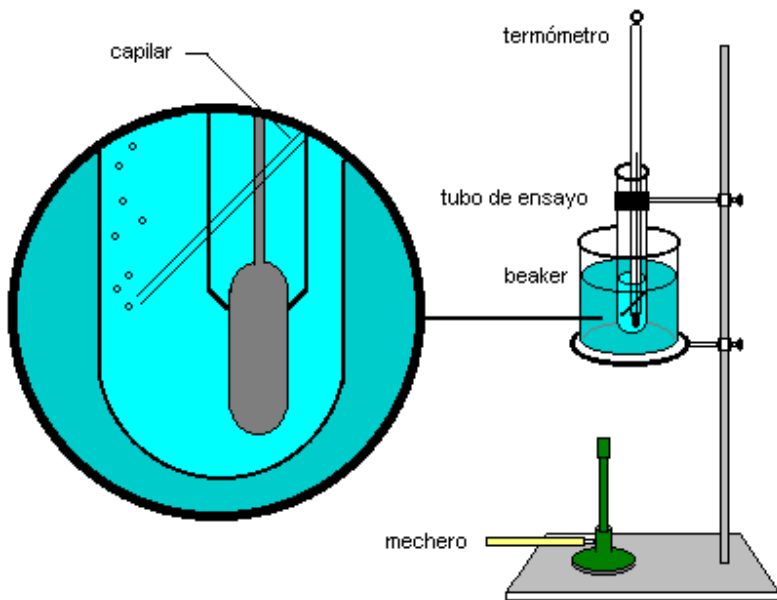


Equipamiento y técnica para extracciones líquido-líquido-

Fuente: Tomado y traducido de J. C. Gilbert y S. F. Martin. Experimental Organic Chemistry: a miniscale and microscale approach. 5th Ed. Boston - USA : Brooks/Cole Cengage Learning Editorial, 2011.

ANEXO No. 3.

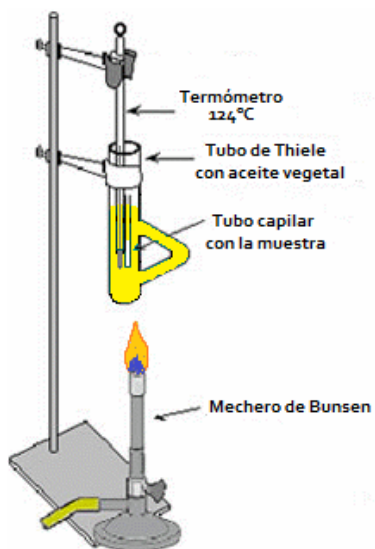
Montaje para la determinación del punto de ebullición de sustancias orgánicas.



Tomado de: Imágenes Wikipedia, la enciclopedia libre.

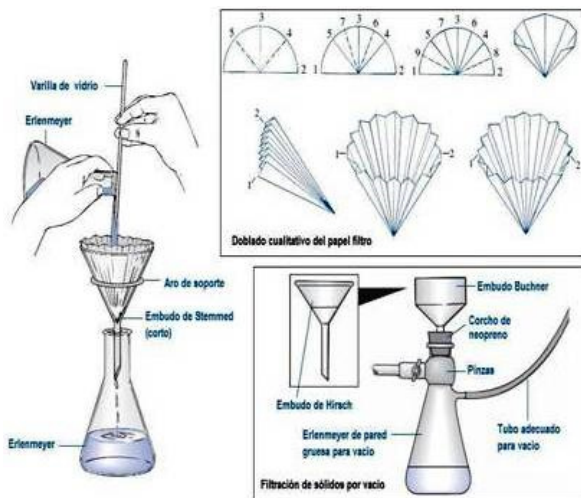
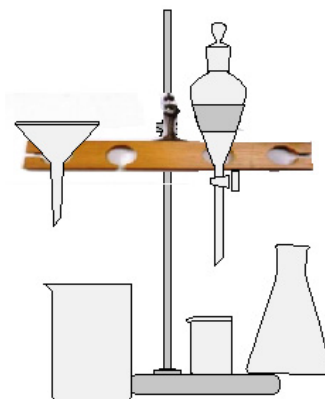
ANEXO No. 4.

