

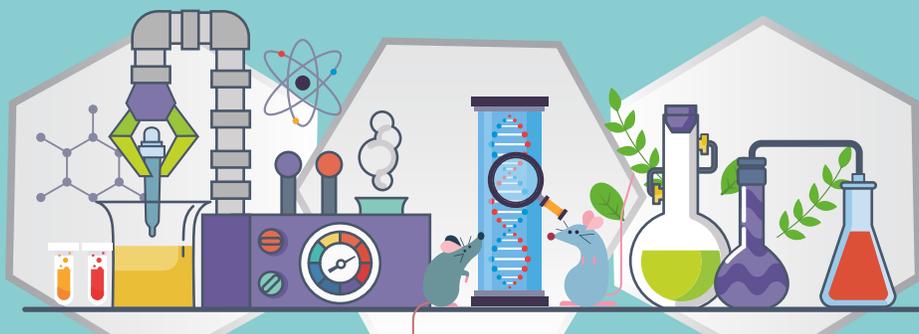
2<sup>do</sup>

# CONGRESO ESTUDIANTIL DE PROYECTOS MODULARES DE LA LICENCIATURA DE QFB

Departamento de Sistemas Biológicos  
Licenciatura en Química Farmacéutica Biológica

# MEMORIAS

23 y 24 de septiembre de 2024  
Trimestre 24 primavera





2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

**Rector General**

José Antonio de los Reyes Heredia

**Secretaria General**

Dra. Norma Rondero López

**Rector de la Unidad Xochimilco**

Dr. Francisco Javier Soria López

**Secretaria de Unidad**

Dra. María Angélica Biendía Espinosa

**Director de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud**

Dr. Luis Amado Ayala Pérez

**Secretario Académico de la División de CBS**

Dr. Jorge Ismael Castañeda Sánchez

**Jefa del Departamento de Sistemas Biológicos**

Dra. Liliana Schifter Aceves

**Coordinadora de la Licenciatura en Química Farmacéutica Biológica**

Dra. Norma Angélica Noguez Méndez





2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

# COMITÉ ORGANIZADOR

Dra. Raquel González Vázquez

Dra. Ana Laura Esquivel Campos

Dra. Karina Sánchez Herrera

Dra. Verónica Rodríguez Guerrero

Dra. María Angélica Gutiérrez Nava

Dra. Martha Leyte Lugo

Dra. Rubiceli Manzo Durán

Dra. Rubria Marlen Martínez Casares

Dra. Kendra Sorroza Martínez

Dra. Norma Angélica Noguez Méndez





2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## SEDE



**Centro Cultural UAM-Xochimilco**  
**Calzada del Hueso 1100. Col. Villa Quietud**  
**Alcaldía Coyoacán**  
**Ciudad de México**

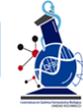


## OBJETIVO

Crear un espacio que permita la divulgación, discusión y reflexión sobre los conocimientos y habilidades adquiridas en los diferentes Módulos que conforman el plan de estudios de la Licenciatura de Química Farmacéutica Biológica que se imparte en la UAM-Xochimilco; además, construir mecanismos de vinculación entre los alumnos que cursan la licenciatura y los docentes de las diferentes áreas del Departamento de Sistemas Biológicos.

### Objetivos particulares

- ◆ Impulsar la difusión de los proyectos de investigación que los alumnos realizan en los Módulos que conforman el plan de estudios de la carrera de QFB.
- ◆ Incentivar en los estudiantes a desarrollar el compromiso, así como una actitud reflexiva sobre la importancia y aplicación que tienen todos los módulos que se encuentran en el mapa curricular de la licenciatura en QFB.
- ◆ Fortalecer el intercambio académico entre estudiantes de la licenciatura en QFB, el DSB y la Coordinación de la carrera de QFB.
- ◆ Dar a conocer las diferentes líneas de investigación que ofrecen las áreas académicas del DSB donde los alumnos pueden realizar su servicio social.
- ◆ Enriquecer la labor, el compromiso y la ética que requiere tener un profesional de la licenciatura en QFB, a través de conferencias donde los egresados compartan sus experiencias profesionales.
- ◆ Crear un canal de comunicación a través de medios digitales, para fortalecer y enriquecer la relación académica entre la comunidad estudiantil y docente.



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## JUSTIFICACIÓN

La misión de la Licenciatura en Química Farmacéutica Biológica de la UAM-Xochimilco es, egresar profesionales con una sólida base científica, humanística y técnica, un pensamiento crítico y un claro compromiso social que contribuyan a identificar, evaluar y resolver diversos problemas sociales del país, relacionados con los campos de la obtención y control de fármacos, la producción y control de medicamentos y productos biológicos a través del sistema educativo modular.

Para llevar a cabo la misión de la licenciatura, cada trimestre, los estudiantes realizan un proyecto modular que involucra los contenidos de los módulos y donde además, se propicia la discusión sobre problemáticas sociales actuales. Actualmente, los resultados de estas investigaciones modulares solo son presentados y discutidos dentro del aula y difícilmente se difunden entre la comunidad de UAM-X. Con base en estos antecedentes, el presente proyecto tiene como idea fundamental generar un espacio de difusión, actualización, aprendizaje, enriquecimiento académico, reflexión, discusión e intercambio de ideas entre el alumnado, egresados y los docentes de la licenciatura de QFB, tomando como eje los temas y proyectos modulares realizados en el trimestre. Para ello, se propone realizar un congreso trimestral, donde los alumnos a través de la presentación de sus proyectos modulares transmitan sus conocimientos aprendidos, favoreciendo el desarrollo de capacidades, habilidades y la generación de nuevas propuestas en la elaboración de fármacos, medicamentos y materiales biológicos necesarios para la prevención, diagnóstico y tratamiento de las enfermedades prevalentes en México.

Así mismo, este evento incluye conferencias sobre las diversas líneas de investigación que realiza el personal académico que conforman el Departamento de Sistemas Biológicos y donde los alumnos pueden realizar su servicio social, además de conferencias sobre investigaciones científicas de alto impacto que realiza el personal académico y conferencias impartidas por egresados de esta universidad. Lo que en consecuencia contribuirá a la actualización de los alumnos y académicos para mantenerse a la vanguardia en temas de investigación, análisis y evaluación de los problemas concretos de la producción de medicamentos. Así como, consolidar los conocimientos y desarrollar nuevas perspectivas para trabajar de forma conjunta con otros profesionales en diferentes áreas y con la sociedad en general.

Al finalizar la participación de alumnos, académicos y egresados en el congreso se emitirán constancias con valor curricular que evidencien su formación y actualización. También permitirá que los alumnos enriquezcan y amplíen su visión sobre las posibles áreas de investigación que se trabajan en el DSB, donde pueda realizar su servicio social y se vayan perfilando hacia futuros campos laborales o de investigación. Finalmente, este evento permitirá obtener información relevante que coadyuve a la actualización de los planes y programas de la licenciatura de QFB y enriquecerá los proyectos de investigación aprobados por el consejo divisional de CBS. Por lo que esta propuesta pretende establecer estos vínculos invitando a participar a los estudiantes de licenciatura y con la participación de las áreas de investigación.



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

# PROGRAMA

23 de septiembre, 2024

	Centro Cultural Velaria UAM-X
10:00 a 10:30	Inauguración por autoridades de la UAM-X
10:30 a 11:30	Presentación de las Jefaturas de área: Tecnología Farmacéutica – M. en C. Leticia Ortega Almanza Obtención y Producción de Compuestos Orgánicos – Dra. Julia Cassani Hernández Farmacocinética y Farmacodinamia – Dra. Verónica Barón Flores Productos Biológicos – Dr. Alberto Ortega Vázquez
11:30 a 12:30	Conferencia impartida por Dr. Carlos Tomás Quirino Barreda - Académico UAM-X “Innovación en Tecnología Farmacéutica: de los medicamentos convencionales a los nanomedicamentos para Biomedicina y Medicina Integrativa”
12:30 a 12:45	Coffee break
12:45 a 13:15	Presentación oral de trabajo modular: “Desarrollo y evaluación de una formulación de pasta a base de benzocaína para el tratamiento de aftas bucales”
13:15 a 13:45	Presentación oral de trabajo modular: “Evaluación de la sensibilidad a ceftriaxona y ampicilina de <i>Lactocaseibacillus casei</i> Shirota aislados de una bebida láctea fermentada”
13:45 a 14:15	Presentación oral de trabajo modular: “Extracción y aislamiento del ácido ursólico a partir del <i>Rosmarinus officinalis</i> ”
14:15 a 16:00	Comida
16:00 a 18:00	Presentación y evaluación de proyectos modulares en modalidad cartel



