



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE QUÍMICA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA ORGÁNICA

COMPENDIO DE PRÁCTICAS
LABORATORIO DE QUÍMICA ORGÁNICA III
CLAVE 1521 2027-1

Elaborado y revisado por Profesores del Departamento de QUÍMICA ORGÁNICA:

Gema Susana Cano Díaz.	Fernando León Cedeño
Blas Flores Pérez	Martha Menes Arzate
Héctor García Ortega	Margarita Romero Ávila
Irma Gavilán García	Guillermo Salazar Vela
Cristina del Carmen Jiménez Curiel	Marcos Soto Hernández
Cecilio Álvarez Toledano	Yolanda Caballero Arroyo
Mario Alfredo García Carrillo	Elizabeth Gómez Pérez
Juan Gómez Dueñas	Yolanda González Quezada
María de los Ángeles Olvera León	Ana Adela Sánchez Mendoza
José Oscar Humberto Pérez Díaz	Marcos Soto Hernández
Katia Solorzano Maldonado	Balú Adrián Cruz Domínguez

PROGRAMA EXPERIMENTAL DE QUÍMICA ORGÁNICA III (1521) QFB
SEMESTRE 2027-1

SEMANA	ACTIVIDAD.	
17.08.2026	INICIO DE SEMESTRE.	
17.08.2026 al 21.08.2026	Sesión 1.	Medidas de seguridad. Reglamentos de laboratorio. Criterios de evaluación. Indicaciones generales.
24.08.2026 al 28.08.2026	Sesión 2.	Taller: RMN ¹³ C y revisión del grupo carbonilo.
31.08.2026 al 04.09.2026	Sesión 3.	PRÁCTICA No. 0. Aminación reductiva.
07.09.2026 al 11.09.2026	Sesión 4.	PRÁCTICA No. 1. Síntesis de pirroles.
14.09.2026 al 18.09.2026 Días feriados martes 15 y miércoles 16 de sep.	Sesión 5.	Seminario de RMN.
21.09.2026 al 25.09.2026	Sesión 6.	PRÁCTICA No. 2. Síntesis de indoles. Obtención de 1,2,3,4-tetrahidrocarbazol.
28.09.2026 al 02.10.2026	Sesión 7.	PRÁCTICA No. 3. Síntesis de 2,3-difenilquinoxalina. Preparación de la mezcla de reacción para la síntesis de piridinas. Obtención de la 3,5-dietoxycarbonil-2,6-dimetil-1,4-dihidropiridina.
05.10.2026 al 09.10.2026	Sesión 8.	PRÁCTICA No. 4. Oxidación de la 3,5-dietoxycarbonil-2,6-dimetil-1,4-dihidropiridina.
12.10.2026 al 16.10.2026 Día feriado lunes 12 de oct. (Para trabajadores)	Sesión 9.	PRÁCTICA No. 5. Síntesis de furanos. Obtención de furfural.
19.10.2026 al 23.10.2026	Sesión 10.	PRÁCTICA No. 6. Aminoácidos y péptidos.
26.10.2026 al 30.10.2026	Sesión 11.	Seminario de RMN.
02.11.2026 al 06.11.2026 Día feriado lunes 02 de noviembre.	Sesión 12.	PRÁCTICA No. 7. Identificación de carbohidratos, proteínas y lípidos en leche.
09.11.2026 al 13.11.2026	Sesión 13.	Examen experimental final.
16.11.2026 al 20.11.2026 Día feriado lunes 16 de noviembre.	Sesión 14.	Examen experimental final.
23.11.2026 y 24.11.2026	Sesión 15.	Entrega de calificaciones.
27.11.2026	FIN DE CURSO	

Inicio del ciclo escolar: lunes 10 de agosto 2026.

Fin del curso escolar: viernes 27 de noviembre 2026.

Días inhábiles: martes 15 de septiembre, miércoles 16 de septiembre, lunes 12 de octubre (feriado para trabajadores), lunes 02 de noviembre, lunes 16 de noviembre.

Código de Ética e Integridad Académica para el Trabajo Experimental

Asignatura 1521 – Química Orgánica III (QFB)

Departamento de Química Orgánica

Facultad de Química, UNAM

La formación de las y los estudiantes de la Facultad de Química implica no solamente el desarrollo de conocimientos científicos y habilidades experimentales, sino también el fortalecimiento de valores éticos que orienten su desempeño académico y profesional. En este contexto, todas las actividades realizadas en el laboratorio deben desarrollarse conforme a los principios establecidos en el **Código de Ética de la Universidad Nacional Autónoma de México**, así como a la normatividad institucional vigente de la Facultad de Química en materia de seguridad, integridad académica y responsabilidad universitaria.

La ética en el laboratorio comprende el compromiso de actuar con **honestidad, responsabilidad, respeto, integridad, imparcialidad y profesionalismo**, garantizando que cada resultado experimental sea producto del trabajo propio, realizado con rigor científico y apego al método experimental.

Principios de conducta ética en el laboratorio

Las y los estudiantes deberán:

1. **Actuar con honestidad académica**, registrando de manera íntegra y veraz todas las observaciones, cálculos y resultados experimentales, sin alterar, fabricar, manipular u omitir información.
2. **Respetar la propiedad intelectual**, citando correctamente las fuentes de información utilizadas en reportes, protocolos, presentaciones y cualquier otro producto académico, evitando toda forma de plagio o uso indebido del trabajo de otras personas.
3. **Cumplir estrictamente con las normas de seguridad e higiene** establecidas por la Facultad de Química, utilizando en todo momento el equipo de protección personal requerido y atendiendo las instrucciones del personal académico y técnico.
4. **Utilizar responsablemente los reactivos, materiales, equipos e instalaciones**, evitando desperdicios, daños intencionales o cualquier uso distinto al autorizado.
5. **Gestionar adecuadamente los residuos químicos**, siguiendo los procedimientos institucionales para su segregación y disposición, contribuyendo a la protección del ambiente y de la comunidad universitaria.
6. **Mantener una actitud de respeto y colaboración** hacia profesores, laboratoristas, técnicos académicos, compañeros y demás integrantes de la comunidad universitaria, favoreciendo un ambiente incluyente, seguro y libre de cualquier forma de discriminación, violencia o acoso.
7. **Asumir la responsabilidad individual de sus acciones** dentro del laboratorio, notificando inmediatamente cualquier accidente, incidente, condición insegura o anomalía que pueda representar un riesgo para las personas o las instalaciones.
8. **Respetar el patrimonio universitario**, haciendo un uso adecuado de los recursos materiales, equipos científicos e infraestructura de la Facultad, contribuyendo a su conservación para beneficio de toda la comunidad.

9. **Desarrollar el trabajo experimental con rigor científico**, observando los principios de objetividad, reproducibilidad, trazabilidad y transparencia en la obtención e interpretación de los resultados.
10. **Cumplir con la legislación universitaria y la normatividad institucional**, reconociendo que el desconocimiento de las disposiciones aplicables no exime de su cumplimiento.

Compromiso del estudiante

El ingreso al laboratorio implica la aceptación de este Código de Ética y el compromiso de conducirse con responsabilidad durante todas las actividades experimentales, contribuyendo a preservar un ambiente de aprendizaje seguro, respetuoso y de excelencia académica.

El incumplimiento de estos principios podrá dar lugar a la aplicación de las medidas académicas y administrativas previstas en la Legislación Universitaria, en el Reglamento Interno de la Facultad de Química y en las disposiciones específicas de la asignatura.

Fundamentación normativa

El presente Código se sustenta en:

- Código de Ética de la Universidad Nacional Autónoma de México.
- Legislación Universitaria de la UNAM.
- Estatuto General de la UNAM.
- Reglamento General de Estudios Universitarios.
- Reglamento General de Inscripciones (en lo aplicable).
- Reglamento Interno de Higiene y Seguridad de la Facultad de Química.
- Manuales y Lineamientos de Seguridad para Laboratorios de la Facultad de Química.
- Normativa institucional vigente del Departamento de Química Orgánica.

Referencias

Universidad Nacional Autónoma de México. (2015). *Código de Ética de la Universidad Nacional Autónoma de México*.

Universidad Nacional Autónoma de México. *Legislación Universitaria*.
<https://www.abogadogeneral.unam.mx>

Facultad de Química, UNAM. *Reglamento Interno de Higiene y Seguridad*.

Facultad de Química, UNAM. *Lineamientos y Manuales de Seguridad para Laboratorios*.

PRÁCTICA No. 0. AMINACIÓN REDUCTIVA.

➤ OBJETIVOS

- Sintetizar una amina por medio de la reacción de aminación reductiva.
- Conocer y aplicar algunas de las técnicas de la química verde.

➤ PROBLEMA

En el inicio de este en el laboratorio se retomarán conceptos adquiridos durante las clases de Química Orgánica I y Química Orgánica II, particularmente los relacionados con la reactividad de las aminas frente a compuestos carbonílicos y la formación de enlaces carbono–nitrógeno (C–N).

¿Por qué es importante la reacción de los derivados nitrogenados con los compuestos carbonílicos para la formación de nuevos enlaces carbono–nitrógeno?

➤ REACTIVOS

Benzaldehído	Borohidruro de sodio
<i>m</i> -nitroanilina	Etanol
Hexano	Acetato de etilo

➤ EQUIPOS

Balanza analítica	Aparato Fisher-Johns
Lámpara UV-vis	Parrilla de calentamiento con agitación magnética.

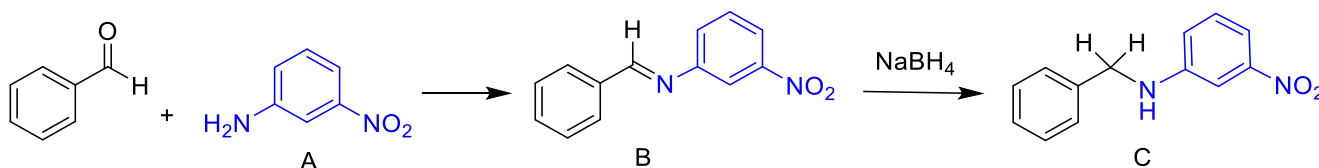
➤ MATERIAL POR EQUIPO O POR PERSONA

Agitador de vidrio	1	Cromatoplaaca de sílica-gel	1
Recipiente eléctrico para baño María	1	Vaso de precipitados de 100 mL	1
Recipiente de peltre	1	Matraz Kitasato de 125 mL con manguera	1
Embudo Büchner con alargadera	1	Tubo capilar	2
Bolsa de plástico con etiqueta	1	Vidrio de reloj	1
Cámara de elución	1	Probeta de 10 mL	1
Pipeta de 5 mL	1	Viales	3
Embudo de filtración rápida	1	Pinzas para cromatografía	1
Pinzas de tres dedos	2		

➤ DESARROLLO EXPERIMENTAL

El borohidruro de sodio reacciona violentamente con el agua, manéjalo con cuidado.

Reacción.



	Benzaldehído	<i>m</i> -Nitroanilina	NaBH ₄	<i>N</i> -(3-nitrofenil)bencilamina
Masa molar (g/mol)				
Densidad (g/mL)				
Punto de fusión (°C)				
Masa (g)				
Volumen (mL)				
Cantidad de sustancia (mol)				

Coloque **0.0916 g de *m*-nitroanilina (0.0006 mol)** en un vaso de precipitados. Adicione **0.126 mL de benzaldehído (0.1990 g, 0.0018 mol)** y agite la mezcla durante **10 minutos**. Durante este tiempo se formará una imina, la cual precipitará como un sólido amarillo.

Coloque el vaso de precipitados en un baño de hielo para favorecer la precipitación completa de la imina (intermediario crudo). Si lo desea, reserve una pequeña cantidad del sólido para su posterior análisis por cromatografía en capa fina (CCF) como muestra del intermediario de reacción.

Adicione al intermediario obtenido **1.3 mL de etanol** y, posteriormente, **0.0666 g de borohidruro de sodio (NaBH₄, 0.0017 mol)** en pequeñas porciones, ya que la reacción es exotérmica. Durante la adición se observará un cambio gradual del color amarillo al naranja, indicando la formación de la amina correspondiente.

Continúe agitando la mezcla de reacción durante **5 minutos**. Posteriormente, vierta la mezcla sobre **2 mL de una mezcla de hielo-agua** contenida en un vaso de precipitados o en un matraz. Finalmente, filtre el sólido al vacío y, si lo desea, purifique el producto mediante recristalización empleando etanol.

Realice una cromatografía en capa fina (CCF) empleando como fase móvil una mezcla **hexano de etilo (8:2, v/v)**. Analice las muestras correspondientes a la **imina (intermediario crudo)** y a la **amina obtenida como producto final**.

Punto de fusión de la imina: **66-68°C**

Punto de fusión de la ***N*-(3-nitrofenil)bencilamina: 102-104°C**, sólido amarillo cristalino, aproximadamente 100 mg se disuelven en 10 mL de etanol caliente.

Punto de fusión de la 3-nitroanilina: **111-114°C**.

	Punto de fusión (°C)	R _F
A	113-114	0.2
B	66-68	0.5
C	102-104	0.4

Práctica propuesta por el Dr. Fernando León Cedeño.

➤ REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Touchette, K. M.; Reductive Amination: A Remarkable Experiment, for the Organic Laboratory, **Journal of Chemical Education**, **2006**, 83, [6], 929-930.
2. Merle, W. C.; Ciszewski, J. T.; Bhatti, M. M.; Swanson, W. F.; Wilson, A. M.; A Simple Secondary Amine Synthesis: Reductive Amination Using Sodium Triacetoxyborohydride, **Journal of Chemical Education**, **2000**, 77, [2], 270-271.
3. León-Cedeño, F.; Experiencias en la Implementación de las Técnicas de Química Verde (o Química Sustentable), **Anuario Latinoamericano de Educación Química**, **XXIV**, **2008-2009**, 133-143.
4. Menche, D.; Arikan, F.; Li, J.; and Rudolph, Directed Reductive Amination of β -Hydroxy-ketones: Convergent Assembly of the Ritonavir/Lopinavir Core, **Organic Letters**, **2007**, 9, 267-270.
5. Abdel-Magid, F.; Carson, K. G.; Harris, B. D.; Maryanoff, C. A.; and Shah, R. D.; Reductive Amination of Aldehydes and Ketones with Sodium Triacetoxyborohydride. Studies on Direct and Indirect Reductive Amination Procedures, **Journal of Organic Chemistry**, **1996**, 61, 3849-3862.
6. Cho, T.; and Kang, S. K.; Direct and Indirect Reductive Amination of Aldehydes and Ketones with Solid Acid-Activated Sodium Borohydride under Solvent-Free Conditions, **Tetrahedron**, **2005**, 61, 5725- 5734.