Montaje para la determinación del punto de fusión de sustancias.



ANEXO No. 5.

Montaje para la recrystalización de un compuesto orgánico. Fármaco ácido acetilsalicílico.

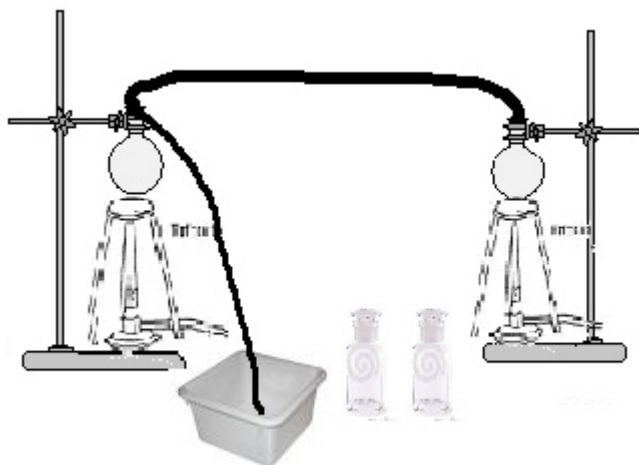


Equipamiento para la recrystalización-filtración y secado a vacío.

Fuente: Tomado y traducido de J. C. Gilbert y S. F. Martin, *Experimental Organic Chemistry: a miniscale and microscale approach*. 5th Ed. Boston: Brooks/Cole Cengage Learning, 2011.

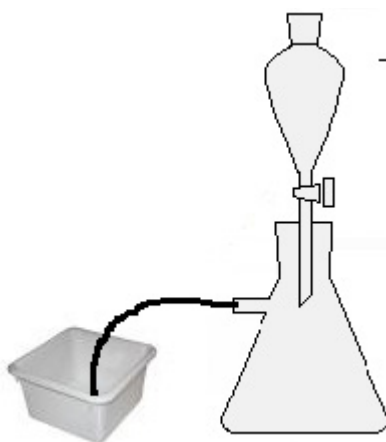
ANEXO No. 6.

Montaje para la síntesis del eteno o etileno.



ANEXO No. 7.

Montaje para la síntesis del etino o acetileno.



FUNDADORES
CORPORACIÓN UNIVERSIDAD DE LA COSTA CUC

EDUARDO CRISSIEN SAMPER
RUBÉN MAURY PERTUZ (q.e.p.d.)
NULVIA BORRERO HERRERA
MARÍA ARDILA DE MAURY
RAMIRO MORENO NORIEGA
RODRIGO NIEBLES DE LA CRUZ (q.e.p.d.)
MIGUEL ANTEQUERA STAND

PERSONAL DIRECTIVO
CORPORACIÓN UNIVERSIDAD DE LA COSTA CUC

TITO JOSÉ
CRISSIÉN BORRERO
Rector

HERNANDO
ANTEQUERA MANOTAS
Vicerrector Financiero

MARIO MAURY ARDILA
Director Departamento
de Posgrados

ALFREDO GÓMEZ VILLANUEVA
Decano Facultad de Arquitectura

FEDERICO
BORNACELLI VARGAS
Secretario General

JAVIER MORENO JUVINAO
Decano Facultad de
Ciencias Económicas

GLORIA CECILIA
MORENO GÓMEZ
Vicerrectora Académica

ALFREDO PEÑA SALOM
Decano Facultad de Derecho

HENRY MAURY ARDILA
Vicerrector de Investigaciones

JOSÉ LOZANO JIMÉNEZ
Decano Facultad de Psicología

JORGE MORENO GÓMEZ
Vicerrector de Extensión

FAIRUZ VIOLET
OSPINO VALDIRIS
Decana Facultad de Ingeniería

JAIME DÍAZ ARENAS
Vicerrector Administrativo

NADIA JUDITH
OLAYA CORONADO
Decana Facultad de
Ciencias Ambientales

ROSMERY TURBAY MIRANDA
Vicerrectora de Bienestar

SANDRA VILLARREAL VILLA
Decana Facultad de Humanidades

DANIEL JESÚS ALCÁZAR FRANCO

Docente investigador, licenciado en Biología y Química, Químico Farmacéutico; Especialista En Computación para la Docencia y en Química Orgánica Avanzada. Magister En Ciencias Química y Doctorando en Ciencias Química. Con experiencia en Investigación formativa. Se caracteriza por su vocación y dedicación a su labor docente.