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## 24 de septiembre, 2024

	Centro cultural Velaria UAM-X
<b>10:00 a 11:00</b>	Conferencia impartida por Dr. Jesús Alfredo Rojo Cabral profesionista egresado de la UAM “El Q.F.B. en el ámbito hospitalario”
<b>11:00 a 12:00</b>	Conferencia impartida por Dr. Rafael Duarte Domínguez profesionista egresado de la UAM “Del núcleo al recubrimiento, su proveedor de elección”
<b>12:00 a 12:30</b>	Coffee Break
<b>12:30 a 13:00</b>	Presentación oral de trabajo modular: “Evaluación de la metilación de la región promotora del gen TOR1A”
<b>13:00 a 13:30</b>	Presentación oral de trabajo modular: “Desarrollo y caracterización de una pomada antiinflamatoria de ibuprofeno mediante diseño factorial”
<b>13:30 a 14:00</b>	Presentación oral de trabajo modular: “Evaluación de la actividad antibacteriana del aceite esencial de canela ( <i>Cinnamomum zeylanicum</i> ) y anisillo ( <i>Tagetes micrantha</i> ) contra <i>Staphylococcus aureus</i> y <i>Escherichia coli</i> ”
<b>14:00 a 15:00</b>	Comida
<b>15:00 a 17:00</b>	Presentación y evaluación de proyectos modulares en modalidad cartel
<b>17:00 a 17:30</b>	Presentación del programa de prácticas profesionales del Departamento de Sistemas Biológicos. Dr. Fernando Rodríguez Ramos
<b>17:30 a 18:00</b>	Premiación de proyectos modulares en sus dos modalidades Clausura oficial del evento

## ÍNDICE

FOLIO	Título de Proyecto Modular	PÁGINA
7400	Desarrollo y caracterización de un gel auxiliar en el tratamiento de acné, mediante un diseño factorial 2 <sup>2</sup>	1
7428	Diseño y elaboración de comprimidos matriciales hidrófilos de clorhidrato de metformina por compresión directa	9
7479	Producción de bacteriocinas por <i>Lactobacillus casei</i> utilizando nejayote como sustrato de fermentación	18
7509	Evaluación de la producción de ácido láctico mediante la fermentación en lote de cáscara de piña empleando <i>Lactobacillus casei</i>	24
7552	Producción de ácido láctico por <i>Lactobacillus casei</i> a partir de sacarosa obtenida de la melaza de caña como fuente de carbono alternativa a la sacarosa de grado reactivo	29
7578	Desarrollo y formulación de una crema de ketoconazol para uso tópico	37
7605	Desarrollo y evaluación de una formulación de pasta a base de benzocaína para el tratamiento de aftas bucales	46
7606	Desarrollo y caracterización de una pomada antiinflamatoria de ibuprofeno mediante diseño factorial	51
7607	Control microbiológico: Identificación y caracterización de hongos en una crema elaborada en la UAM-Xochimilco	58
7613	Evaluación del efecto antibacteriano de los extractos de <i>Calendula officinalis</i> y <i>Aloe vera</i> en la bacteria <i>Staphylococcus aureus</i> y <i>Klebsiella pneumoniae</i>	64
7615	Importancia en la detección y prevalencia de grupos sanguíneos	70
7616	Desarrollo y optimización de un emulgel de ibuprofeno y aceite de almendras, mediante un diseño de experimento factoria	75
7618	Identificación de <i>S. aureus</i> , <i>S. epidermidis</i> , <i>P. aeruginosa</i> y <i>Klebsiella</i> spp en máscaras de pestañas	80
7619	Evaluación de la sensibilidad a ceftriaxona y ampicilina de <i>Lactocaseibacillus casei</i> Shirota aislados de una bebida láctea fermentada	89
7629	Aislamiento y caracterización de microorganismos del suelo con capacidad para la biodegradación de glifosato	95
7630	Resistencia antimicrobiana de <i>Salmonella</i> spp aislada de materia fecal humana	101
7639	Microbiología ambiental en diversos sitios de la UAM Xochimilco	108
7640	Evaluación de la metilación de la región promotora del gen TOR1A	114
7643	Evaluación de disolución e intercambiabilidad del metronidazol de un medicamento genérico en comparación con una formulación de patente	123
7645	Verificación de la calidad de tabletas de paracetamol de 500 mg, a partir de la determinación de su principio activo mediante espectrofotometría UV-Vis	127

FOLIO	Título de Proyecto Modular	PÁGINA
7648	Caracterización de bacterias productoras de ácido indolacético (AIA) como metabolito promotor del crecimiento vegetal	133
7649	Desarrollo de una suspensión tópica de calamina con aceite esencial de romero para el tratamiento de lesiones pruriginos	146
7650	La importancia del lavado de manos al llegar ala universidad	151
7652	Pruebas de identificación, linealidad y precisión del diclofenaco como materia prima por espectrofotometría UV-Vis	156
7654	Comparación de la actividad antimicrobiana del extracto obtenido de las hojas de <i>Beta vulgaris</i> , sobre <i>Escherichia coli</i> y <i>Staphylococcus aureus</i>	161
7656	Determinación del efecto antimicrobiano de leucaena (guaje) en bacterias de importancia médica, <i>Escherichia coli</i> y <i>Staphylococcus aureus</i>	169
7657	Efecto de la variación de la concentración de surfactante (Polisorbato 60) sobre el tipo de emulsión, viscosidad y pH en una emulsión de lidocaína	175
7658	Comparación de la producción de ácido láctico por <i>Lactobacillus casei</i> en medios de cultivo con lactosa de grado reactivo vs. lactosa proveniente de suero de leche	181
7660	Evaluación de la actividad antibacteriana del aceite esencial de canela ( <i>Cinnamomum zeylanicum</i> ) y anisillo ( <i>Tagetes micrantha</i> ) contra <i>Staphylococcus aureus</i> y <i>Escherichia coli</i>	190
7661	Análisis de apreciación de los estudiantes de la UAM-X sobre la difusión de mitos de dietas para bajar de peso en redes sociales como TikTok	197
7662	Síntesis del 3,5-diaminoacetilsalicilato de bencilo como potencial antitumoral	203
7663	Síntesis del éster del ácido nicotínico y un derivado del ácido salicílico como posible tratamiento de enfermedades cardiovasculares	209
7665	Búsqueda, obtención y caracterización de bacterias productoras de pectinasas provenientes de diferentes fuentes naturales ricas en pectina	215
7666	Síntesis de un ácido-2-(1-[[[2S]-2-metil-3-sulfanilpropil]pirrolidin-2-ilcarbonil]-1,4-oxepan-1-il)bencenoico a partir de captopril y ácido salicílico (AS) para mejorar el tratamiento de los pacientes con riesgo cardiovascular elevado	224
7667	Extracción y aislamiento del ácido ursólico a partir del <i>Rosmarinus officinalis</i>	229
7668	Evaluación del efecto antiinflamatorio de la dexametasona con la coadministración del extracto de cúrcuma en ratones CD-1 en el modelo del edema auricular inducido por aceite de croton	235
7669	La atorvastatina y el ácido salicílico: un compuesto híbrido contra las enfermedades cardiovasculares	240
7670	Síntesis del Ácido 2-[3-(3-benzoilfenil)-2-oxobutil] benzoico como potencial antiinflamatorio	245
7671	Identificación de enterobacterias en muestra de tacos de canasta y su salsa dentro de la UAM Xochimilco	251
7672	Variantes genéticas en el gen LPL asociadas a dislipidemias en la población mexicana	257