➤ ANEXO

I.- Conocimientos previos

1. Reacción de los compuestos carbonílicos con derivados de nitrógeno.
2. Mecanismo de formación de iminas.
3. Mecanismo de aminación reductiva.

II.- Cuestionario

- a) Elabore un diagrama de flujo del procedimiento que le permitirá realizar la aminación reductiva en el laboratorio. Indicando los desechos generados y el tratamiento de mismo.
- b) ¿Qué es la Química Sustentable?
- c) ¿Cuáles son los doce principios de la Química Sustentable?
- d) ¿Cuál es la función del borohidruro de sodio en la reacción?
- e) ¿Cuáles son los papeles del etanol durante la práctica?
- f) ¿Cómo se lleva a cabo una cromatografía en capa fina?

III.- Preparación de reactivos*

NA

IV.- Disposición de residuos

D1: Etanol, agua, ácido clorhídrico, boro hidruro de sodio, sales de boro. Filtrar, mandar los sólidos a incineración, neutralizar el filtrado, recuperar el disolvente orgánico por destilación y mandar el residuo a incineración.

D2: Trazas de producto, solución hidroalcohólica. Filtrar, mandar los sólidos a incineración. Destilar el filtrado para recuperar el etanol.

D3: Capilares.

D4: Cromatoplas. Enviar a incineración.

D5: Hexano/Acetato de etilo 8:2.

D6: Papel filtro algodón. Enviar a incineración.



PRÁCTICA 1. SÍNTESIS DE PIRROLES.

➤ OBJETIVOS

- Ilustrar la reacción de Paal-Knorr.
- Obtener el 1-naftil-2,5-dimetilpirrol a través de una reacción de condensación entre un compuesto 1,4-dicarbonílico y la 1-naftilamina.
- Revisar el interés farmacológico de los derivados de pirrol.

➤ PROBLEMA

¿Cómo pueden sintetizarse pirroles trisustituídos mediante la síntesis de Paal-Knorr? ¿Qué papel desempeñan los compuestos 1,4-dicarbonílicos y las fuentes de nitrógeno en esta reacción? ¿Qué condiciones experimentales favorecen la formación del anillo de pirrol? ¿Cómo puede explicarse el mecanismo de reacción? ¿Por qué los pirroles son compuestos de interés en el área Químico Farmacéutico Biológica?

➤ REACTIVOS

Acetonilacetona (2,5-hexanodiona) (QP)	Ácido clorhídrico (38%) (RA)
1-naftilamina (QP)	Etanol (disolvente) (QP)

➤ EQUIPO

Balanza analítica	Aparato Fisher-Johns para determinación de punto de fusión
Parrilla eléctrica con agitación magnética	Bomba de agua sumergible.

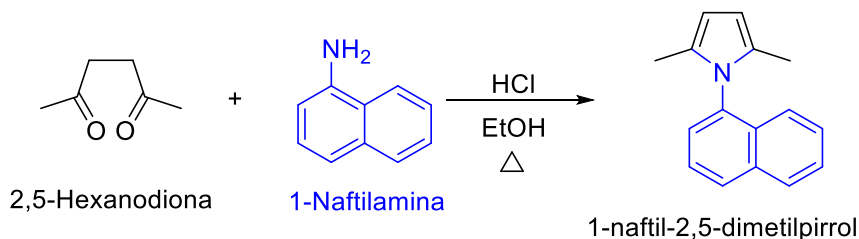
➤ MATERIAL

Agitador de vidrio	1	Pinzas de tres dedos con nuez	1
Barra para agitación magnética	1	Bomba de agua	1
Embudo Büchner con alargadera	1	Probeta de 25 mL	1
Embudo de filtración rápida	1	Recipiente de peltre	1
Espátula	1	Refrigerante para agua con mangueras	1
Matraz bola de fondo plano de 25 mL	1	Vasos de precipitados de 100 mL	2
Matraz Erlenmeyer de 50 mL	1	Vidrio de reloj	1
Matraz Kitasato de 125 mL con manguera	1		

➤ DESARROLLO EXPERIMENTAL

El ácido clorhídrico concentrado es corrosivo, manéjalo con cuidado.

Reacción.



	2,5-hexanodiona	1-Naftilamina	1-naftil-2,5-dimetilpirrol
Masa molar (g/mol)			
Densidad (g/mL)			
Punto de fusión (°C)			
Masa (g)			
Volumen (mL)			
Cantidad de sustancia (mol)			

Procedimiento:

En un matraz Quickfit coloque **0.143 g de 1-naftilamina (0.0010 mol)**, **0.12 mL de 2,5-hexanodiona (0.1141 g, 0.0010 mol)**, **1 gota de ácido clorhídrico concentrado** y **2 mL de etanol**. Caliente la mezcla a reflujo durante **25 minutos**.

Al finalizar la reacción, deje enfriar la mezcla a temperatura ambiente y posteriormente, coloque el recipiente en un baño de hielo para favorecer la precipitación del producto.

Filtre el sólido al vacío y purifíquelo mediante recristalización simple utilizando etanol. Finalmente, deje secar el producto al vacío y determine su punto de fusión. El intervalo de fusión reportado en la literatura es de **118–120 °C**.

➤ REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Kaur, R., Rani, V., & Abbot, V. (2017). Recent synthetic and medicinal perspectives of pyrroles: An overview. *J Pharm Chem Chem Sci*. 2017; 1 (1): 17 - 32. *J Pharm Chem Chem Sci 2017 Volume 1 Issue, 1*.
2. Zarganes-Tzitzikas, T., Neochoritis, C. G., & Dömling, A. (2019). Atorvastatin (Lipitor) by MCR. *ACS medicinal chemistry letters*, 10(3), 389 - 392.
3. Balakrishna, A., Aguiar, A., Sobral, P. J., Wani, M. Y., Almeida e Silva, J., & Sobral, A. J. (2019). Paal–Knorr synthesis of pyrroles: from conventional to green synthesis. *Catalysis Reviews*, 61(1), 84 - 110.
4. Heravi, M. M., & Zadsirjan, V. (2020). Prescribed drugs containing nitrogen heterocycles: an overview. *RSC Advances*, 10(72), 44247-44311.
5. Hwang, S. Y., Kim, J. J., Park, E. J., & Hwang, T. S. (2020). Synthesis of Polyketone Anion Ion Exchange Fibers by Paal-Knorr Reaction and Its Physico-Chemical Properties. *Macromolecular Research*, 1 - 7.
6. Rezanejade Bardajee, G., Ghaedi, A., Hazrati, H., & Jafarpour, F. (2020). An efficient synthesis of highly substituted functionalized pyrroles via a four-component coupling reaction catalyzed by Fe (III)-Schiff base/SBA-15. *Inorganic and Nano-Metal Chemistry*, 50(12), 1213 - 1220.
7. Gui, Q. W., He, X., Wang, W., Zhou, H., Dong, Y., Wang, N., ... & He, W. M. (2020). The clean preparation of multisubstituted pyrroles under metal-and solvent-free conditions. *Green Chemistry*, 22(1), 118 - 122.
8. Li, J. J. (2021). Paal–Knorr Pyrrole Synthesis. In *Name Reactions* (pp. 418-420). Springer, Cham.
9. Schirmacher, R. H., Rösch, D., & Thomas, F. (2021). Hexafluoroisopropanol as solvent and promotor in the Paal-Knorr synthesis of *N*-substituted diaryl pyrroles. *Tetrahedron*, 131985

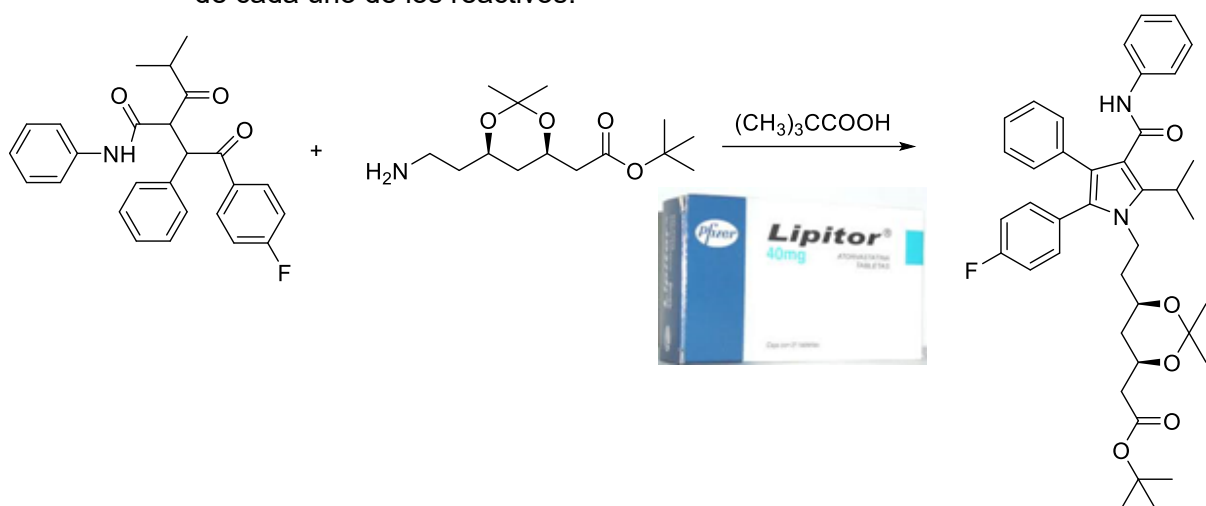
ANEXO

I.- Conocimientos previos

1. Mecanismo de reacción más probable para la obtención de pirroles empleando la síntesis de Paal-Knorr.
2. Métodos de obtención de compuestos 1,4-dicarbonílicos.
3. 3 métodos alternos de obtención de pirroles.
4. Importancia en el área química farmacéutica de los derivados del pirrol.

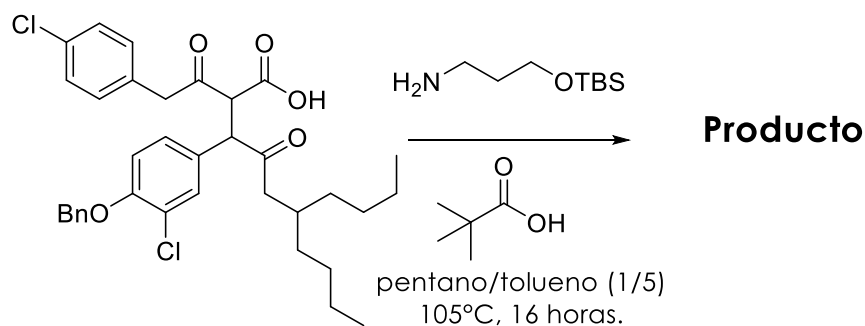
II.- Cuestionario

- a) La atorvastatina (Lipitor) es un inhibidor selectivo y competitivo de la HMG-CoA reductasa, que es la enzima limitante responsable de la conversión del 3-hidroxi-3-metil-glutaril-coenzima A a mevalonato, un precursor de los esteroides, incluyendo el colesterol, se usa para tratar el colesterol alto, y para reducir el riesgo de accidente cerebrovascular y ataque cardíaco, u otras complicaciones del corazón en personas con diabetes tipo 2, enfermedad coronaria u otros factores de riesgo. Escriba el mecanismo de la siguiente reacción que permite su síntesis en kilogramos e indique cuál sería la función de cada uno de los reactivos.



Novozhilov, Y.V., Dorogov, M.V., Blumina, M.V. et al. An improved kilogram-scale preparation of atorvastatin calcium. Chemistry Central Journal 9, 7 (2015). <https://doi.org/10.1186/s13065-015-0082-7>

1. Escriba el mecanismo y el producto de la siguiente reacción e indique cuál fue la función de cada uno de los reactivos.



2. Escriba la estructura de 3 pirroles que presenten actividad farmacológica.

3. Consulte el artículo Afsina, C. M. A., Rohit, K. R., & Anilkumar, G. (2022). A Green Protocol for the Synthesis of N-Aryl Pyrroles: A Modified Clauson-Kaas Approach Using Zinc Catalyst. *Results in Chemistry*, 100350. Donde se llevó a cabo el estudio de la síntesis de Clauson-Kaas mediante irradiación con microondas y empleando $\text{Zn}(\text{OTf})_2$ como catalizador y explique cómo favorecen estas condiciones la formación de los pirroles monosustituídos.
4. Explique la diferencia entre la síntesis de Paal-Knorr y la síntesis de Clauson-Kaas e indique qué tipo de pirroles sustituidos permite obtener cada una.
5. La síntesis de Paal-Knorr permite obtener pirroles, tiofenos y furanos. Consulte el artículo Abbat, S., Dhaked, D., Arfeen, M., & Bharatam, P. V. (2015). Mechanism of the Paal-Knorr reaction: the importance of water mediated hemialcohol pathway. *RSC advances*, 5(107), 88353-88366. Y explique con sus palabras cómo llevaron a cabo el estudio de la influencia del agua en el mecanismo de reacción.

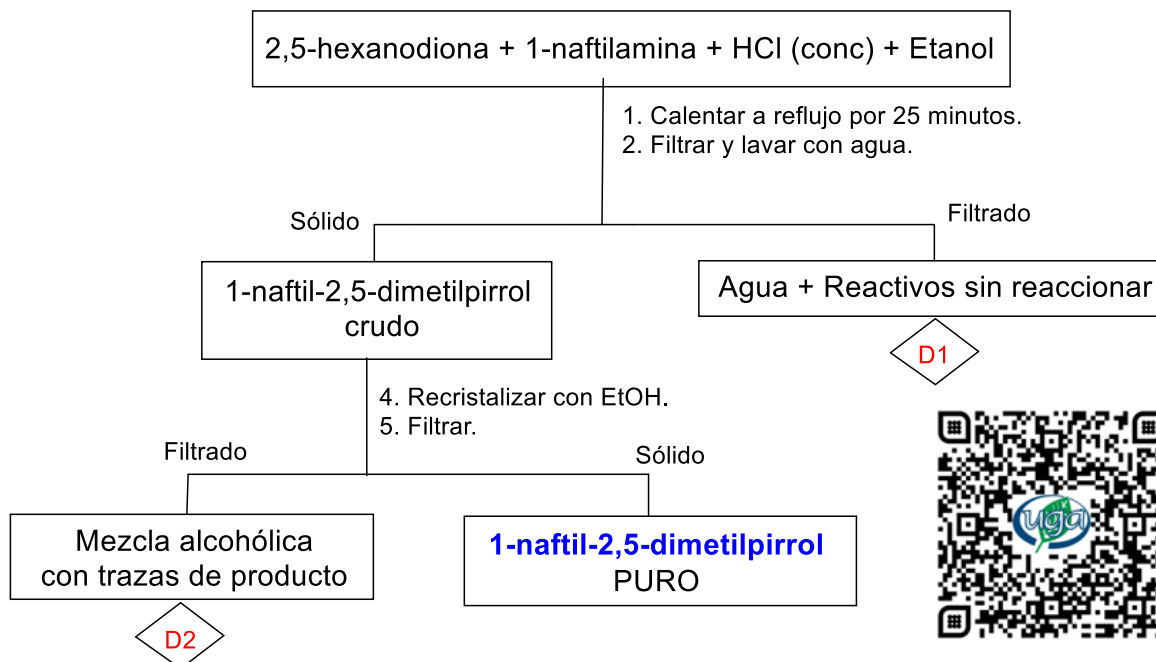
III.- Preparación de reactivos*

NA

IV.- Disposición de residuos.