FABIO ARMANDO FUENTES GANDARA

Biólogo, especialista en Estudios Pedagógicos y Magíster en Ciencias Ambientales, con experiencia por más de seis años en el sector educativo en las asignaturas de Biología, Química y Metodología de la Investigación. Actualmente se desempeña como docente tiempo completo de Química Inorgánica I y II adscrito a la facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad de la Costa. Cinco años de experiencia en análisis ambientales, con énfasis en evaluaciones de las concentraciones de metales pesados en especies ícticas, agua y sedimento. Ha participado en procesos de investigación asociados al grupo de investigación de Aguas, Química Aplicada y Ambiental de la Universidad de Córdoba desde el 2011.

MÁXIMO ALFONSO GALLARDO MERCADO

Ingeniero Químico con estudios de Maestría en Ing Ambiental. Especialista en Docencia Universitaria, profesor Asociado III de la Universidad del Magdalena (Colombia) donde además desempeñó la dirección del Departamento de Química y del Laboratorio de la misma área. Catedrático de la Universidad de la Costa en las aéreas de Química General teórica y práctica.

CLAUDIA PATRICIA HERRERA HERRERA

Ingeniero Químico de la Universidad del Atlántico. Especialista en Estudios Pedagógicos de la Universidad de la Costa. Magister en Gestión y Auditorías Ambientales de la Universidad Internacional Iberoamericana. Docente Tiempo completo de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad de la Costa, CUC, con más de 8 años de experiencia docente en el área de Química, impartiendo las asignaturas de Química Inorgánica, Química Orgánica, sus respectivos laboratorios, Bioquímica y Química Analítica. Con experiencia en Investigación formativa. Miembro del grupo de investigación GESSA. Líder del semillero Química Verde, que apunta hacia procesos más limpios, productos amigables con el medio ambiente y fomentar una conciencia en la comunidad educativa, que apunte al desarrollo sostenible.

ISABEL LINARES DE MORENO

Ingeniero Químico - Universidad del atlántico; Magister en Ingeniería Química. Experiencia en el campo de la docencia en áreas como: Química y laboratorio de química, calidad y tratamiento del agua potable, materiales de ingeniería e impacto ambiental. Cargos administrativos en coordinación académica con convenios institucionales. Amplios conocimientos en ingeniería química, ingeniería sanitaria y ambiental y estudios pedagógicos. Dinámica, perseverante, proactiva, con disposición para el aprendizaje, habilidades para el trabajo en equipo, buenas relaciones interpersonales, actitud Investigativa y comprometida con la excelencia.

SANDRA MARGARITA VILLARREAL VILLA

Doctorante en Ciencias De La Educación en la Universidad del Norte, Magister en educación de la Universidad del Norte. Especialista en Docencia Universitaria. Especialista en Informática y telemática, Licenciada en Ciencia de la Educación Especialidad Biología y Química, Docente en educación Secundaria y Media Académica, Educación superior pregrado y posgrado. Profesional interdisciplinaria con capacidad investigativa en el campo de la educación.

ALEJANDRA MARÍA ZAMBRANO ARÉVALO

Licenciada en Biología y Química, especialista en Química Orgánica y Magíster en Ciencias Química. Actualmente se desempeña como docente Tiempo completo adscrita a la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la Costa, CUC. Enseña las asignaturas de Química General, Química Inorgánica y sus Laboratorios. Con experiencia en formación e investigación por más de 5 años. Línea de investigación en caracterización de materiales.