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

FOLIO	Título de Proyecto Modular	PÁGINA
7674	Terapias milagrosas: el caso del dióxido de cloro para el tratamiento de enfermedades	264
7678	Aislamiento y caracterización de bacterias ácido lácticas autóctonas de la fermentación artesanal de chiles en escabeche	269
7686	Comparación de dos métodos de síntesis del 5-nitrofurfural diacetato a partir del olote	277
7689	Comparación de barras nutricionales comerciales con una alternativa casera	287
7693	Información educativa a deportistas sobre el consumo excesivo de suplementos mediante literatura científica	291
7695	Desarrollo y estandarización de un método para la evaluación la activación plaquetaria inducida por líneas celulares de cáncer de próstata	297
7699	Extracción de eugenol y su empleo en la síntesis de la 2-metoxi-4-(((2s, 4s)-6-nitro-2-fenil-1,2,3,4-tetrahydroquinolin-4-il)metilfenol, mediante la reacción de Povarov empleando un disolvente eutéctico	305
7700	Desigualdades a nivel mundial en el acceso a servicios odontológicos según el nivel socioeconómico	311
7701	Formulación y evaluación de aguas micelares oleosa y acuosa con extracto de arroz como limpiadores cosméticos	315
7702	Síntesis de 2,4,5-trifenilimidazol	320
7707	Preformulación y formulación de un ungüento con propiedades cicatrizantes utilizando distintas concentraciones de savia de una variedad de la planta <i>Croton lachnostachyus</i> Baill, de la región del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca	326
7708	Síntesis de diosmina a partir de hesperidina extraída de la cáscara de <i>Citrus × sinensis</i>	337
7717	Comparación entre técnicas para la síntesis de dibenzalacetona	344
7719	Obtención de dibenzalacetona	349
7741	Calidad de la materia ácido acetilsalicílico: estudio comparativo entre productos de farmacia y mercado informal	353
7742	Obtención, aislamiento de ácido ursólico de <i>Rosmarinus officinalis</i> L.	360
7743	Síntesis de paracetamol (acetaminofén)	365
7744	Obtención de un derivado del ácido glicirretínico mediante la adición de ácido glutámico: síntesis, estudios in silico e in vitro hacia el desarrollo de inhibidores de la Proteína Tirosina Fosfatasa 1B (PTP1B)	369
7746	Calidad de la Cafeína: Evaluación del Principio Activo Basada en la FEUM	375
7747	Análisis microbiológico en los tacos de pastor del local "tacos 5x25"	381
7748	Síntesis de benzocaína	388



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## Desarrollo y caracterización de un gel auxiliar en el tratamiento de acné, mediante un diseño factorial 2<sup>2</sup>

Arroyo Martinez Andrea Michel, Garcia Cruz Adolfo, Guzmán Estrada Mirna Areli, Gutiérrez Pérez Fabiola Carolina, Ramirez Gómez Brenda\*

**Profesores:** Garcia Guzman Perla\*, Ortega Almanza Leticia

\* Autores de correspondencia: [2203018840@alumnos.xoc.uam.mx](mailto:2203018840@alumnos.xoc.uam.mx)  
[pgarcia@correo.xoc.uam.mx](mailto:pgarcia@correo.xoc.uam.mx)

**Módulo:** Aseguramiento de la Calidad en la  
Industria Quimico Farmaceutica

### Resumen

El acné es un problema muy frecuente en la población ya que este se genera por ciertos factores que pueden promover su desarrollo. Por ello en este proyecto se desarrolló un gel auxiliar para el tratamiento de acné, evaluando el efecto que tendría el % de Carbopol 940 y el Tiempo de reposo en la viscosidad y extensibilidad, mediante un diseño Experimental 2<sup>2</sup> para identificar cuáles serían los valores óptimos para la obtención del gel. Obteniendo que el Tiempo de reposos no es un factor significativo a comparación del % de Carbopol que afecta la viscosidad y extensibilidad del gel.

**Palabras clave:** Acné, Diseño factorial, Espesante

### Introducción

En la actualidad el acné es un problema muy frecuente que afecta la autoestima de la persona que lo padece, así como también afecta su integridad física, mental y social. Ciertos factores como el sol, cambios hormonales, alimentos grasos, infecciones bacterianas, factores psicológicos y el factor hereditario contribuyen a agravar el acné, es por ello que se ha investigado sobre varios métodos alternativos y convencionales para tratar los diferentes trastornos dérmicos (González, 2009).

El acné usualmente responde a tratamientos con medicamentos tópicos, como es el ácido salicílico, el cual se ocupa para reducir la inflamación, el enrojecimiento y destapar los poros obstruidos de la piel para permitir que los granos se reduzcan. Además, estos pueden estar en combinación de ingredientes activos naturales, generando más beneficios en la piel como es hidratarla, eliminar células muertas, como antioxidante y calmante, entre otros (Mayo Clinic, 2024).

Por ello el objetivo de este trabajo es desarrollar y caracterizar un gel auxiliar para el tratamiento de acné, utilizando un diseño factorial 2<sup>2</sup>, con el fin de identificar las condiciones óptimas de la proporción y el tiempo de reposo del espesante para la formulación del gel.

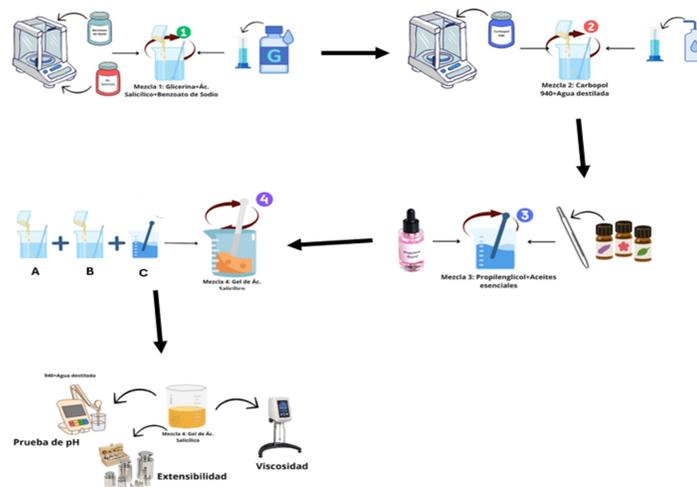
## Objetivo General

Desarrollar y caracterizar un gel facial para el acné mediante un diseño factorial  $2^2$ , con el propósito de identificar las condiciones óptimas de proporción y tiempo de reposo del espesante en la formulación.

## Objetivos Particulares

- Realizar cuatro formulaciones variando la proporción del espesante y el tiempo de reposo según el diseño factorial  $2^2$ .
- Evaluar la viscosidad y extensibilidad de las formulaciones para analizar el impacto del espesante y el tiempo de reposo.
- Identificar los efectos significativos de los factores sobre la viscosidad para determinar las condiciones óptimas.
- Elaborar dos formulaciones utilizando los valores óptimos obtenidos de viscosidad y extensibilidad.

## Metodología



## Resultados y Discusión

Se realizaron 4 formulaciones del gel facial de ácido salicílico y aceites esenciales, obteniendo geles homogéneos de color amarillo pálido (Figura 1) y con olor a aceite esencial de palmarosa.



**Figura 1.** Gel facial auxiliar para el tratamiento del acné.

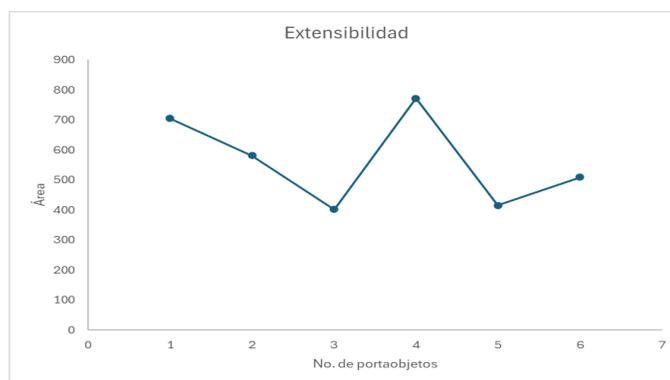
### *Extensibilidad*

**Tabla 1.** Resultados de prueba de extensibilidad del gel con tiempo de reposo de 24 h.

Tiempo de Reposo de 24 horas.		
Formulación 1	Tratamiento (mm)	Área (mm)
d	22.42	394.8
d <sub>(1)</sub>	25.91	527.3
d <sub>(2)</sub>	26.88	567.5
d <sub>(5)</sub>	29.96	705.0
Formulación 1	Réplica 1 (mm)	Área (mm)
d	20.96	345.0
d <sub>(1)</sub>	21.68	369.2
d <sub>(2)</sub>	25.98	530.1
d <sub>(5)</sub>	27.20	581.1
Formulación 1	Réplica 2(mm)	Área (mm)
d	20.37	325.9
d <sub>(1)</sub>	21.51	363.4
d <sub>(2)</sub>	22.09	383.2
d <sub>(5)</sub>	22.62	401.9