Obtención de 1-naftil-2,5-dimetilpirrol.



D1: Determinar pH, decolorar, neutralizar de ser necesario. Observar si hay formación de precipitado, de ser así, separarlo por filtración y enviarlo a incineración, el filtrado desecharlo al drenaje.

D2: Guardar el etanol para destilarlo al final del semestre, solo si la cantidad de etanol es considerable.

D3: Papel filtro, algodón. Enviar a incineración.

PRÁCTICA 2. SÍNTESIS DE INDOLES. OBTENCIÓN DEL 1,2,3,4-TETRAHIDROCARBAZOL.

➤ OBJETIVOS

- Ilustrar la síntesis de indoles de Fischer.
- Preparar el 1,2,3,4-tetrahidrocarbazol, a partir de la fenilhidrazona de la ciclohexanona en presencia de un catalizador ácido.
- Revisar la importancia farmacológica de los derivados del indol.

➤ PROBLEMA

¿Cómo se sintetizan los indoles mediante la síntesis de Fischer? ¿Cuáles son las condiciones que favorecen esta reacción? ¿Qué ácidos pueden emplearse para llevar a cabo la síntesis? ¿Qué características estructurales de los sustratos favorecen la formación de regioisómeros?

➤ REACTIVOS

Fenilhidrazina (QP)	Etanol (QP)
Ciclohexanona (QP)	Ácido acético glacial (RA)

➤ EQUIPO

Parrilla eléctrica con agitación magnética	Bomba de agua sumergible.
--	---------------------------

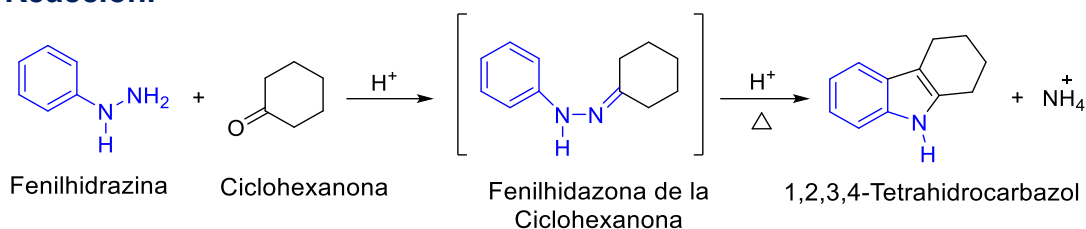
➤ MATERIAL POR EQUIPO O POR PERSONA.

Agitador de vidrio	1	Pinzas de tres dedos con nuez	2
Barra para agitación magnética	1	Probeta de 25 mL	1
Embudo Büchner con alargadera	1	Recipiente de peltre	1
Embudo de filtración rápida	1	Recipiente eléctrico para baño María	1
Espátula	1	Refrigerante para agua con mangueras	1
Matraz bola de fondo plano de 25 mL	1	Vaso de precipitados de 100 mL	1
Matraz Erlenmeyer 125 mL	1	Vaso de precipitados de 250 mL	1
Matraz Erlenmeyer de 50 mL	1	Vidrio de reloj	1
Matraz Kitasato 125 mL con manguera	1		

DESARROLLO EXPERIMENTAL

Fenilhidrazina: Posible sensibilización en contacto con la piel. HCl conc: Es corrosivos, manéjalos con cuidado. En caso de contacto con la piel lavar con abundante agua. En caso de ingestión no provocar el vómito.

Reacción.



	Fenilhidrazina	Ciclohexanona	1,2,3,4-Tetrahydrocarbazol
Masa molar (g/mol)			
Densidad (g/mL)			
Punto de fusión (°C)			
Masa (g)			
Volumen (mL)			
Cantidad de sustancia (mol)			

Procedimiento.

En un matraz Quickfit de fondo plano de **50 mL** coloque **0.135 mL de ciclohexanona (0.125 g, 0.00125 mol)**, **0.9 mL de ácido acético glacial** y **0.12 mL de fenilhidrazina (0.1317 g, 0.0012 mol)** (Nota 1). Adicione una barra de agitación magnética, adapte un refrigerante de agua en posición de reflujo y caliente la mezcla de reacción a reflujo durante 30 minutos.

Al finalizar la reacción, deje enfriar la mezcla a temperatura ambiente. En el mismo matraz, lave el sólido con dos porciones de **1.5 mL de agua destilada fría**. Filtre el sólido al vacío y purifíquelo mediante recristalización por par de disolventes **etanol-agua (Nota 2)**.

Finalmente, deje secar el producto y determine su punto de fusión y rendimiento. El compuesto se reporta en la literatura como un sólido blanco con un intervalo de fusión de 119–120 °C.

Notas:

1. La fenilhidrazina es tóxica y puede causar severas quemaduras en la piel, POR LO QUE DEBE SER MANEJADA CON PRECAUCIÓN, EN LA CAMPANA Y CON GANTES DE HULE.
2. Si los cristales del producto son blancos, y su punto de fusión es cercano al del compuesto puro (116°C-118°C) puede dejarlo así, de otra manera purifique por medio de una recristalización de etanol-agua y obtendrá un punto de fusión de 118-120°C.

➤ REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Vogel, A. I.; *Textbook of Practical Organic Chemistry*. 5TH. Ed., págs. 1161 - 1162, Ed. Longman, London **1989**.
2. Paquette, L. A.; *Fundamentos de Química Heterocíclica*, págs. 169 - 171. Ed. Limusa, México, **1987**,

3. Acheson, R. M.; *Química Heterocíclica*, págs. 216 - 218, Ed. Publicaciones Cultural, México, **1981**.
4. Allen, C. F. H., & Wilson, C. V. (**1943**). The use of N¹⁵ as a tracer element in chemical reactions. The mechanism of the Fischer indole synthesis. *Journal of the American Chemical Society*, 65(4), 611-612.
5. Heravi, M. M., Rohani, S., Zadsirjan, V., & Zahedi, N. (**2017**). Fischer indole synthesis applied to the total synthesis of natural products. *RSC advances*, 7(83), 52852 - 52887.
6. Susick, R. B., Morrill, L. A., Picazo, E., & Garg, N. K. (**2017**). Pardon the interruption: a modification of Fischer's venerable reaction for the synthesis of heterocycles and natural products. *Synlett: accounts and rapid communications in synthetic organic chemistry*, 28(1), 1.
7. Colella, M., Degennaro, L., & Luisi, R. (**2020**). Continuous Flow Synthesis of Heterocycles: A Recent Update on the Flow Synthesis of Indoles. *Molecules*, 25(14), 3242.
8. Al-Ostoot, F. H., Salah, S., & Khanum, S. A. (**2021**). Recent investigations into synthesis and pharmacological activities of phenoxy acetamide and its derivatives (chalcone, indole and quinoline) as possible therapeutic candidates. *Journal of the Iranian Chemical Society*, 1 - 37.
9. Hussain, K., Alam, M. J., Hussain, A., Kumar, N., Kumar, A., Raj, A., & Siddique, N. A. (**2021**). A Comprehensive Review on Indole Nucleus with Therapeutic Significance. *Journal of Pharmaceutical Research*, 1(03), 149 -160.

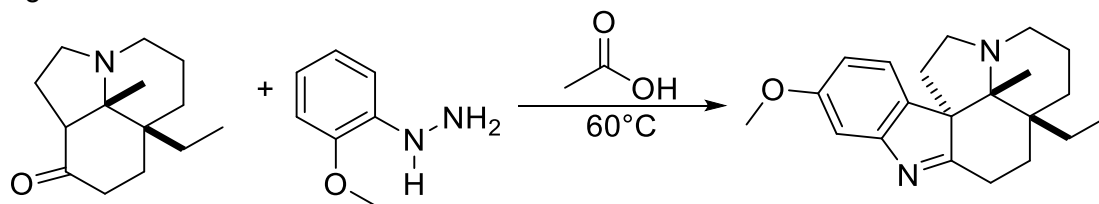
ANEXO

I.- Conocimientos previos

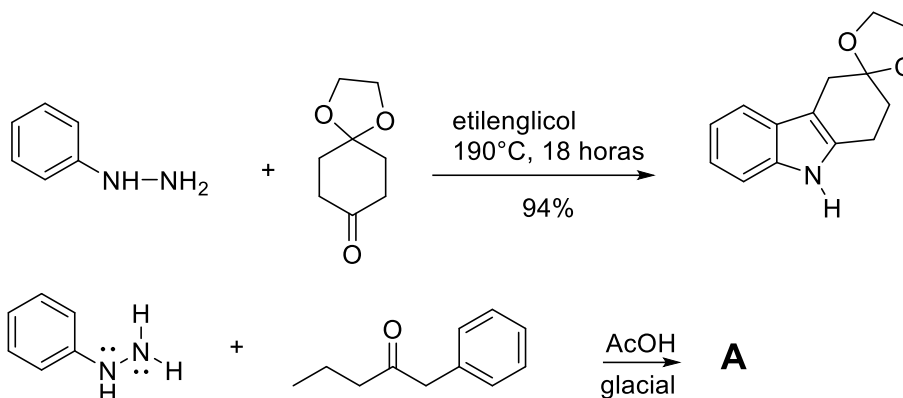
- Métodos generales de preparación de indoles.
- Fundamento químico y mecanismo de la reacción.
- Propiedades y toxicidad de los reactivos y del producto obtenido.
- Importancia en química farmacéutica de los derivados del indol.

II.- Cuestionario

- a) Escriba la reacción que efectuó durante la práctica para sintetizar el 1,2,3,4-tetrahydrocarbazol y su fundamento.
- b) Indique qué contenía el matraz después del calentamiento a reflujo y cuál fue la función del ácido acético.
- c) ¿Cómo se evita que quede fenilhidrazina sin reaccionar?
- d) Conforme a lo aprendido en la sesión de laboratorio, proponga el mecanismo de la siguiente transformación:



- e) Proponga un procedimiento experimental que le permita obtener el producto de la reacción anterior e indique cuál sería la función de cada reactivo y de los sustratos, y que se llevaría a cabo en cada paso de la síntesis.
- f) Escriba mecanismo detallado de las siguientes reacciones e indique qué intermediarios se forman y cómo se lleva a cabo la transposición sigmatrópica en cada caso:



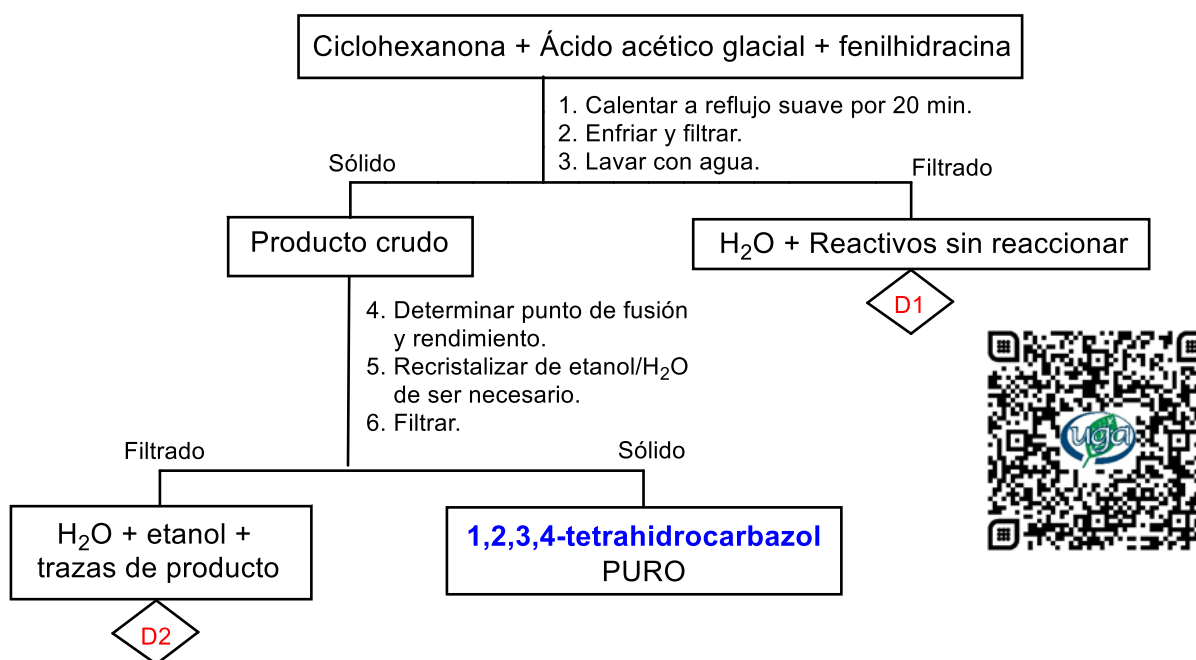
III.- Preparación de reactivos*

NA

IV.- Disposición de residuos



Obtención del 1,2,3,4-tetrahydrocarbazol.



PRÁCTICA No. 3. OBTENCIÓN DE PIRAZINAS. OBTENCIÓN DE LA 2,3-DIFENILQUINOXALINA.

➤ OBJETIVOS

- Llevar a cabo la síntesis de una pirazina.
- Ilustrar la formación de la 2,3-difenilquinoxalina.
- Revisar el interés en química farmacéutica de las pirazinas.

➤ PROBLEMA

¿Qué son las quinoxalinas? ¿Se encuentran presentes en sistemas biológicos? ¿Por qué es importante estudiarlas y conocer los métodos para su síntesis? ¿Cuáles son los fundamentos de la síntesis de quinoxalinas? ¿En qué condiciones experimentales puede obtenerse la 2,3-difenilquinoxalina?