**Tabla 2.** Resultados de prueba de extensibilidad del gel con tiempo de reposo de 2 h.

<b>Tiempo de Reposo de 2 horas.</b>		
<b>Formulación 1</b>	<b>Tratamiento (mm)</b>	<b>Área (mm)</b>
d	28.07	618.8
d <sub>(1)</sub>	29.05	622.8
d <sub>(2)</sub>	29.90	702.2
d <sub>(5)</sub>	31.35	771.9
<b>Formulación 1</b>	<b>Réplica 1 (mm)</b>	<b>Área (mm)</b>
d	20.73	337.5
d <sub>(1)</sub>	21.49	362.7
d <sub>(2)</sub>	22.30	390.6
d <sub>(5)</sub>	22.98	414.8
<b>Formulación 1</b>	<b>Réplica 2 (mm)</b>	<b>Área (mm)</b>
d	20.56	332.0
d <sub>(1)</sub>	21.14	351.0
d <sub>(2)</sub>	21.85	375.0
d <sub>(5)</sub>	25.45	508.7



**Figura 2.** Resultados de prueba de extensibilidad.

Al observar y analizar la gráfica de extensibilidad, con base en los valores obtenidos de las tablas 1 y 2, podemos decir sobre el comportamiento del gel facial auxiliar en el tratamiento del acné con diferentes tiempos de gelificación (24 horas y 2 horas), que con un tiempo de gelificación de 24 horas se observa una disminución en el área de extensibilidad en las réplicas 1 y 2 de la formulación con 1 % de carbopol 940 (2.5g); esta tendencia decreciente sugiere que la formulación se vuelve menos extensible con más presión, lo cual es esperado para un gel bien estructurado lo cual podría indicar una mayor cohesión interna después de un tiempo de gelificación más prolongado. Respecto al tiempo de gelificación de 2 horas, se obtuvo una variabilidad mayor en la extensibilidad. Inicialmente, hay un aumento en el área con la misma formulación, seguido de una disminución en la réplica 1 y luego otro aumento en la réplica 2. Esto podría indicar que el gel no ha alcanzado una estructura completamente

estable y homogénea, resultando en una respuesta más variable a la presión con base al tiempo de gelificación de 2 horas en la formulación y ambas réplicas de la misma.

**Tabla 3.** Resultados de prueba de extensibilidad del gel óptimo con tiempo de reposo de 2 h.

<b>Tiempo de Reposo de 2 horas.</b>		
<b>Formulación 1 (Óptimo)</b>	<b>Tratamiento (mm)</b>	<b>Área (mm)</b>
<b>d</b>	<b>19.75</b>	<b>306.4</b>
<b>d<sub>(1)</sub></b>	<b>19.93</b>	<b>312.0</b>
<b>d<sub>(2)</sub></b>	<b>19.95</b>	<b>312.6</b>
<b>d<sub>(5)</sub></b>	<b>22.27</b>	<b>389.5</b>
<b>Formulación 1 (Óptimo)</b>	<b>Réplica 1(mm)</b>	<b>Área (mm)</b>
<b>d</b>	<b>23.58</b>	<b>436.7</b>
<b>d<sub>(1)</sub></b>	<b>25.01</b>	<b>491.3</b>
<b>d<sub>(2)</sub></b>	<b>26.19</b>	<b>538.7</b>
<b>d<sub>(5)</sub></b>	<b>29.45</b>	<b>681.2</b>



**Figura 3.** Resultados de prueba de extensibilidad del gel óptimo.

Con base a la formulación óptima, se observa una extensibilidad mucho menor en el primer gel y una extensibilidad mucho mayor en el segundo gel, esto podría deberse a factores como la homogeneidad de la mezcla, la distribución de los ingredientes activos, o incluso pequeñas variaciones en el proceso de fabricación.

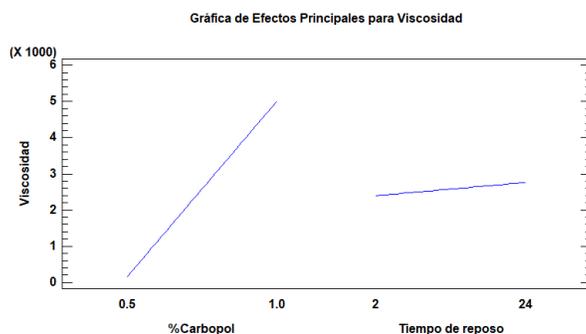
**pH**

**Tabla 4.** Resultados de prueba de pH

%Carbopol	Tiempo de reposo	Tratamiento	Réplica 1	Réplica 2
		pH	pH	pH
1%	2h	5.83	6.82	6.99
1%	24h	7.25	6.20	6.78
0.5%	2 h	4.98	6.7	7.9
0.5%	24 h	7.70	5.65	6.77

Se determinó el pH de cada tratamiento y réplica; los valores ideales deben estar dentro del rango de 6.5 a 7 por ser un gel tópico. Se obtuvieron distintos valores los cuales se muestran en la tabla 4, para lo cual se consideró que el % de Carbopol y Tiempo de reposo no afectan por que el pH se controla con la trietanolamina, ya que esta es un ajustador de pH. Al agregar esta provoca que el carbopol se gelifique, equilibrado y estabilizando la composición para que este se encuentre en los valores deseados.

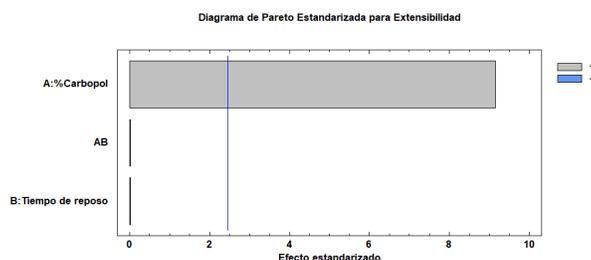
**Viscosidad**



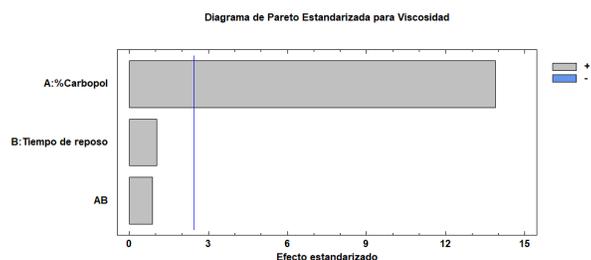
**Figura 4.** Efectos principales para la viscosidad.

De acuerdo con los resultados obtenidos, la viscosidad en el gel facial incrementó hasta 5000 cP a medida que se incrementó el porcentaje del carbopol en la formulación de 0.5% a 1% como se observa en la Figura 4. Por otro lado, la relación entre la viscosidad y el tiempo de reposo es casi plana, con un ligero aumento de 2500 a 3000 cP. El tiempo de reposo no influyó sobre la viscosidad de las formulaciones, puesto que se obtuvieron valores de cP similares, sin embargo, la proporción de carbopol empleada sí afecta directamente la viscosidad del gel, cuando se incrementa su concentración en la formulación. La viscosidad aumenta, debido a que la formación de gel por carbopol 940 como agente gelificante es uniendo el agua a la estructura del polímero, lo que provoca que sus moléculas se entrelacen, esto ocasiona que el agua quede atrapada dentro del gel, formando así una estructura rígida proporcional a la concentración empleada de carbopol (Samala, 2016; Safitri et. al. 2021).

## Diseño Experimental



**Figura 5.** Diagrama de Pareto de Extensibilidad, indicando los factores que afectan significativamente.



**Figura 6.** Diagrama de Pareto de Viscosidad, indicando los factores que afectan significativamente.

Con base al diseño experimental realizado se identificó el efecto que tiene el % de Carbopol 940 utilizado en la viscosidad y extensibilidad del gen, mostrados en las Figuras 5 y 6 que al aumentar el % de Carbopol la extensibilidad y viscosidad aumentan. Además, se obtuvieron los valores óptimos para la obtención de mayor resultados, teniendo que 1% de Carbopol es recomendable y el tiempo de reposo no afecta significativamente.

## Conclusiones

De acuerdo a los datos obtenidos con el diseño experimental <sup>2</sup> se identificó que el 1% (2.5g) de Carbopol 940 tiene un efecto significativo en la viscosidad y extensibilidad del gel, ya que al ser un agente espesante mejora la textura, uniformidad y brinda homogeneización una vez que se aplica en la zona afectada, es por ello que la formulación óptima es empleando una proporción alta de Carbopol 940 con un tiempo de gelificación bajo, debido a que un mayor tiempo de reposo del espesante no tiene efecto significativo sobre la viscosidad y extensibilidad.

## Referencias

González, B. (2009). Proyecto Crema Natural para el Acné. [http://academia.edu/5957992/PROYECTO\\_CREMA\\_NATURAL\\_PARA\\_ACNE](http://academia.edu/5957992/PROYECTO_CREMA_NATURAL_PARA_ACNE)

Mayo Clinic (2024). Acné. <https://www.mayoclinic.org/es/diseases-conditions/acne/diagnosis-treatment/drc-20368048>

Safitri, F., Nawangsari, D., & Febrina, D. (2021). Overview: Application of carbopol 940 in gel. *In International Conference on Health and Medical Sciences (AHMS 2020)*, 80–84. Atlantis Press.

Samala, M. & Sridevi, G. (2016). Role of Polymers as Gelling Agents in the Formulation of Emulgels. *Polymer science*. 2(1), 1–8. <https://doi.org/10.4172/2471-9935.100010>



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## **Diseño y elaboración de comprimidos matriciales hidrófilos de clorhidrato de metformina por compresión directa**

Jiménez Carreto Estrella Guadalupe, Martínez Chávez Axel Brayan, Ramos Miranda Samger Alexis, Ruíz Flores Tania Elizabeth, Osorio Álvarez Cristian Ignacio\*

**Profesores:** Melgoza Contreras Luz María\*, Pérez González María Luisa

\* Autores de correspondencia: [2202031410@alumnos.xoc.uam.mx](mailto:2202031410@alumnos.xoc.uam.mx)  
[lmelgoza@correo.xoc.uam.mx](mailto:lmelgoza@correo.xoc.uam.mx)

**Módulo:** Diseño y Obtención de Medicamentos de Calidad

### **Resumen**

La diabetes mellitus tipo 2 es una enfermedad crónica, dada por alteraciones metabólicas que se caracterizan por presentar hiperglucemia crónica; este tipo de diabetes se asocia a la obesidad y se produce una resistencia a la insulina acompañada de una deficiencia de esta hormona produciendo un progresivo defecto en su secreción; como tratamiento se utiliza el clorhidrato de metformina, así, el objetivo del presente trabajo consistió en la obtención de capletas de 500 mg metformina de liberación modificada por compresión directa, utilizando dos coprocesados (Metformina-HCl DC 90) y Retalac (HPMC K4M y Lactosa). En el proceso de fabricación de la capletas se tamizaron el fármaco y excipientes, mezclándose posteriormente en un mezclador de cubo durante 10 minutos a 40 rpm, elaborándose los comprimidos en una tableteadora rotativa y realizando las pruebas de calidad, concluyendo que se logró evaluar y diseñar comprimidos que cumplen con los estándares de calidad establecidos por FEUM.

**Palabras clave:** Diabetes Mellitus, Comprimidos matriciales, Clorhidrato de metformina

### **Introducción**

La diabetes mellitus en México se considera como una de las enfermedades de mayor importancia médica, los censos han reportado una incidencia de casos del 90 %, así como cifras que permiten determinar a la diabetes como una de las principales causas de muerte en el país (INEGI, 2022).

Dada su importancia médica, la determinación de tratamiento y medicamentos que permitan regular los niveles de glucosa, así como un control de la concentración de insulina en sangre, donde este último, ha visto mejores resultados con el uso de terapias farmacológicas. Diversos censos poblacionales determinaron que la metformina es el principal método de tratamiento farmacológico que permite el control de niveles de glucosa en sangre mediante la inhibición de su producción, así como regulación de la concentración de insulina (ADS, 2022).

A pesar de esto y como pudiera ocurrir en distintas terapias farmacológicas, la metformina, que requiere de una ingesta constante, puede representar efectos negativos para los pacientes que la consumen (FDA, 2016).

La determinación y empleo de nuevas tecnologías que permitan reestructurar el uso de fármacos para evitar la incidencia de efectos negativos ha sido un enfoque de estudio para innovación. Para fines de este proyecto, se ha diseñado bajo un enfoque en el empleo de liberación modificada que permitan una liberación controlada y prolongada del principio activo contenido en el medicamento, reduciendo la periodicidad en la ingesta de tabletas.

Los sistemas matriciales se consideran una de estas tecnologías empleadas en el recubrimiento de liberación modificada (Edda Costa, 2003). Para mejorar terapias farmacológicas con inconvenientes como las presentes en la metformina.

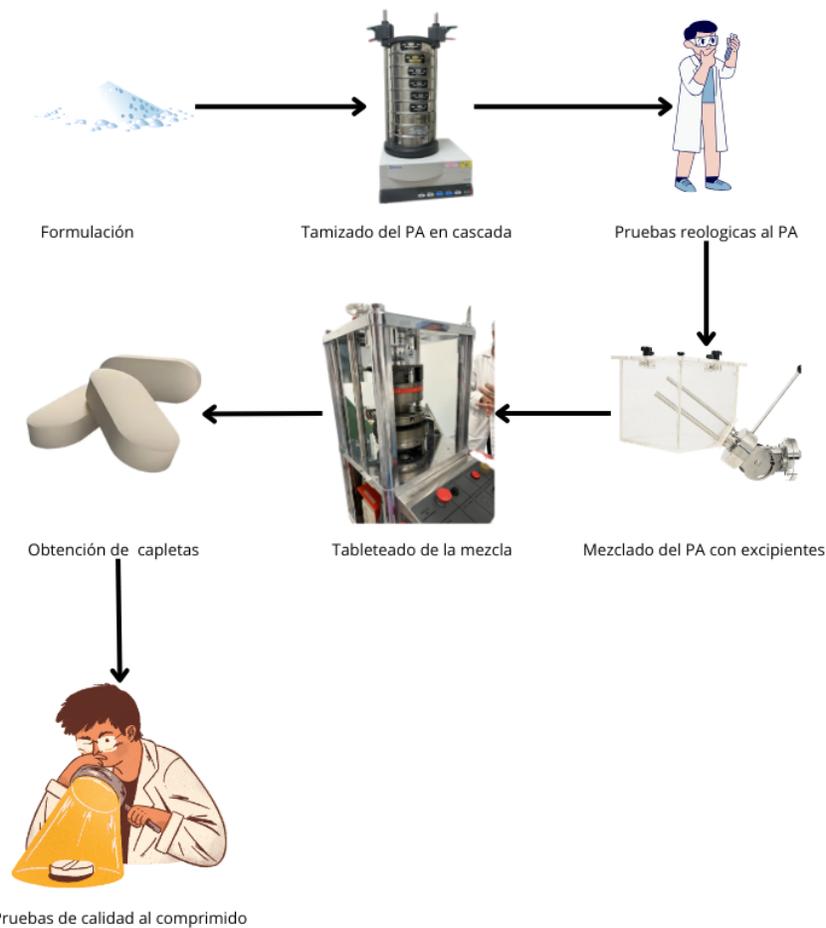
### **Objetivo general**

Desarrollar comprimidos matriciales hidrófilos de clorhidrato de metformina para mejorar la adherencia al tratamiento y su respuesta terapéutica en pacientes con diabetes mellitus.

### **Objetivos particulares**

- Evaluar las características reológicas de los excipientes y el principio activo.
- Elaborar capletas hidrófilas de 500 mg de clorhidrato de metformina por compresión directa.
- Realizar pruebas de control de calidad del producto final según la 13ava edición de la FEUM.

## Metodología



## Resultados y Discusión

### *Reología del principio activo (metformina)*

- Conocimiento de la distribución de tamaño de partícula del Fármaco. En la tabla 1 se presenta la distribución del fármaco en 8 diferentes tamices y la base.

En la tabla 1 se observó que el lote del clorhidrato de metformina (Met HCl) tiene un mayor porcentaje de tamaño concentrado en la malla número 40 y 50. Y el tamaño de partícula promedio fue de 328.77  $\mu\text{m}$ .

**Tabla 1.** Tamizado en cascada del principio activo, indicando en cada tamiz y el porcentaje que representa de los 100 g utilizados.