➤ REACTIVOS

Bencilo (QP)	Isopropanol
<i>orto</i> -Fenilendiamina (1,2-diaminobenceno) (QP)	Ácido acético glacial
Metanol (QP)	Etanol (QP)

➤ EQUIPO

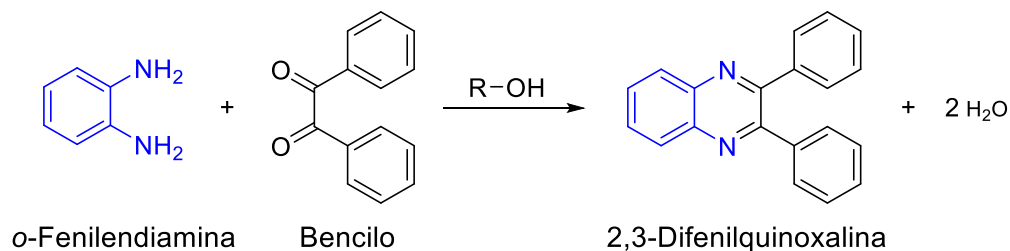
Balanza analítica	Parrilla de calentamiento con agitación magnética
-------------------	---

➤ MATERIAL POR EQUIPO O INDIVIDUAL

Agitador de vidrio	1	Pipeta de 1 mL	1
Embudo de filtración rápida	1	Probeta de 25 mL	1
Embudo Büchner con alargadera	1	Recipiente de peltre	1
Espátula	1	Recipiente eléctrico para baño María	1
Matraz Erlenmeyer de 50 mL	1	Vasos de precipitados de 100 mL	2
Matraz Kitasato de 125 mL con manguera	1	Vaso de precipitados de 250 mL	1
Pinzas de tres dedos con nuez	1	Vidrio de reloj	1
Embudo Büchner con alargadera	1	Recipiente de peltre	1

➤ DESARROLLO EXPERIMENTAL

Reacción.



	o-Fenilendiamina	Bencilo	2,3-difenilquinoxalina
Masa molar (g/mol)			
Densidad (g/mL)			
Punto de fusión (°C)			
Masa (g)			
Volumen (mL)			
Cantidad de sustancia (mol)			

Procedimiento.

En un vaso de precipitados de 100 mL coloque **1.15 mmol de bencilo** y **1.20 mmol de o-fenilendiamina**. Mezcle los reactivos cuidadosamente con una varilla de vidrio y adicione 1 mL del disolvente seleccionado (etanol, metanol, 2-propanol o ácido acético glacial). Continúe agitando manualmente durante 10 a 15 minutos. Durante este tiempo se observará la formación de un precipitado de color beige.

Purifique el producto crudo mediante recristalización utilizando etanol, en el mismo vaso de precipitados donde se llevó a cabo la síntesis. Finalmente, determine el rendimiento y el punto de fusión del producto. El intervalo de fusión reportado en la literatura es de **120–122 °C**.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Joule, J. A.; Mills, K.; and Smith, G.F.; *Heterocyclic Chemistry*, 3rd. Ed., págs. 214 - 215, Ed. Chapman & Hall, London, **1995**.
2. Jampilek, J. (2014). Recent advances in design of potential quinoxaline anti-infectives. *Current medicinal chemistry*, 21(38), 4347 - 4373.
3. Tariq, S., Somakala, K., & Amir, M. (2018). Quinoxaline: an insight into the recent pharmacological advances. *European journal of medicinal chemistry*, 143, 542 - 557.
4. Abbass, E. M., Khalil, A. K., Mohamed, M. M., Eissa, I. H., & El-Naggar, A. M. (2020). Design, efficient synthesis, docking studies, and anticancer evaluation of new quinoxalines as potential intercalative Topo II inhibitors and apoptosis inducers. *Bioorganic Chemistry*, 104, 104255.
5. Kaushal, T., Srivastava, G., Sharma, A., & Negi, A. S. (2019). An insight into medicinal chemistry of anticancer quinoxalines. *Bioorganic & medicinal chemistry*, 27(1), 16 - 35.
6. Montana, M., Montero, V., Khoumeri, O., & Vanelle, P. (2020). Quinoxaline derivatives as antiviral agents: a systematic review. *Molecules*, 25(12), 2784.
7. Tantawy, E. S., Amer, A. M., Mohamed, E. K., Abd Alla, M. M., & Nafie, M. S. (2020). Synthesis, characterization of some pyrazine derivatives as anti-cancer agents: In vitro and in Silico approaches. *Journal of Molecular Structure*, 1210, 128013.
8. Bashirzadeh, M., & Behbahani, F. K. (2020). Ethylene glycol and H₂SO₄/SiO₂ as a green medium for the preparation of quinoxaline derivatives at room temperature. *European Chemical Bulletin*, 9(1), 33 - 37.
9. Biesen, L., & Müller, T. J. (2021). Multicomponent and One-pot Syntheses of Quinoxalines. *Advanced Synthesis & Catalysis*, 363(4), 980-1006.

ANEXO

I.- Conocimientos previos

1. Métodos generales de obtención de pirazinas.
2. Fundamento químico y mecanismo de la reacción.
3. Propiedades de los reactivos y del producto obtenido.
4. Interés en química farmacéutica de las pirazinas.

II.- Cuestionario

- a) Escriba el mecanismo de reacción que le permitió obtener la 2,3-difenilquinoxalina.
- b) Mencione 2 métodos diferentes al empleado en la práctica que le permitan obtener quinoxalinas.
- c) ¿Tiene alguna inferencia el pK_a de cada alcohol empleado en el rendimiento de la reacción?
- d) ¿Influye la longitud de la cadena del alcohol empleado y si es ramificado o no en el rendimiento obtenido de la 2,3-difenilquinoxalina?
- e) Explique por qué son importantes las pirazinas en el área Química Farmacéutica Biológica.
- f) Escriba los 12 principios de Química Sustentable y mencione cuáles se cumplieron durante el experimento efectuado.

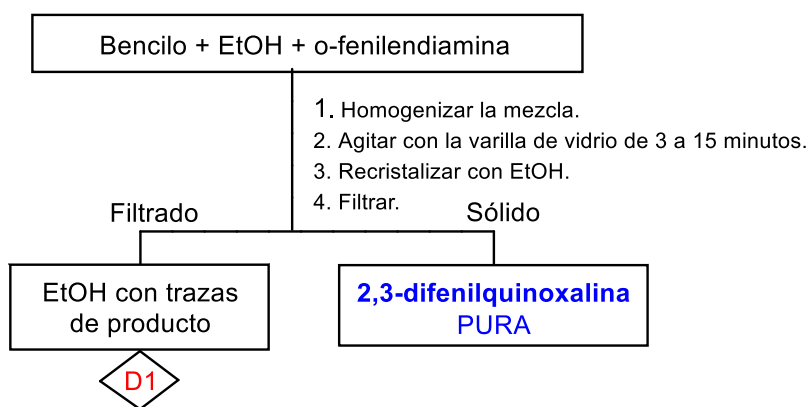
III.- Preparación de reactivos*

NA

IV.- Disposición de residuos



Obtención de la 2,3-difenilquinoxalina.



D1: Recuperar el etanol si es una cantidad es significativa mediante destilización, después de haber filtrado el sólido.

D2: Papel filtro, algodón. Enviar a incineración

PRÁCTICA No. 4. OBTENCIÓN DE PIRIDINAS.

SÍNTESIS DE LA 3,5-DIETOXICARBONIL-2,6-DIMETILPIRIDINA.

➤ OBJETIVOS

- Obtener una piridina mediante la síntesis de Hantzsch.
- Oxidar la 1,4-dihidropiridina obtenida para sintetizar la piridina correspondiente.
- Relacionar la estructura de las 1,4-dihidropiridinas con la de las piridinas mediante una reacción de oxidación.
- Analizar la importancia farmacológica de las dihidropiridinas y las piridinas.

➤ PROBLEMA

¿Cómo pueden sintetizarse las 1,4-dihidropiridinas mediante la síntesis de Hantzsch? ¿Qué materias primas y condiciones de reacción favorecen su formación? ¿Cómo puede llevarse a cabo la oxidación de una 1,4-dihidropiridina para obtener la piridina correspondiente? ¿Cuál es el mecanismo de esta oxidación y qué relación guarda con los procesos de oxidación de dihidropiridinas en los sistemas biológicos? ¿Cuál es la importancia de las 1,4-dihidropiridinas y las piridinas en el área Químico Farmacéutico Biológica? ¿Cómo influyen los sustituyentes en la actividad biológica de estos compuestos?

➤ REACTIVOS

Formaldehído (37%) (QP)	Acetoacetato de metilo (QP)
Acetato de etilo (QP)	Acetato de amonio (QP)
Hidróxido de amonio concentrado (RA)	Etanol (QP)
Ácido nítrico concentrado (RA)	Carbonato de sodio (QP)

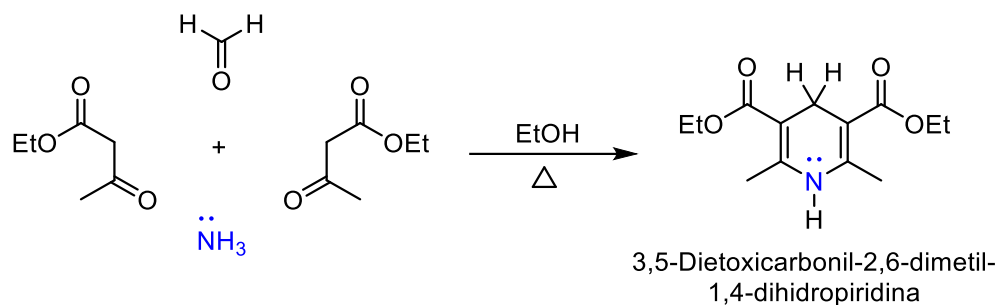
➤ MATERIAL Y EQUIPO

Frasco ámbar 10 mL (lo aportará cada equipo)	Baño de ultrasonido
Balanza analítica	Bomba de agua sumergible
Aparato Fisher-Johns	Parrilla eléctrica con agitación magnética

➤ MATERIAL POR EQUIPO O POR PERSONA PARA PROCEDIMIENTO CALENTANDO A REFLUJO.

Agitador de vidrio	1	Pinzas de tres dedos con nuez	2
Barra para agitación magnética	1	Pipeta de 5 mL	1
Embudo Büchner con alargadera	1	Probeta de 25 mL	1
Embudo de filtración rápida	1	Recipiente eléctrico para baño María	1
Espátula	1	Refrigerante para agua con mangueras	1
Matraz Erlenmeyer de 50 mL	1	Tapón esmerilado	1
Matraz bola de fondo plano de 25 mL	1	Vaso de precipitados de 100 mL	1
Matraz Kitasato de 125 mL con manguera	1	Vaso de precipitados de 250 mL	1
Vidrio de reloj	1		

➤ **DESARROLLO EXPERIMENTAL**
Reacción Obtención de la Dihidropiridina.



	Acetoacetato de etilo	Hidróxido de amonio	Formaldehído.	3,5-dietoxycarbonil-2,6-dimetil-1,4-dihidropiridina
Masa molar (g/mol)				
Densidad (g/mL)				
Punto de fusión (°C)				
Masa (g)				
Volumen (mL)				
Cantidad de sustancia (mol)				

Procedimiento.

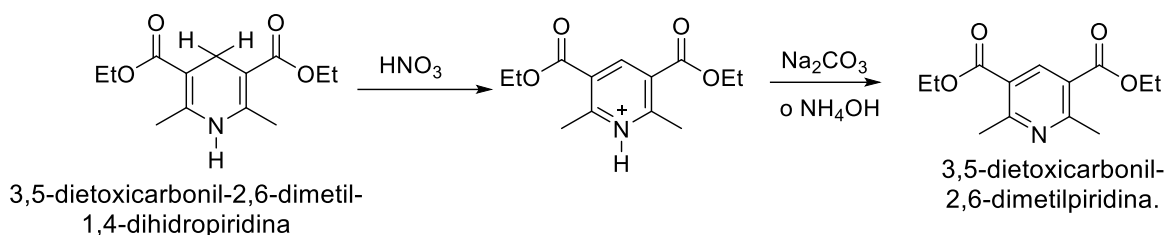
En un frasco ámbar con tapa coloque **0.7 mL de formaldehído acuoso (formalina al 37%, 0.26 g, 9.34 mmol)**, **2.5 mL de acetoacetato de etilo (2.5525 g, 19.61 mmol)** y **3.1 mL de hidróxido de amonio concentrado al 28% (0.6235 g, 17.78 mmol)**. Enjuague las paredes del frasco con **0.95 mL de etanol**, cierre el frasco y deje reposar la mezcla de reacción durante una semana a temperatura ambiente. (**Nota 1**)

Al finalizar el tiempo de reacción, filtre la suspensión obtenida y lave el sólido con **tres porciones de 1 mL de etanol frío**. Aísle el producto por filtración al vacío (**Nota 2**) y déjelo secar. Finalmente, determine el rendimiento y el punto de fusión. El intervalo de fusión reportado en la literatura es de **183–184 °C**.

Nota 1. La reacción es exotérmica.

Nota 2. Se obtiene una segunda cosecha de producto menos puro, agregando agua a las aguas madres, filtrando el precipitado y recrystalizando con etanol.

Reacción Oxidación de la dihidropiridina.



	3,5-dietoxycarbonyl-2,6-dimetil-1,4-dihidropiridina.	3,5-dietoxycarbonyl-2,6-dimetil-piridina
Masa molar (g/mol)		
Densidad (g/mL)		
Punto de fusión (°C)		
Masa (g)		
Volumen (mL)		
Cantidad de sustancia (mol)		

Procedimiento.

En un tubo de ensayo para reacción en baño de ultrasonido coloque **0.20 g de 3,5-dietoxycarbonyl-2,6-dimetil-1,4-dihidropiridina**. Posteriormente, dentro de la campana de extracción, adicione cuidadosamente **0.30 mL de ácido nítrico concentrado (Nota 3)**. Somete la mezcla de reacción a sonicación en un baño de ultrasonido durante **10 minutos a 55 °C**.

Al concluir el tiempo de reacción, vierta lentamente la mezcla sobre 7.5 mL de una mezcla de hielo-agua contenida en un vaso de precipitados. Ajuste cuidadosamente el pH de la solución hasta un valor ligeramente básico mediante la adición de carbonato de sodio (Na_2CO_3) sólido (**Nota 4**). Filtre la suspensión resultante, lave el sólido con agua fría y déjelo secar al vacío.

Purifique el producto crudo mediante recristalización por par de disolventes utilizando **etanol-agua**. Finalmente, aísle el producto por filtración al vacío y determine su **rendimiento** y **punto de fusión**. El compuesto se obtiene como **agujas cristalinas blancas**, con un intervalo de fusión reportado en la literatura de **70–71 °C**.

Nota 3. Procure que no se escapen los gases nitrosos generados al ambiente.