No. de malla	µm del tamiz	Porcentaje del Met HCl.
30	600	8.4
40	425	19.4
50	300	23.6
60	250	12.4
70	212	10.6
100	150	12.9
140	106	4.3
250	62	3.4
Base	-	5
Total		100%

En la tabla 2 se resumen los resultados de reología de Met HCl para conocer su fluidez y posible uso en compresión directa.

**Tabla 2.** Resultado de las pruebas reológicas establecidas en la FEUM de los polvos de fármaco.

Prueba	MGA	Valores FEUM		Resultados
Densidad aparente g/ml	MGA-1031	-	-	0.5660
Densidad compactada g/m	MGA-1031	-	-	0.6423
Índice de Carr (%)	MGA-1031	0-10 10-15 16-20 21-25 26-31	Excelente Bueno Regular Pobre Muy pobre	11.86 - Bueno
Índice de Hausner	MGA-1031	1.0-1.11 1.12-1.18 1.19-1.34 1.35-1.45 1.46-1.59 Mayor a 1.60	Excelente Bueno Aprobable Pobres Muy pobres Extremadamente mala	1.135 - Bueno
Ángulo de reposo	MGA-1061	25° - 30° 31° - 35° 36° - 40° 41° - 45° 46° - 55° 56° - 65° Mayor a 66°	Excelente Bueno Adecuada Aceptable Pobre Muy Pobre Extremadamente pobre	18.52 - Excelente

### *Elaboración de las tabletas*

Compresión por vía directa en una tableteadora Riva Piccola B10 de la formulación que se resume en la tabla 3, buscando obtener capletas de Metformina con un peso total de 1000 mg (Lote de 250g).

**Tabla 3.** Contenido de cada excipiente en la capletas de clorhidrato de metformina de 500 mg

Contenido	Función	Porcentaje (%)	Cantidad por capleta (mg)
Clorohidrato de metformina DC 90 (Coprocesado)	Principio activo	55.55 %	555.55 mg
RetaLac (coprocesado 1:1 lactosa y HPMC)	Diluyente y aglutinante	43.5%	435.0 mg
Esterato de Magnesio	Lubricante	1%	10 mg
Total			1000 mg

**Tabla 4.** Resumen de resultados obtenidos del lote.

Tamaño del lote		Peso por capleta		Peso del lote	
Teórico	Obtenido	Teórico	Obtenido	Teórico	Obtenido
250 capletas	207 capletas	1000 mg	1031.11 mg	250 kg	207.7 kg
%=83		-		%=83.03	

- ***Pruebas de control de calidad***

En el control de calidad de las tabletas elaboradas se realizaron las siguientes pruebas de calidad: dureza, variación de peso, friabilidad, hinchamiento y porcentaje de erosión en las cuales se obtuvieron los resultados de la siguiente tabla.

**Tabla 5.** Resumen de resultados de las pruebas de calidad que se le hicieron al lote

Pruebas de calidad de las capletas			
Dureza MGA 1051 (n=10)	$Min = 10.70 Kp$	Variación del peso promedio MGA 299 (n=20)	$\underline{x} = 1.031 g$
	$Max = 14.72 Kp$		$DS = 37.52 mg$
	$\underline{x} = 12.75 Kp$		$CV = 3.63 \%$
Friabilidad MGA 1041 (n=10)	0.05 %	Rendimiento Neto	80.68 %
% Hinchamiento a las 12h (n=3)	2.89 %	% Erosión a las 12h (n=3)	72.32

**a) Dureza**

El cumplimiento de este criterio de dureza es esencial para garantizar que las tabletas formarán una matriz hidrofílica adecuada durante la administración, permitiendo la liberación sostenida del clorhidrato de metformina conforme a los parámetros farmacocinéticos deseados.

**b) Friabilidad**

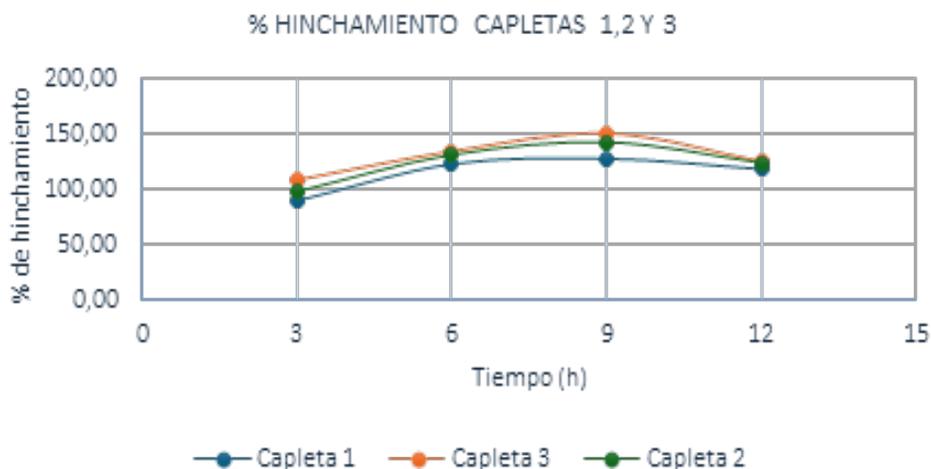
La realización de dicha prueba tiene el propósito de evaluar la resistencia del sólido a la abrasión o desgaste por fricción, al obtener un porcentaje de 0.05%, se considera dentro del valor aceptable manejado por la MGA (<1%).

**c) Variación de peso**

Los pesos individuales de las 20 capletas se encuentran dentro del  $\pm 10\%$  del peso propuesto de la capleta (1g), es decir que se encuentran todas dentro del intervalo de 900 y 1,100 mg

**d) Hinchamiento**

En esta prueba 3 capletas se dejaron 12 horas en una caja Petri y se reportaba el peso de aumento para así obtener el gráfico siguiente.



**Figura 1.** Gráfico de % de hinchamiento de capletas en medio gástrico simulado n=3

La evaluación del índice de hinchamiento es vital, ya que ayuda a observar si la liberación del fármaco ocurre de manera controlada y eficaz; se obtuvo un porcentaje de hinchamiento en jugo gástrico de 122.61 %, Un alto porcentaje de hinchamiento nos indica una buena capacidad para liberar el fármaco, además se puede observar en la figura 1, que el crecimiento de la capleta es constante lo que indica una estabilidad en la tableta además que al finalizar las pruebas de hinchamiento en jugo gástrico la integridad de la estructura de las capletas se mantuvo asegurando una liberación controlada.

#### e) Erosión

Posterior a la prueba de porcentaje de hinchamiento; las matrices se secaron en una estufa a  $50 \pm 2$  °C durante 12 h, determinando que la erosión fue del 72.32 %

#### f) Frentes de Hinchamiento

Con la finalidad de observar el hinchamiento y los diferentes frentes que se forman, se utilizaron cuatro capletas en una solución colorida y cada tableta se dejó en un tiempo determinado para ser cortada transversalmente

## FRENTE DE TABLETAS MATRICIALES



**Figura 2.** Inicio de la prueba de frente a tiempo cero



**Figura 3.** Prueba de frente a las 3 h después de haberse sumergido la capleta



**Figura 4.** Prueba de frente a las 6 h después de haberse sumergido la capleta



**Figura 5.** Prueba de frente a las 9 h después de haberse sumergido la capleta



**Figura 6.** Fin de la prueba de frente a las 12 h después de haberse sumergido la capleta

### Conclusión

Los resultados de las pruebas de calidad son indicativos de la efectividad de la formulación de clorhidrato de metformina por compresión directa. Todos los resultados de la presente investigación están dentro de los parámetros establecidos por la Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos (FEUM), por lo que la formulación puede considerarse adecuada para su uso.