Nota 4. Se debe de tener cuidado al neutralizar la mezcla de reacción, porque se puede formar espuma abundante debido al gas que se desprende

➤ REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Kaur, P., Sharma, H., Rana, R., Prasad, D. N., & Singh, R. K. (2012). Comparative study of various green chemistry approaches for the efficient synthesis of 1, 4-dihydropyridines. Asian Journal of Chemistry, 24(12), 5649.
2. Contreras-Cruz, D. A., Cantú-Reyes, M., García-Sánchez, J. M., Peña-Ortiz, D., Sánchez-Carmona, M. A., & Miranda, L. D. (2019). Shedding Blue Light on the Undergraduate Laboratory: An Easy-to-Assemble LED Photoreactor for Aromatization of a 1, 4-Dihydropyridine. Journal of Chemical Education, 96(9), 2015 - 2020.

3. Mayan k G. Sharma, Juhee Pandya, Divyang M. Patel, Ruturajsinh M. Vala, V. Ramkumar, Raghunandankumar Subramanian, Vivek K. Gupta, Ramesh L. Gardas, Anuradha Dhanasekaran & Hitendra M. Patel (2019) One-Pot Assembly for Synthesis of 1,4-Dihydropyridine Scaffold and Their Biological Applications, Polycyclic Aromatic Compounds, <https://doi.org/10.1080/10406638.2019.1686401>
4. Valadi, K., Gharibi, S., Taheri-Ledari, R., & Maleki, A. (2020). Ultrasound-assisted synthesis of 1, 4-dihydropyridine derivatives by an efficient volcanic-based hybrid nanocomposite. Solid State Sciences, 101, 106141. Norcross, B. E., Clement, G., & Weinstein, M. (1969). The Hantzsch pyridine synthesis: a factorial design experiment for the introductory organic laboratory. Journal of Chemical Education, 46(10), 694.
5. Baumann, M., & Baxendale, I. R. (2013). An overview of the synthetic routes to the best selling drugs containing 6-membered heterocycles. Beilstein journal of organic chemistry, 9(1), 2265-2319.
6. Allahi, A., & Akhlaghinia, B. (2020). WEB (water extract of banana): An efficient natural base for one-pot multi-component synthesis of 2-amino-3, 5-dicarbonitrile-6-thio-pyridines. Phosphorus, Sulfur, and Silicon and the Related Elements, 1-9.

ANEXO

I.- Conocimientos previos

- Métodos generales de obtención de dihidropiridinas
- Métodos generales de preparación de piridinas.
- Fundamento químico, estequiometría y mecanismos de reacción.
- Análisis del procedimiento en la formación de la 3,5-dietoxycarbonil-2,6-dimetil-1,4-dihidropiridina y de la 3,5-dietoxycarbonil-2,6-dimetilpiridina.
- Importancia biológica de 4 derivados de la piridina.

II.- Cuestionario

- a) ¿Cuál sería el Mecanismo de reacción que permitiría obtener la 1,4-dihidropiridina sintetizada en la práctica?
- b) Busque los procedimientos propuestos en las siguientes referencias y compárelos:
"Rapid And Convenient Synthesis Of The 1,4-Dihydropyridine Privileged Structure" Cheung, L. L. W.; Styler, S. A.; Dicks, A. P. *J. Chem. Educ.*, **2010**, 87, 628 - 630. doi.org/10.1021/ed100171g
 P. Kaur, H. Sharma, R. Rana, D. Prasad, and R. K. Singh, **"Comparative Study of Various Green Chemistry Approaches for the Efficient Synthesis of 1, 4-Dihydropyridines,"** *Asian J. Chem*, 24, **2012**, 5649 – 5651.
- c) Proponga el mecanismo de oxidación de la 1,4-dihidropiridina bajo las condiciones empleadas en la práctica.
- d) ¿Qué diferencias substanciales observa en los compuestos obtenidos en la primera y en la segunda parte de la práctica? Justifique su respuesta.
- e) Busque la estructura de 3 derivados de piridinas que presenten actividad biológica y explique si los sustituyentes en la misma son responsables de dicha actividad o el anillo heterocíclico en sí.

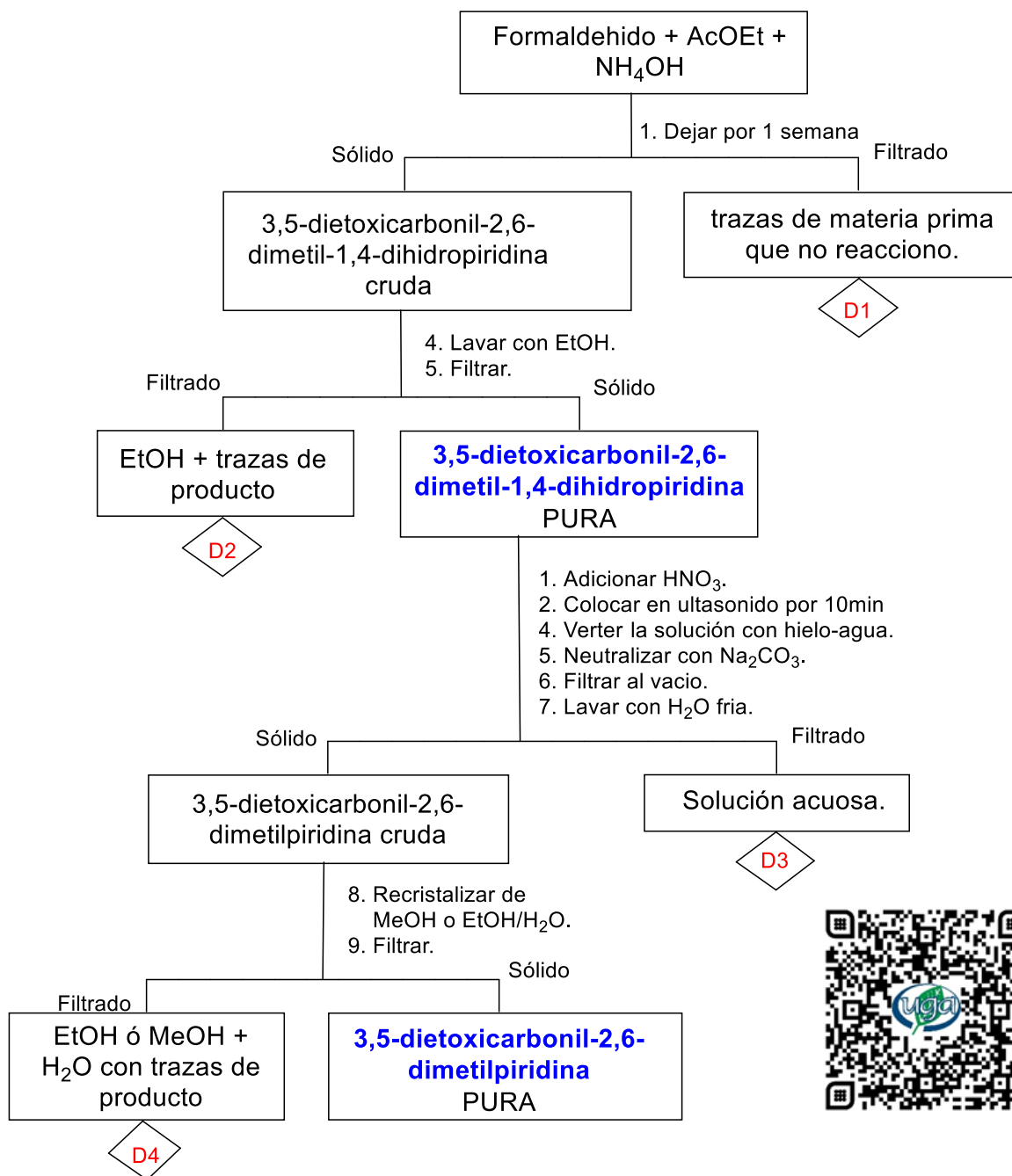
III.- Preparación de reactivos*

NA

IV.- Disposición de residuos



Obtención de 3,5-dietoxycarbonil-2,6-dimetil-1,4-dihidropiridina.



- D2: Guardar el etanol para destilar al final del semestre. Solo si la cantidad de etanol es considerable.
- D3: Papel filtro, algodón. Enviar a incineración.
- D4: Decolorar con carbón activado si es necesario. Filtrar y desechar neutra la solución. El sólido de empaca para incineración.
- D5: Papel filtro, algodón. Enviar a incineración.

PRÁCTICA No. 5. SÍNTESIS DE FURANOS. OBTENCIÓN DE FURFURAL.

➤ OBJETIVOS

- Obtener el furfural por deshidratación de pentosas en medio ácido.
- Identificar el producto obtenido por medio de un derivado y otras pruebas de identificación.
- Revisar el interés de la química farmacéutica en los derivados de furano.

➤ PROBLEMA

¿Qué fuentes naturales son ricas en pentosanos? ¿La hidrólisis de pentosanos de diferentes fuentes naturales permiten obtener furfural? ¿Qué tipo de ácidos pueden emplearse para hidrolizar los pentosanos?

➤ REACTIVOS

REACTIVOS	CANTIDAD
Salvado u otra fuente de pentosanos	7.5 g
Sulfato de sodio anhidro (QP)	5.0 g
Cloruro de sodio (QP)	3.0 g
Solución de la 2,4-dinitrofenilhidrazina*	2.0 mL
Carbonato de sodio (QP)	3.0 g
Ácido clorhídrico al 12%	40 mL
Reactivo de Tollens*	0.5 mL
Acetato de anilinio*	0.2 mL
Acetato de etilo (QP)	2 mL
Hexano (QP)	2 mL

*Ver Anexo

➤ EQUIPO

Balanza analítica	Parrilla de calentamiento con agitación
Lámpara UV-vis	Aparato Fisher-Johns
Bomba de agua sumergible	

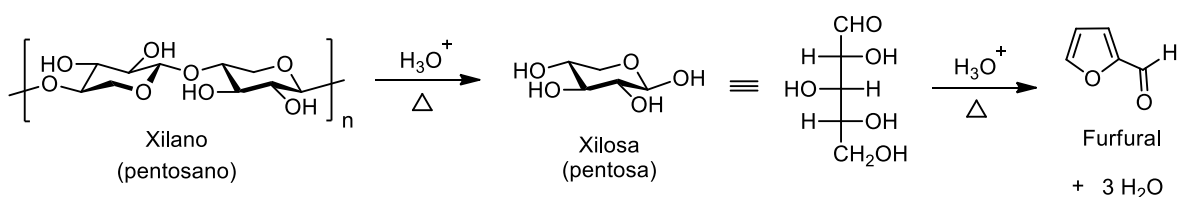
➤ MATERIAL POR EQUIPO O POR PERSONA

Agitador de vidrio	1	Pinzas de tres dedos con nuez	2
Anillo metálico (en campana)	1	Pipeta beral	1
Colector	1	Probeta de 25 mL	1
Embudo de separación de 50 mL c/tapón	1	Recipiente de peltre	1
Embudo de filtración rápida	1	Recipiente eléctrico para baño María	1
Espátula	1	Refrigerante para agua con mangueras	2
Frasco vial	1	T de destilación	1
Matraz bola de fondo plano de 50 mL	1		
Matraz bola de fondo plano de 125 mL	1	Tubo de ensaye	2
Matraz Erlenmeyer de 125 mL	1	Vaso de precipitados de 100 mL	2
Vidrio de reloj	1	Cámara de elución	1

➤ DESARROLLO EXPERIMENTAL

La 2,4-dinitrofenilhidrazina se absorbe por la piel. En caso de contacto con la piel lavar la zona afectada con abundante agua durante 15 minutos. Si la irritación persiste repetir el lavado.

El ácido clorhídrico provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves. En caso de contacto con la piel, lavar inmediatamente con abundante agua. En caso de contacto con los ojos, aclarar inmediatamente los ojos abiertos bajo agua corriente durante 10 o 15 minutos y consultar al oftalmólogo. Proteger el ojo ileso. En caso de ingestión Lavar la boca inmediatamente.



En un matraz de fondo plano de 125 mL, con una boca Quickfit, coloque 7.5 g de salvado (Nota 1) y 40 mL de ácido clorhídrico al 12% adicione la barra de agitación magnética. Adapte el refrigerante de agua en posición de destilación y caliente la mezcla a ebullición suave, utilizando la parrilla de calentamiento con agitación magnética. Colecte el destilado hasta un volumen de 20-25 mL (Nota 2). Realice las pruebas de identificación.

- En un vial o tubo de ensayo coloque 0.5 mL de una solución de 2,4-dinitrofenilhidrazina y 1 mL del destilado acuoso. Observe la formación de un sólido de color anaranjado, 2,4-dinitrofenilhidrazona del furfural.
- En una tira de papel filtro de 1 cm impregnada con acetato de anilinio, adicione 1 o 2 gotas del residuo acuoso, observe el color que toma el papel. Una prueba positiva queda indicada por la aparición de un color rojo cereza en el papel.
- En un tubo de ensayo coloque 0.5 mL del reactivo de Tollens y 1 mL del residuo acuoso. Mezcle homogéneamente el contenido del tubo y caliente unos minutos en baño María. Observe la formación de un espejo de plata que se deposita en las paredes del tubo.

Reactivo de Tollens. Coloque en un tubo de ensayo de una a tres gotas de solución de AgNO₃ al 10%, adicione una gota de solución de NaOH al 5%, agite y agregue solución de NH₄OH al 50% hasta disolución del sólido formado teniendo precaución de no agregar exceso de este último.

Notas.

- Otras materias primas utilizadas en esta práctica son: All bran, Olote finamente molido, bagazo de caña, cáscara de cacahuate, xilosa, avena y cualquier fuente rica en pentosanos. Olote, grano de maíz y salvado dan los mejores resultados.

➤ REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams, R.; VoorHees, V.; *Organic Synthesis, Coll. Vol. I*, pag. 281.

2. Paquette, L. A.; *Fundamentos de Química Heterocíclica*, págs. 117-118. Ed. Limusa, México, **1987**.
3. Acheson, R. M.; *Química Heterocíclica*, págs. 157-159. Ed. Publicaciones Cultural, México, **1981**.
4. Avendaño, C. Introducción a la Química farmacéutica págs. 482, 647 - 648. 2da. Edición. Ed. McGraw-Hill, España 2001.

ANEXO

I.- Conocimientos previos

1. Métodos generales de obtención de furanos.
2. Fundamento químico y mecanismo de la reacción.
3. Derivados del furfural con importancia en alimentos.
4. Técnicas de preparación del reactivo de Tollens, de la solución de la 2,4-dinitrofenilhidrazina y del acetato de anilino.

II.- Cuestionario

- a) ¿Cuáles fueron las reacciones que le permitieron realizar la identificación del furfural?
- b) Proponga los mecanismos de reacción de cada reacción de identificación.
- c) Proponga el mecanismo de hidrólisis de los pentosanos y de formación del furfural.
- d) ¿Cuál fue la función del diclorometano en la práctica?
- e) ¿Al terminar la destilación del diclorometano, qué contenía el matraz de reacción?
- f) ¿Por qué es necesario adicionar ácido nítrico concentrado al espejo de plata?