## Referencias

American Diabetes Association. (2022). Standards of medical care in diabetes—2022. *Diabetes Care*, 45 (Suppl. 1), S1–S258. [https://care.diabetesjournals.org/content/45/Supplement\\_1](https://care.diabetesjournals.org/content/45/Supplement_1)

Costa, E., Arancibia, A., & Aiache, J-M. (2003). Sistemas Matriciales, [http://www.latamipharm.org/trabajos/23/2/LAJOP\\_23\\_2\\_6\\_1\\_0PM30H5NDZ.pdf](http://www.latamipharm.org/trabajos/23/2/LAJOP_23_2_6_1_0PM30H5NDZ.pdf)

INEGI. (2024, January 24). Estadísticas de Defunciones Registradas (EDR) (INEGI, Ed.) [Review of Estadísticas de Defunciones Registradas (EDR)]. INEGI; INEGI. [https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2024/EDR/EDR2023\\_En-Jn.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2024/EDR/EDR2023_En-Jn.pdf)

FDA. (2016, August 4). La FDA actualiza las advertencias relativas al uso de la metformina, una medicina para la diabetes, en ciertos pacientes con una función renal deteriorada (FDA, Ed.) [Review of La FDA actualiza las advertencias relativas al uso de la metformina, una medicina para la diabetes, en ciertos pacientes con una función renal deteriorada]. U. S. Food & Drug Administration; U. S. Food & Drug Administration. <https://www.fda.gov/drugs/drug-safety-and-availability/la-fda-actualiza-las-advertencias-relativas-al-uso-de-la-metformina-una-medicina-para-la-diabetes-en#:~:text=Los%20efectos%20secundarios%20comunes%20de,el%20az%C3%BAcar%20en%20la%20sangre>

Secretaría de Salud, Comisión permanente de la Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos. *Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos (FEUM)* 13 ed. México; 2021.



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## Producción de bacteriocinas por *Lactobacillus casei* utilizando nejayote como sustrato de fermentación

Bartolo Mandujano Edith Citlaly\*, González Guerrero Luis Fernando, Montiel Santana Saul Esteban, Sánchez Guzmán Josselyn, Sosa Delgadillo Victoria de los Ángeles

**Profesores:** Gutiérrez Nava Angélica\*, Martínez de la Cruz Patricia

\* Autores de correspondencia: [2203059412@alumnos.xoc.uam.mx](mailto:2203059412@alumnos.xoc.uam.mx)  
[agutz@correo.xoc.uam.mx](mailto:agutz@correo.xoc.uam.mx)

**Módulo:** Obtención de Metabolitos de Interés Industrial para la Salud

### Resumen

Se empleó *Lactobacillus casei* para producción de bacteriocinas, teniendo como medio de cultivo nejayote previamente tratado. Inicialmente se realizó la caracterización del nejayote en el cual se cuantificaron 21.85 g/L de carbohidratos totales y de 14.35 g/L de proteínas presentes. Posteriormente, se diseñó un proceso fermentativo en el cual al observar la cinética de fermentación se identificó el aumento de biomasa en el medio MRS (control), así también se observó que en nejayote no hubo crecimiento. Finalmente, se determinó por difusión en disco que en el medio MRS y en el extracto de nejayote no se encontraron presentes bacteriocinas que inhiben crecimiento de *E. coli* y *Salmonella typhi*.

**Palabras clave:** Nejayote, Bacteriocinas, *Lactobacillus casei*, Fermentación, Proteínas, Carbohidratos

### Introducción

El nejayote es el agua residual resultante de la nixtamalización, este subproducto se genera en grandes volúmenes debido a la alta demanda de nixtamal ya que los productos nixtamalizados son alimentos de primera necesidad en México y América Latina (Ramírez et al., 2013; Cooper et al., 2018; Díaz & Castro, 2022). El nejayote se considera un residuo altamente contaminante debido a su alta demanda biológica y química de oxígeno y alta alcalinidad (García et al., 2015). En México se ha estimado que se generan 14.4 millones de m<sup>3</sup>/mes de nejayote que, al descargarse en diferentes cuerpos de agua, aumentan la turbidez y disminuyen el oxígeno disuelto afectando la supervivencia organismos acuáticos resultando en un grave problema de contaminación (Rojas et al., 2012; Valderrama et al., 2012; Ayala et al., 2014). Una de las aplicaciones usando nejayote ha sido emplearlo para cultivo de probióticos (Gutiérrez et al., 2010; Ramírez et al., 2013; Figueroa et al., 2011) y la producción de metabolitos, que en este estudio es de gran interés la producción de bacteriocinas, que son péptidos antimicrobianos que le hacen frente a diversos patógenos (Todorov et al., 2022; Todorov et al., 2019) y en los últimos años ha tomado gran relevancia puesto que se han utilizado como bioconservantes naturales en la industria alimentaria y en la terapéutica (Thapar & Salooja, 2023). El nejayote contiene una gran cantidad de carbohidratos (23.57-63.41 g/L), azúcares reductores (0.166-0.818 g/L) y proteína (5.66-12.92 g/L) (Ramírez et

al., 2013) por lo que este residuo puede ser una alternativa como medio de cultivo para el crecimiento de diferentes microorganismos y la obtención de metabolitos de interés industrial para la salud.

## Objetivo General

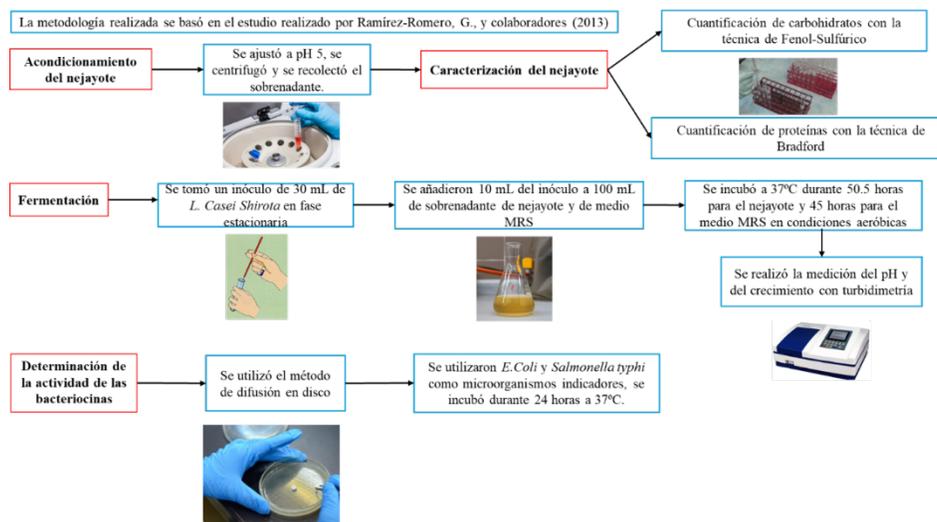
Determinar la producción de bacteriocinas de *Lactobacillus casei* utilizando nejayote como sustrato de fermentación.

## Objetivos Particulares

- Recolectar y acondicionar el residuo de nejayote para su uso como medio de cultivo.
- Determinar la concentración de carbohidratos totales y proteína presentes en el nejayote.
- Evaluar la cinética de fermentación de *Lactobacillus casei*.
- Determinar la presencia de bacteriocinas producidas por *Lactobacillus casei*.

## Metodología

La metodología para la producción de bacteriocinas por *Lactobacillus casei* utilizando nejayote como sustrato de fermentación se realizó como se muestra a continuación.



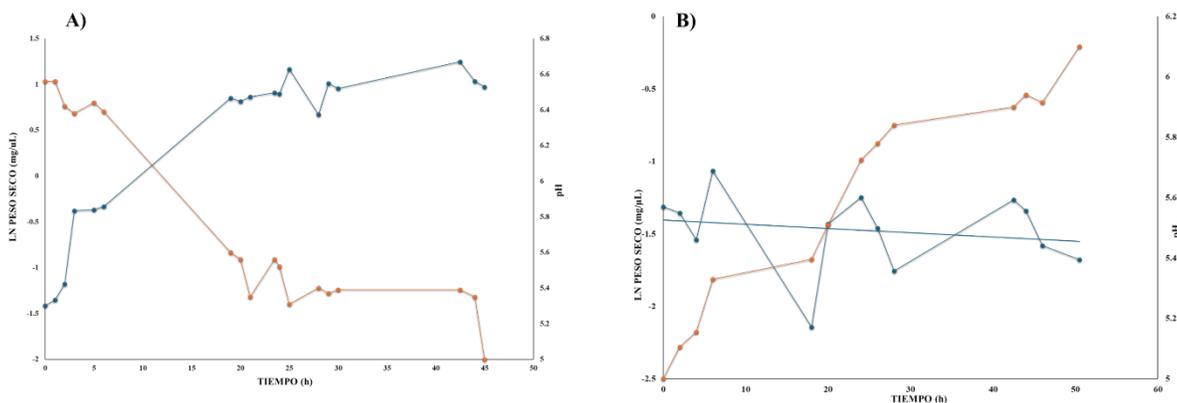
## Resultados y Discusión

### Caracterización del nejayote

Después de la colecta y acondicionamiento del nejayote, se cuantificaron carbohidratos totales y proteínas, obteniendo una concentración de 21.85 g/L de carbohidratos y 14.35 g/L de proteínas. Ramírez et al. (2013) reportaron concentraciones de 23.57 a 63.41 g/L de carbohidratos y 5.66 a 12.92 g/L de proteínas, mientras que Valderrama et al. (2012) encontraron 8 g/L de carbohidratos y 11.3 g/L de proteínas, valores similares a los obtenidos en este trabajo.