III.- Preparación de reactivos*

Papel impregnado de acetato de anilina: a 20 mL de ácido acético concentrado, adicionar 10 mL de anilina poco a poco y agitando, tomar el pH que debe ser entre 6 y 6.5. Si hay algún precipitado filtrar. Humedezca las tiras de papel filtro (1 x 2 cm) y séquese. Pruébense antes de usarse, poniendo una gota del furfural en una tira, debe aparecer un color rojo fresa.

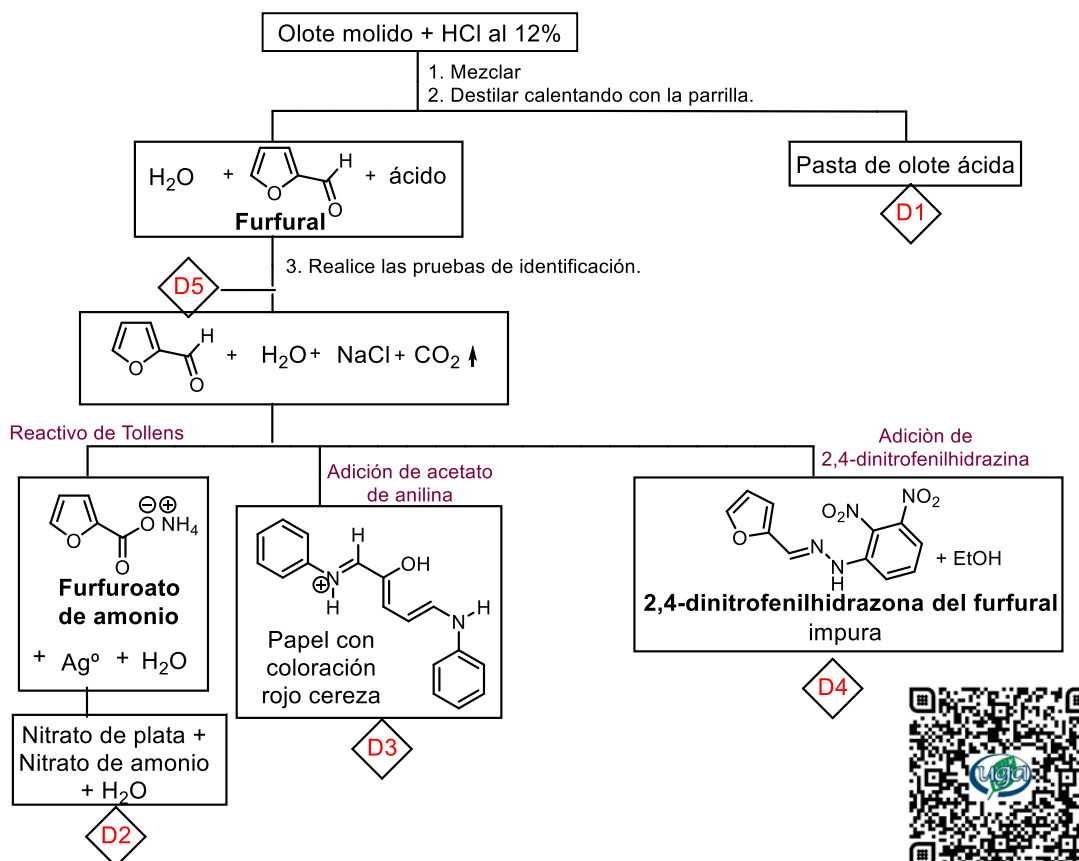
Preparación de la solución de la 2,4-dinitrofenilhidrazina. Disolver 2 g de 2,4-dinitrofenilhidrazina en 100 mL de metanol, adicionar lentamente y con precaución 4.0 mL de ácido sulfúrico. La mezcla debe hacerse enfriando exteriormente con hielo.

Preparación del reactivo de Tollens. En un frasco vial se colocan tres gotas de solución de AgNO_3 al 10%, se adiciona una gota de solución de NaOH al 5%, se agita y agrega la solución de NH_4OH al 50% hasta disolución del sólido formado teniendo precaución de no agregar exceso de este último. Se agregan de 2 a 3 gotas del aldehído a probar para formar el espejo de plata.

IV.- Disposición de residuos



Obtención de furfural



D1: Determinar pH (ácido). Neutralizar con lejía de sosa o con desechos básicos para neutralizar (DBN) y desechar al cesto de sólidos para incinerar.

D2: Solicitar el tratamiento para recuperar plata (llevar a pH con ácido nítrico y agregar NaCl para precipitar el AgCl).

D3: Guardar para incineración.

D4: Filtrar la solución, destilar el etanol si la cantidad es considerable y empacar el sólido para incineración.

D5: Juntar la fase acuosa, neutralizar y extraer el furfural restante con diclorometano y evaporar en el rotavapor para aislar el furfural.

D6: Papel filtro, algodón. Enviar a incineración.

PRÁCTICA 6. AMINOÁCIDOS & PÉPTIDOS.

➤ OBJETIVOS

- Comprender el fundamento químico de la reacción de la ninhidrina con compuestos que contienen grupos amino para su aplicación tanto en el análisis cualitativo de aminoácidos como en el revelado de huellas dactilares.

➤ PROBLEMA

¿Qué es la ninhidrina y cuál es el fundamento químico de su reacción con los aminoácidos? ¿Qué grupo funcional debe estar presente en una molécula para que pueda reaccionar con la ninhidrina? ¿Por qué la reacción de la ninhidrina produce una coloración violeta en la mayoría de los aminoácidos? ¿Todos los aminoácidos producen la misma coloración al reaccionar con la ninhidrina?

➤ REACTIVOS

REACTIVOS	CANTIDAD
Glicina/Disolución al 0.5 % de Glicina	0.15 g / 1 mL
L-Fenilalanina/Disolución al 0.5 % de L-Fenilalanina	0.33 g / 1 mL
Disolución al 0.5 % de L-leucina	1 mL
Disolución al 0.5 % de β -Alanina	1 mL
Disolución de Ninhidrina al 0.2%	6 mL

*Ver Anexo

➤ EQUIPO

Balanza analítica	Aparato Fisher-Johns
Parrilla de calentamiento con agitación magnética	

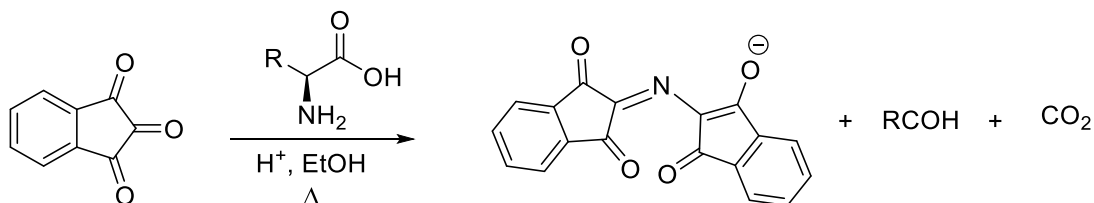
➤ MATERIAL POR EQUIPO O POR PERSONA

Baño María	1	Gradilla	1
Espátula de Cr-Ni de 20 cm	1	Parrilla con agitación magnética	1
Pinzas de 3 dedos con nuez	2	Pinzas para tubo de ensayo	2
Probeta de 10 mL	1	Recipiente de peltre	1
Tubos de ensaye de 16 x 150 mm	6		

➤ DESARROLLO EXPERIMENTAL

Al momento de calentar los tubos de ensaye tener precaución de no colocarlos verticalmente.

REACCION:



I) Demostración de la reacción de ninhidrina con aminoácidos.

Prepare un blanco colocando **0.25 mL de agua destilada** en un tubo de ensayo y agregue **0.25 mL de la disolución de ninhidrina**. Mezcle y caliente el tubo en un baño María durante **1 minuto**.

En tubos de ensayo independientes, coloque **0.25 mL** de cada una de las disoluciones de aminoácidos disponibles (**β -alanina, L-asparagina, L-fenilalanina, glicina y L-prolina**). A cada tubo agregue **0.25 mL de la disolución de ninhidrina** y agite para homogeneizar la mezcla.

Deje reposar las mezclas durante **3 minutos** y observe si ocurre algún cambio en la coloración. Posteriormente, caliente los tubos en un baño María durante **1 minuto**.

Registre sus observaciones, compare los resultados obtenidos con el blanco y documente los cambios mediante fotografías.

Nota: La reacción de la **β -alanina** con la ninhidrina puede ser más lenta que la de los demás aminoácidos, por lo que la coloración característica puede tardar hasta **15 minutos** en desarrollarse. En este caso, continúe realizando observaciones periódicas antes de registrar el resultado final.

II) Revelado de huellas dactilares.

Sobre un trozo de papel filtro, dibuje dos recuadros y etiquételos como **A** y **B**.

En el recuadro **A**, deposite una huella dactilar. En el recuadro **B**, impregne el papel con una muestra obtenida de la superficie de la nariz.

Dentro de la **campana de extracción**, asperje cuidadosamente la disolución de ninhidrina sobre ambas muestras.

Observe el desarrollo de la coloración. Si después de unos minutos la coloración púrpura no es evidente, caliente suavemente el papel sobre la superficie tibia de la parrilla hasta favorecer el desarrollo del color. Registre sus observaciones y documente los resultados mediante fotografías.

Nota: La aspersión de la disolución de ninhidrina **debe realizarse exclusivamente dentro de la campana de extracción**, ya que el reactivo y su disolvente son volátiles y pueden resultar irritantes. Evite calentar excesivamente el papel para prevenir su deterioro.

➤ REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Carey F. A.; Giuliano R. M. Química Orgánica 2014, Editorial McGraw Hill, 9na Edición, México.
 2. Klein, D. R. Organic Chemistry 2016, Editorial John Wiley & Sons, 1era Edición, Nueva Jersey, Estados Unidos de Norteamérica.
 3. Sanger, F. *Biochemistry J.* **1945**, 39(5), 507-515.
 4. Levy, A. L.; Chung, D. J. *Am. Chem. Soc.* **1955**, 2899-2900.
 5. Hamilton, P. B. *Nature* **1965**, 205(4968), 284-285.
 6. Friesen, J. B. *J. Chem. Educ.* **2015**, 92, 487-504.
 7. Weyermann, C.; Roux, C.; Champad, C. *J. Forensic Sci.* **2011**, 56(1) 102-108
 8. Girod, A.; Ramotoswki, R.; Weyermann C. *Forensic Sci. Int.* **2012**, 223(1-3) 10-24.
- *Práctica propuesta por el Dr. Oscar Humberto Pérez Díaz.

ANEXO

I.- Conocimientos previos

1. Reacción de la ninhidrina con aminoácidos.
2. ¿Cómo se forma un enlace peptídico?
3. ¿Cómo se sintetizan las iminas?

II.- Cuestionario

- a) Investigue el mecanismo general de la reacción de la ninhidrina con los α -aminoácidos e indique cuál es el compuesto responsable de la coloración violeta característica.
- b) Explique por qué la prolina y la hidroxiprolina producen una coloración amarilla en la prueba de ninhidrina, mientras que la mayoría de los aminoácidos generan una coloración violeta.
- c) Investigue al menos tres aplicaciones de la reacción de la ninhidrina en áreas como la química analítica, la bioquímica o la ciencia forense.
- d) ¿Qué factores experimentales (temperatura, tiempo de reacción, pH o concentración de reactivos) pueden afectar el desarrollo de la coloración en la prueba de ninhidrina? Explique cómo influye cada uno.
- e) Investigue otras técnicas o reactivos utilizados para la detección de aminoácidos o para el revelado de huellas dactilares y compárelos con la ninhidrina, indicando una ventaja y una desventaja de cada uno.

III.- Preparación de reactivos*

Las disoluciones de los aminoácidos se preparan en agua y se coloca 0.5 g del aminoácido a preparar por cada 100 mL de agua.

La disolución de ninhidrina es al 2% en etanol. Se prepara disolviendo 2 g en 100 mL de alcohol etílico o etanol.

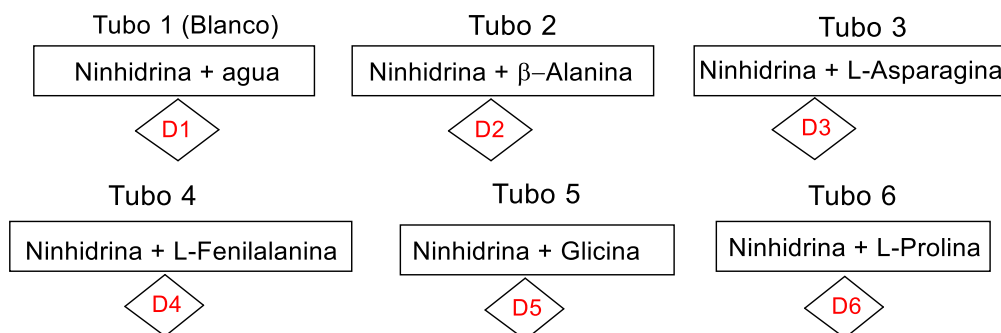
IV.- Disposición de residuos



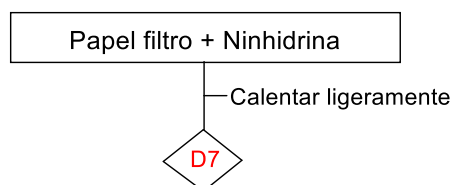
Aminoácidos & Péptidos



REACCIÓN DE NINHIDRINA CON AMINOACIDOS



REVELDO DE HUELLAS DACTILARES



PRÁCTICA No. 7. IDENTIFICACIÓN DE PROTEÍNAS, LÍPIDOS Y CARBOHIDRATOS.

➤ OBJETIVOS

- Comprobar de forma sencilla la existencia de proteínas, grasas y azúcares en un alimento básico como la leche.
- Observar el comportamiento de las proteínas lácteas ante determinados cambios físicos y químicos.

➤ PROBLEMA

¿Todos los tipos de leche tienen la misma cantidad de proteínas? ¿Cuáles son los factores que permiten llevar a cabo la desnaturalización de proteínas? ¿Qué es un azúcar reductor? ¿Cómo pueden identificarse los azúcares reductores mediante pruebas cualitativas simples?

➤ REACTIVOS

Solución saturada de NaCl	Solución de NaOH al 20 %
Ácido clorhídrico (concentrado)	Leche entera
Leche entera	La cantidad que sea necesaria
Solución de CuSO ₄ al 1 %	Sudán III
Solución de HCl al 19 %	Ácido nítrico concentrado
Agua destilada	Reactivo de Fehling 10 mL

*Ver Anexo

MATERIAL POR EQUIPO POR PERSONA

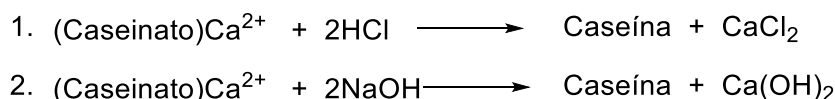
Embudo de filtración rápida	1	Espátula de acero inoxidable	1
Pipeta de 1 mL	1	Gradilla para tubos de ensayo	1
Baño María	1	Pinzas para sujetar tubos de ensayo	1
Pipeta Pasteur o Beral	1	Tubos de ensayo	12
Pipeta de 10 mL	1	Vasos de precipitados de 100 mL	1

➤ DESARROLLO EXPERIMENTAL

Al momento de calentar los tubos de ensayo tener precaución de no colocarlos verticalmente.

PROTEÍNAS

Reacciones.



Procedimiento.

- Prepare cuatro tubos de ensayo limpios y etiquételos del **1 al 4**.
- a) En el **tubo 1**, coloque **2 mL de leche** y agregue cuidadosamente **2 mL de ácido clorhídrico concentrado (HCl)**. Mezcle y observe los cambios.

- b) En el **tubo 2**, añada **2 mL de leche** y **2 mL de una disolución saturada de cloruro de sodio (NaCl)**. Mezcle y registre las observaciones.
- c) En el **tubo 3**, coloque **2 mL de leche** y agregue **2 mL de hidróxido de sodio (NaOH) al 20 %**. Mezcle y observe cualquier cambio en la muestra.
- d) En el **tubo 4**, deposite **2 mL de leche** y caliente suavemente el tubo. Deje reposar y observe si se presenta sedimentación o coagulación de partículas. Si no se observa ningún cambio, vuelva a calentar y deje reposar nuevamente hasta que la sedimentación sea evidente.

Registre las observaciones de cada tubo y compare los efectos producidos por los diferentes tratamientos sobre las proteínas de la leche.

Tabla 1. Desnaturalización de proteínas.

Tubo	Contenido	Observaciones
1	Leche/HCl	
2	Leche/NaCl	
3	Leche/NaOH	
4	Leche/ Δ	

Prueba Xantoprotéica y de Biuret.

Información.

Xantoproteica: prueba cualitativa empleada para identificar la presencia de **aminoácidos aromáticos** en proteínas, principalmente **fenilalanina, tirosina y triptófano**. Estos aminoácidos contienen uno o más anillos aromáticos en sus cadenas laterales; la **tirosina**, además, posee un grupo hidroxilo unido al anillo aromático, lo que incrementa su reactividad.

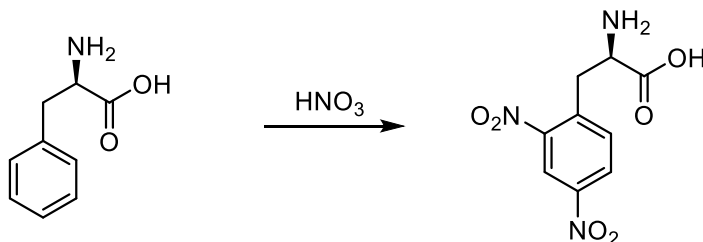
El fundamento de esta prueba consiste en la **nitración** de los anillos aromáticos mediante la acción del **ácido nítrico concentrado**, formando derivados nitro de color amarillo. Al alcalinizar la mezcla, la coloración se intensifica y puede adquirir un tono anaranjado, lo que confirma la presencia de residuos aromáticos en la proteína

Biuret: prueba cualitativa utilizada para detectar la presencia de **enlaces peptídicos** en proteínas y péptidos. En un medio fuertemente alcalino, los **iones cobre (II)** del reactivo de Biuret forman un complejo de coordinación con los átomos de nitrógeno de los enlaces peptídicos, produciendo una coloración **violeta** cuya intensidad es proporcional al número de enlaces presentes.

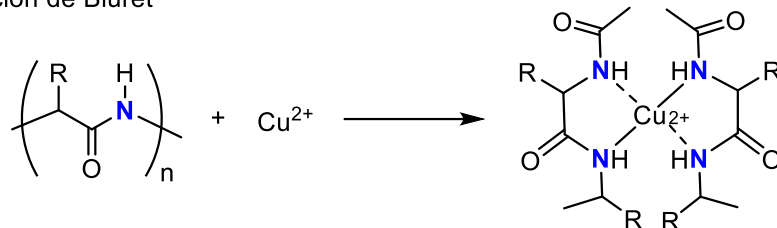
Esta reacción es positiva para proteínas y polipéptidos, pero **no** para aminoácidos libres ni, en general, para dipéptidos, ya que no poseen un número suficiente de enlaces peptídicos para formar el complejo coloreado.

Reacciones.

1.Reacción Xantoproteica



2.Reacción de Biuret



Procedimiento.

1. Prueba Xantoproteica.

- Con ayuda de una espátula, recoja una pequeña porción del precipitado de caseína obtenido a partir de la leche coagulada. Colóquelo sobre un trozo de papel filtro y deje secar o retire el exceso de humedad con el papel.
- Transfiera una pequeña cantidad de la caseína seca a un tubo de ensayo limpio.
- Dentro de la campana de extracción, agregue cuidadosamente unas gotas de ácido nítrico concentrado (HNO_3) al precipitado.
- Caliente suavemente el tubo de ensayo y observe los cambios de color que se produzcan como resultado de la reacción.
- Registre sus observaciones y documente los resultados mediante fotografías.

2. Prueba de Biuret.

- Coloque 2 mL de leche en un tubo de ensayo limpio.
- Agregue un volumen igual (2 mL) de hidróxido de sodio (NaOH) al 20 % y agite suavemente para homogeneizar la mezcla.
- Añada 4 a 5 gotas de una disolución de sulfato de cobre (CuSO_4) al 1 % y agite nuevamente.
- Observe el cambio de color e interprete el resultado de la prueba.
- Registre sus observaciones y documente los resultados mediante fotografías.

Tabla 2. Pruebas xantoproteica y Biuret

Prueba	Observaciones
Xantoproteica	
Biuret	

Lípidos.

Información.

Prueba de Sudán III para la detección de lípidos

El **Sudán III** es un colorante lipófilo utilizado para la detección cualitativa de lípidos. Debido a su alta solubilidad en grasas y muy baja solubilidad en agua, el colorante se incorpora preferentemente a la fase lipídica, tiñéndola de **rojo anaranjado**. Esta

propiedad permite identificar visualmente la presencia de grasas en muestras biológicas y alimentarias.

En la leche, los lípidos se encuentran dispersos en forma de una emulsión. Al adicionar ácido y calentar la muestra, las proteínas se desnaturalizan y coagulan, favoreciendo la separación de los diferentes componentes de la leche y permitiendo distinguir la fase grasa de las fases acuosa y proteica.

Procedimiento.

- Coloque **2 mL de leche** en un tubo de ensayo.
 - Agregue **10 mL de agua destilada** y posteriormente **3 a 5 gotas de la disolución de Sudán III**.
 - Agite vigorosamente para favorecer el contacto del colorante con la grasa de la leche y observe la coloración desarrollada.
 - Añada cuidadosamente **1 mL de ácido clorhídrico (HCl) al 19 %** y caliente suavemente la mezcla.
 - Deje reposar el tubo y observe la formación de las diferentes fases. Registre sus observaciones y documente los resultados mediante fotografías.
- Fase superior: contiene la fracción lipídica de la leche, teñida de rojo anaranjado por el Sudán III.
 - Fase intermedia: corresponde a la fase acuosa, que contiene compuestos solubles como la lactosa, sales minerales y proteínas solubles, principalmente lactoalbúmina y lactoglobulina.
 - Fase inferior: formada por las proteínas coaguladas y precipitadas, principalmente caseína.

Carbohidratos.

Información.

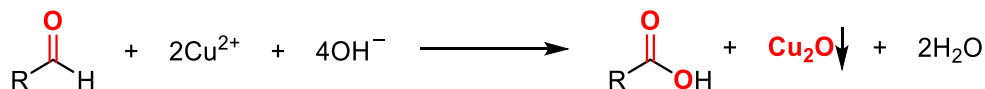
Prueba de Fehling para la detección de azúcares reductores

Los **monosacáridos** y la mayoría de los **disacáridos reductores** poseen la capacidad de actuar como **agentes reductores** debido a la presencia de un **grupo carbonilo libre** (aldehído o cetona susceptible de tautomerizar a un aldehído en medio alcalino). Esta propiedad les permite donar electrones y reducir otras especies químicas.

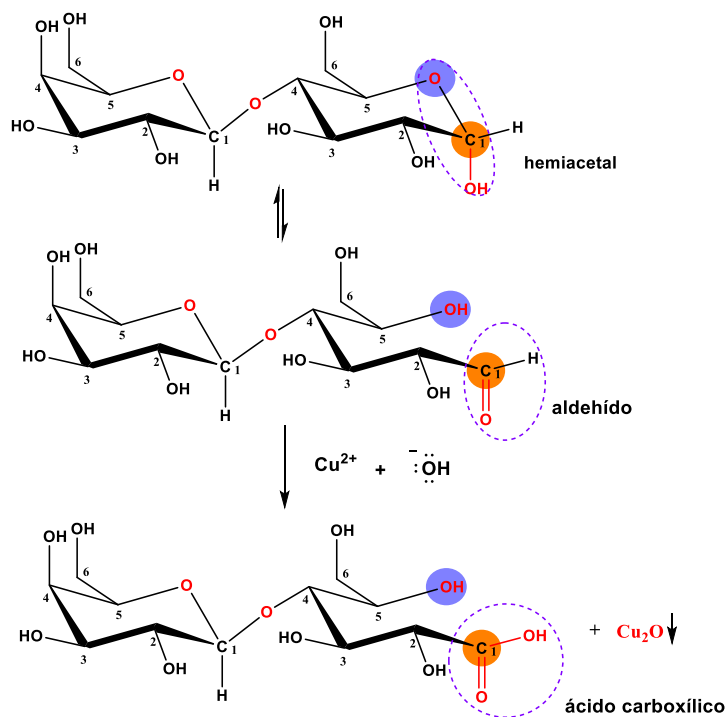
La prueba de **Fehling** se basa en una reacción de **óxido-reducción (redox)** entre el azúcar reductor y los **iones cobre (II) (Cu^{2+})** presentes en el reactivo. Inicialmente, la solución presenta un color **azul intenso** debido al complejo de cobre (II). Al calentar la mezcla en presencia de un azúcar reductor, los iones Cu^{2+} se reducen a **óxido cuproso (Cu_2O)**, un precipitado de color **rojo ladrillo**, mientras que el azúcar se oxida.

La formación del precipitado rojo indica un **resultado positivo** para la presencia de azúcares reductores. En contraste, los azúcares **no reductores**, como la sacarosa, no producen este cambio de color a menos que sean previamente hidrolizados.

Reacción.



Lactosa es un azúcar reductor



Procedimiento.

Reconocimiento de azúcares en la leche.

- Con ayuda de una pipeta Pasteur o pipeta Beral, recupere la fase acuosa (fase intermedia) obtenida en la prueba anterior.
 - Filtre la muestra para eliminar cualquier partícula sólida o precipitado.
 - Transfiera 1 mL del filtrado a un tubo de ensayo limpio.
 - Agregue **0.5 mL del reactivo de Fehling A** y **0.5 mL del reactivo de Fehling B** (o, en su caso, 1 mL del reactivo de Benedict) y mezcle suavemente.
 - Caliente el tubo en un baño María durante 3 a 5 minutos.
 - Observe el cambio de color y la posible formación de un precipitado. Registre sus observaciones y documente los resultados mediante fotografías.
- Resultado positivo: formación de un precipitado de óxido cuproso (Cu_2O) de color rojo ladrillo, lo que indica la presencia de un azúcar reductor, como la lactosa presente en la leche.
 - Resultado negativo: la solución permanece azul o no se observa formación de precipitado, indicando la ausencia de azúcares reductores.

➤ REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Pavia, D. F.; Lampman, G. M.; Kriz, G. S. Jr.; *Introduction to Organic Laboratory Techniques: A contemporary approach*. 1998 Harcourt College Pubs. Philadelphia.
2. Gilbert, J. C.; Martin, S. F.; *Experimental Organic Chemistry: A Miniscale and microscale approach*, 2011, 5ª. Ed. Cengage Learning, Boston M. A.
3. Boyer, R. F.; *Modern Experimental Biochemistry*. Prentice Hall, 2011. New York.
4. Vogel, A. I.; *Textbook of Practical Organic Chemistry*, 4th. Ed. Longmans. Londres 1978, 1078.

5. *Manual de preparación de reactivos.* Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. Universidad de Santander, Bucaramanga. **2006.**

ANEXO

I.- Conocimientos previos

1. Desnaturalización de proteínas, estructura primaria de las proteínas.
2. Colorantes afines a los lípidos.
3. Reacciones de óxido-reducción.
4. Aminoácidos y carbohidratos presentes en leche.

II.- Cuestionario

- a) ¿Qué es la caseína?
- b) Explica el fundamento de cada una de las reacciones que llevaste a cabo.
- c) ¿De los factores que influyen en la desnaturalización de las proteínas, cuáles se utilizaron en la práctica?
- d) ¿Cuál fue la función del Sudan III en la práctica? De no haber contado con éste cuál otro colorante pudiste haber empleado.
- e) ¿Qué cambio físico permite ver que se llevó a cabo la reacción aminoácidos aromáticos con el ácido nítrico?

III.- Preparación de reactivos*

Benedict:

Preparación: Disolver 86.5 g de citrato de sodio ($\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) y 50 g de carbonato de sodio anhidro (Na_2CO_3) en 350 mL de agua destilada. De ser necesario filtrarla. Por otra parte, preparar una solución de 8.65 g de sulfato de cobre (II) CuSO_4 en 50 mL agua destilada. Adicionar esta segunda solución a la primera agitando constantemente. Llevar la mezcla de ambas soluciones a 500 mL. La solución debe ser cristalina de color azul; en caso de presentar cierta turbidez será necesario volver a filtrar.

Uso: A la solución de Benedict adicionar 0.4 mL de una solución al 2% del carbohidrato en cuestión. Calentar a ebullición por aprox. 2 minutos y enfriar en seguida. La reacción es positiva cuando precipita Cu_2O de color que va de amarillo a naranja-rojizo.

Fehling:

Preparación. Solución A. Disolver 34.64 g de sulfato de cobre (II) en agua, con unas gotas de ácido sulfúrico diluido, en seguida llevar a 500 mL con agua destilada.

Preparación. Solución B. Disolver 60 g de hidróxido de sodio puro y 173 g de sal de Rochelle pura (tartrato de Na-K) en agua, filtrar si es necesario, llevar esta mezcla a 500 mL. Mantener ambas soluciones separadas y bien selladas.

Uso: Mezclar en partes iguales inmediatamente antes de usarse de 2 a 3 mL de la solución de Fehling, adicionar 2 gotas (0.05 g) del compuesto por analizar y calentar en baño María de 3 a 4 minutos. La prueba positiva se observa al precipitarse óxido de cobre (II) de color que puede variar de amarillo a rojo.

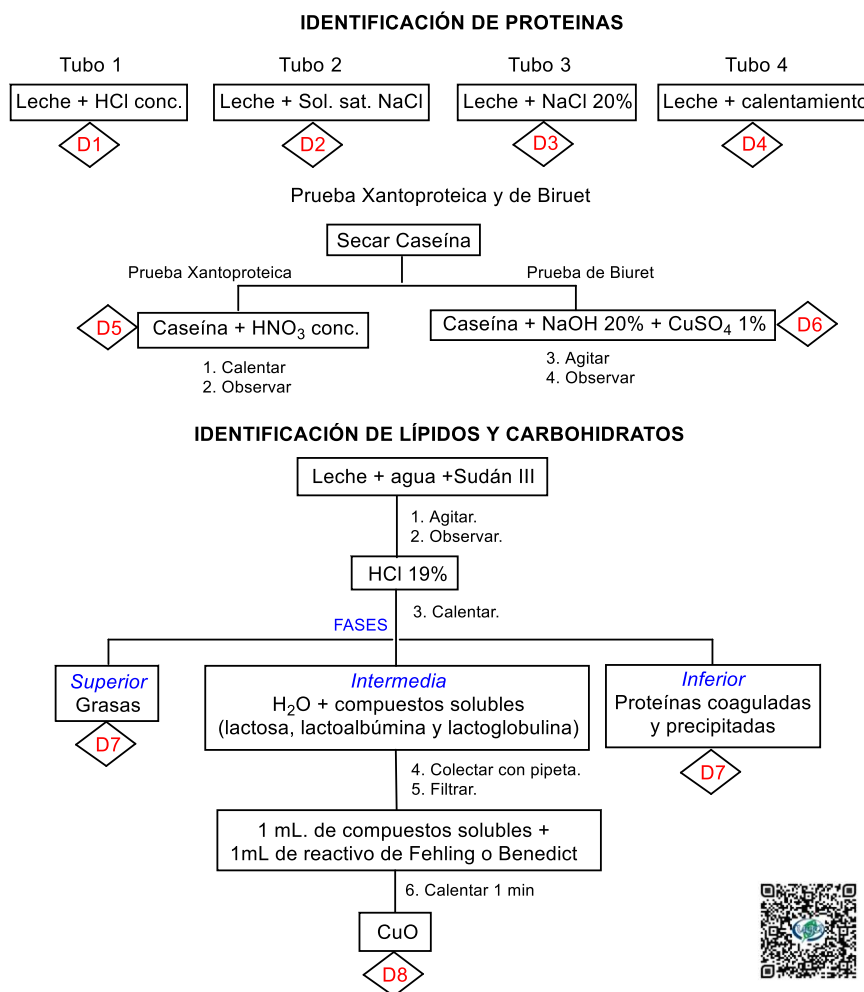
SUDAN III: Preparación. Disolver 1 g de sudan III en polvo en 30 mL de ácido acético $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$ y completar con 70 mL de agua destilada (calentar).

Sudan III 0.2%. Preparación. Pesar 200 mg de Sudán III y disolver en 100 mL de etanol al 70%, la mezcla se homogeniza calentando en baño María a 90°C y se deja en reposo durante 24 horas.

IV.- Disposición de residuos



Identificación de proteínas, lípidos y carbohidratos en productos lácteos.



V.- Reglamento de Higiene y Seguridad para los Laboratorios de la Facultad de Química.

Reglamento de Higiene y Seguridad para laboratorios de la Facultad de Química.

ARTÍCULO 1. El presente Reglamento es aplicable en todos aquellos espacios de la Facultad de Química donde se realice trabajo experimental, sea de docencia o de Investigación. Estos sitios, para efectos del presente Reglamento, serán denominados laboratorios.

Su cumplimiento es obligatorio para el personal académico administrativo y alumnos y no excluye otra reglamentación que resulte aplicable.

Deberá exhibirse en un lugar visible en cada laboratorio de la Facultad de Química.

ARTÍCULO 2. Es necesario que el personal que trabaja en cada laboratorio conozca los sistemas de alerta, las zonas de menor riesgo, las rutas de evacuación, el equipo para combatir siniestros y las medidas de seguridad en cada laboratorio, así como los procedimientos establecidos para actuar en caso de presentarse una emergencia.

ARTÍCULO 3. Los laboratorios deberán estar acondicionados, como mínimo, con lo siguiente:

1. Un control maestro para energía eléctrica.
 2. Un botiquín de primeros auxilios.
 3. Extintores.
 4. Un sistema de ventilación adecuado.
 5. Agua corriente.
 6. Drenaje.
 7. Un control maestro para suministro de gas en los lugares donde se utilice.
 8. Señalamientos de protección civil.
- Todos los laboratorios que trabajen con sustancias químicas (NOM-018-STPS-2015). Deberán tener, además:
1. Regadera
 2. Lavajos.
 3. Polvo para derrames.

ARTÍCULO 4. Cada uno de los Departamentos y Unidades Académicas de la Facultad deberán nombrar al menos a un responsable de seguridad.

ARTÍCULO 5. En los laboratorios de enseñanza de Licenciatura, al realizar actividades experimentales, nunca deberá estar una persona sola. El número mínimo de personas deberá ser de dos y al menos una de ellas deberá ser parte del personal académico de la Facultad.

En caso de los laboratorios de Investigación el número mínimo de personas que deberán permanecer es de dos, sin importar su nombramiento.

ARTÍCULO 6. Para trabajar en los laboratorios, es obligatorio usar bata, lentes de seguridad y en caso de ser necesario guantes; es responsabilidad del usuario contar

con el equipo mencionado. Queda prohibido el uso de lentes de contacto, pelo suelto y zapatos abiertos.

ARTÍCULO 7. Queda prohibido fumar y consumir alimentos o bebidas en los laboratorios.

ARTÍCULO 8. Todas las áreas donde se realice trabajo con material radiactivo deberán estar claramente identificadas. Para poder manipular este material radiactivo es indispensable aprobar el curso de capacitación, así como la obtención del dosímetro correspondiente.

ARTÍCULO 9. Para poder realizar trabajo experimental con Organismos Genéticamente Modificados (OGMs), se deberá informar a la Comisión Interna de Bioseguridad. El manejo y disposición adecuada de estos organismos, se llevará a cabo de acuerdo con el reglamento interno de cada Departamento.

ARTÍCULO 10. En caso de trabajar con compuestos que contengan azufre, selenio y fósforo o cualquier sustancia olorosa se deberá informar a la Coordinación de Seguridad Prevención de Riegos y Protección Civil para su conocimiento. Para el manejo de las mencionadas sustancias deberán seguirse las recomendaciones establecidas en las hojas de seguridad correspondientes que estarán disponibles en cada laboratorio ([NOM-018-STPS-2015](#)).

ARTÍCULO 11. Las puertas de acceso y salidas de emergencia deberán estar siempre libres de obstáculos y en posibilidad de ser utilizadas ante cualquier eventualidad. El responsable del área deberá verificar el cumplimiento de este artículo.

ARTÍCULO 12. Las regaderas deberán funcionar correctamente, contar con el drenaje adecuado, estar lo más alejadas posible de instalaciones o controles eléctricos y libres de todo obstáculo que impida su uso. El responsable del área deberá verificar el cumplimiento de este artículo.

ARTÍCULO 13. La localización de los controles maestros de energía eléctrica y suministros de gas en cada laboratorio, deberá estar señalada adecuadamente, de manera que puedan ser identificados con facilidad.

ARTÍCULO 14. Las tuberías de cada laboratorio deberán estar señaladas de acuerdo con la norma oficial mexicana correspondiente ([NOM-0026 STPS 2008](#)).

ARTÍCULO 15. Cada laboratorio deberá contar con un botiquín de primeros auxilios. Su contenido será el siguiente: LISTA COMPONENTES DEL BOTIQUÍN (link con oficio de contenido de botiquín AAPAUNAM-UNAM). El responsable se hará cargo de revisarlo periódicamente. [Circular 001 Contenidos del botiquín.](#)

ARTÍCULO 16. Los extintores de incendios deberán ser de CO₂ y de polvo químico seco, según lo determine el Departamento de Prevención y Combate de Siniestros de la UNAM. Deberán ser recargados periódicamente de conformidad con los resultados de la supervisión que se realiza regularmente o después de haber sido utilizados. En caso de que un extintor sea utilizado, deberá informarse a la

Coordinación de Seguridad, Prevención de Riesgos y Protección Civil para obtener un extintor de reemplazo temporal. El extintor debe tener la fecha de la última recarga y cuando se le debe de dar mantenimiento.

ARTÍCULO 17. Todo el personal académico, administrativo y estudiantes deberán de tener conocimiento de los procedimientos de seguridad establecidos para emergencias ocasionadas por incendios, derrames o personas accidentadas. Estos procedimientos se deben de tener a la vista en cada laboratorio.

ARTÍCULO 18. Los sistemas de extracción de gases deberán mantenerse sin estorbos ni impedimentos para su correcto funcionamiento. Se les deberá proporcionar el mantenimiento preventivo o correctivo que solicite el responsable de cada área.

ARTÍCULO 19. Los sistemas de suministro de agua corriente y de drenaje, deberán recibir el mantenimiento preventivo o correctivo que solicite el responsable de cada área, tan pronto como sea posible.

ARTÍCULO 20. Los lugares donde se almacenen reactivos, disolventes, equipos, materiales, medios de cultivo y todo aquello relacionado o necesario para el funcionamiento correcto de los laboratorios, estarán sujetos a este Reglamento en su totalidad.

ARTÍCULO 21. Queda prohibido desechar sustancias o materiales al drenaje, a la basura municipal o al medio ambiente. Todos los laboratorios deberán contar con procedimientos básicos para la disposición adecuada de los residuos y del personal responsable de su tratamiento.

ARTÍCULO 22. Queda prohibido pipetear directamente con la boca cualquier líquido.

ARTÍCULO 23. Al finalizar las actividades cotidianas, el responsable o el profesor correspondiente en los laboratorios de enseñanza deberá verificar que queden cerradas las llaves de gas, agua, vacío, etc., así como apagar todos los equipos que se hayan utilizado. En caso de requerir que algún equipo trabaje continuamente, deberán indicarse tanto en el interior como en el exterior del laboratorio correspondiente, en forma claramente visible y legible, las precauciones que deben seguirse, así como la información para localizar al responsable.

ARTÍCULO 24. Queda prohibido dejar experimentos bajo condiciones de calentamiento a reflujo toda la noche, fines de semana y en periodo vacacional excepto cuando cuenten con un sistema de recirculación de agua.

ARTÍCULO 25. En cada laboratorio de la Facultad deberán exhibirse, visible y legiblemente, los teléfonos de emergencia a los cuales llamar en caso de requerirlo.

ARTÍCULO 26. Los anaqueles, libreros y muebles de oficina que puedan caerse, deberán estar sujetos. Los cilindros vacíos o que contengan gases deberán estar asegurados individualmente para prevenir accidentes.

ARTÍCULO 27. Queda prohibido que menores de edad permanezcan en el laboratorio sin la autorización por escrito del responsable del área.

ARTÍCULO 28. El personal (académicos, administrativos o estudiantes) que labora, o realiza sus actividades en los laboratorios, debe informar al responsable del área o a su jefe inmediato si padece alguna enfermedad que requiera atención especial y pueda generar incidentes dentro del área.

ARTÍCULO 29. A todas las Unidades, Centros o Departamentos que estén certificados se regirán por el reglamento general y será complementado por su reglamento interno.

ARTÍCULO 30. Todas aquellas cuestiones que no estén específicamente señaladas en el presente Reglamento deberán ser resueltas por la Coordinación de Seguridad, Prevención de Riesgos y Protección Civil, la cual se apoyará en la Dirección de la Facultad.

ARTÍCULO 31. Cualquier alteración de las condiciones de seguridad, o en el cumplimiento del presente Reglamento, deberá ser reportada a la Coordinación de Seguridad, Prevención de Riesgos y Protección Civil.

ARTÍCULO 32. Las personas que sean sorprendidas haciendo mal uso de equipos, materiales, instalaciones, etc., propias de los laboratorios, o de las señalizaciones instaladas para protección civil, serán sancionadas conforme a la Legislación Universitaria, según la gravedad de la falta cometida.

ARTÍCULO 33. En el caso de los alumnos, las sanciones aplicables serán las que decida el H. Consejo Técnico de la Facultad, conforme a las disposiciones de la Legislación Universitaria.

ARTÍCULO 34. Si se trata de personal académico o administrativo, se levantarán las actas correspondientes y se dictarán las sanciones conforme a las disposiciones de la Ley Federal del Trabajo.

ARTÍCULO 35. Cada área académica deberá tener un Reglamento Interno de Higiene y Seguridad que será complementario al presente Reglamento, en tanto no lo contravengan.

ARTÍCULO 36. Se informará de este reglamento, así como de los particulares, a los usuarios de cada área académica, quienes deberán firmar de enterado.

ARTÍCULO 37. Queda prohibido realizar cualquier tipo de modificación a los procedimientos experimentales indicados en los manuales de prácticas vigentes de las licenciaturas de la Facultad de Química. En caso de considerarse necesaria la actualización o cambios en los procedimientos, éstos deberán ser avalados por escrito por la Jefatura del Departamento Académico correspondiente.

ARTÍCULO 38. Queda prohibido el uso de audífonos durante la estancia dentro de los laboratorios o talleres, así como el uso de teléfono celular o cualquier otro dispositivo ajeno al propósito de la actividad que se esté realizando.

ARTÍCULO 39. Los equipos o dispositivos experimentales deben ser armados, instalados y operados en su totalidad dentro de los laboratorios.

ARTÍCULO 40. No se permite construir alteraciones, bodegas, anexos o ampliaciones, de manera temporal o definitiva, en áreas comunes o al interior o exterior de los laboratorios sin la autorización correspondiente.

ARTÍCULO 41. Cuando un académico concluya su relación laboral con la Facultad de Química, por jubilación, renuncia, cambio de adscripción, etc., deberá disponer, de acuerdo con la normatividad correspondiente, de los materiales, reactivos, residuos y equipos, de ser el caso, que estén bajo su responsabilidad o resguardo. El Jefe de Departamento correspondiente será el responsable de dar seguimiento al cumplimiento de esta disposición.

ARTÍCULO TRANSITORIO ÚNICO. El presente Reglamento entrará en vigor al día siguiente de su aprobación por el Consejo Técnico, el 20 de junio de 2013. Última modificación 6 de septiembre de 2018.