### Cinética de Fermentación

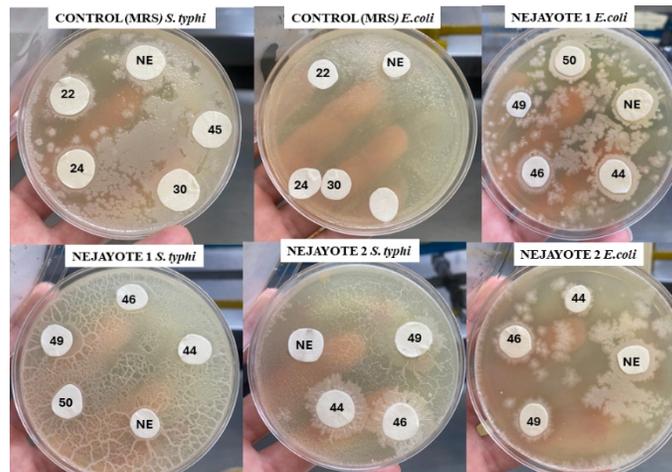
El crecimiento de *Lactobacillus casei* en nejayote se realizó por duplicado y comparado con un medio de control (MRS). En el control (Figura 1A), *L. casei* presentó una fase de adaptación corta y entró en crecimiento exponencial a las 5 horas, alcanzando la fase estacionaria a las 25 horas. En el nejayote (Figura 1B), el crecimiento de *L. casei* fue limitado, en parte porque el inóculo provenía de una muestra en fase estacionaria y los carbohidratos en el nejayote eran principalmente complejos, como almidón, hemicelulosa y celulosa, que *L. casei* no puede degradar. A diferencia del control, en el nejayote el pH aumentó con el tiempo, lo que se atribuye a su naturaleza alcalina (pH >10) debido al exceso de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Aunque se ajustó el pH a 5, es probable que quedaran partículas de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , que reaccionaron con los ácidos orgánicos producidos (como el ácido láctico) generando lactato de calcio y agua, lo que elevó el pH en lugar de reducirlo (Ayala, 2012).



**Figura 1.** Cinéticas de crecimiento y pH de *Lactobacillus casei* al crecer en A) en medio control MRS y B) Nejayote.

### Actividad de Bacteriocinas

Las bacterias ácido-lácticas (LAB) producen diversos compuestos antimicrobianos como ácidos orgánicos,  $H_2O_2$ , diacetilo, enzimas, biosurfactantes y bacteriocinas, que inhiben bacterias patógenas y de deterioro de alimentos. Entre ellos, las bacteriocinas se destacan como bioconservantes seguros. En un estudio para evaluar la producción de bacteriocinas en nejayote y en un control (MRS), se utilizaron placas de agar Mueller-Hinton con *E. coli* y *S. typhi*, pero no se observaron halos de inhibición, lo que sugiere que estos patógenos pueden crecer en nejayote (Figura 2). Sin embargo, estudios previos con cepas mutadas de LAB demostraron inhibición (Ramírez et al., 2013; Todorov & Dicks, 2007; Sharma & Saharan, 2014; Gaspar et al., 2018; Ma et al., 2020). En contraste con este estudio, la cepa utilizada no fue modificada genéticamente.



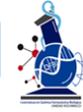
**Figura 2.** Método de difusión en disco. Para control (MRS) sobrenadantes aplicados a las 22, 24, 30 y 45 horas; para nejayote sobrenadantes aplicados a las 44, 46, 49 y 50 horas. NE (nejayote estéril).

### Conclusión

De acuerdo con la caracterización del nejayote recolectado se puede señalar que este contiene concentraciones propicias para la proliferación de *L. casei* en cuanto a carbohidratos y proteínas totales. Sin embargo, no hubo producción de bacteriocinas en el sobrenadante el extracto de nejayote debido a la ausencia de halos de inhibición.

## Referencias

- Ayala, A.A. (2012). Producción de lactato de calcio durante la desmineralización de exoesqueleto de jaiba y su efecto sobre la quitina aislada [Tesis de maestría, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.]. <https://ciad.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1006/270/1/AYALA-MENDIVIL-NA12.pdf>
- Ayala-Soto, F.E., Serna-Saldívar, S.O., García-Lara, S., & Pérez-Carrillo, E. (2014). Hydroxycinnamic acids, sugar composition and antioxidant capacity of arabinoxylans extracted from different maize fiber sources. *Food Hydrocolloids*, 35, 471–475. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2013.07.004>
- Bernal Gracida, A., Angélica, L., Meza, M., & Guadalupe, M. (2009) Capacidad de adhesión y fermentación a gránulos de almidón de papa por bacterias ácido-lácticas silvestres para evaluar su actividad como prebiótico. *Universidad La Salle* vol. 8, núm. 31. pp. 521 <https://www.redalyc.org/pdf/342/34211305001.pdf>
- Cooper-Bribiesca, B., Navarro-Ocaña, A., Díaz-Ruiz, G., Aguilar-Osorio, G., Rodríguez-Sanoja, R., & Wachter, C. (2018). Lactic acid fermentation of arabinoxylan from Nejayote by *Streptococcus infantarius* ssp. *infantarius* 25124 isolated from pozol. *Frontiers in Microbiology*, 9. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.03061>
- Del R Rocha-Pizaña, M., Chen, W.N., Lee, J.J.L., Buitimea-Cantúa, N.E., González-Nimi, E., & Gutierrez-Urbe, J.A. (2020). Production of a potential collagenolytic protease by nejayote fermentation with *Aspergillus oryzae*. *International Journal of Food Science & Technology*, 55(10), 3289–3296. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14592>
- Deegan, L.H., Cotter, P.D., Hill, C., & Ross, P. (2006). Bacteriocins: Biological tools for bio-preservation and shelf-life extension. *International Dairy Journal*, 16(9), 1058–1071. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2005.10.026>
- Díaz-Montes, E., & Castro-Muñoz, R. (2022). Analyzing the phenolic enriched fractions from Nixtamalization wastewater (Nejayote) fractionated in a three-step membrane process. *Current Research in Food Science*, 5, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2021.11.012>
- Díaz-Montes, E., Rodríguez-Romero, V.M., & Arzola-Rodríguez, S.I. (2022). Effect of Primary By-Product (Nejayote) of the Nixtamalization on Fungal Growth. *Waste And Biomass Valorization*, 14(4), 1157–1168. <https://doi.org/10.1007/s12649-022-01932-5>
- Figuroa-González, I., Quijano, G., Ramírez, G., & Cruz-Guerrero, A. (2011). Probiotics and prebiotics-perspectives and challenges. *Journal of the Science of Food And Agriculture*, 91(8), 1341–1348. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4367>
- García-Zamora, J.L., Sánchez-González, M., Lozano, J.A., Jáuregui, J., Zayas, T., Santacruz, V., Hernández, F., & Torres, E. (2015). Enzymatic treatment of wastewater from the corn tortilla industry using chitosan as an adsorbent reduces the chemical oxygen demand and ferulic acid content. *Process Biochemistry*, 50(1), 125–133. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2014.10.012>
- Gaspar, C., Donders, G.G., Palmeira-De-Oliveira, R., Queiroz, J.A., Tomaz, C., Martinez-De-Oliveira, J., & Palmeira-De-Oliveira, A. (2018). Bacteriocin production of the probiotic *Lactobacillus acidophilus* KS400. *AMB Express*, 8(1). <https://doi.org/10.1186/s13568-018-0679-z>
- Gillor, O., Etzion, A., & Riley, M.A. (2008). The dual role of bacteriocins as anti- and probiotics. *Appl Microbiol Biotechnol*, 81(4), 591–606.
- Gutiérrez-Urbe, J.A., Rojas-García, C., García-Lara, S., & Serna-Saldívar, S.O. (2010). Phytochemical analysis of wastewater (nejayote) obtained after lime-cooking of different types of maize kernels processed into masa for tortillas. *Journal Of Cereal Science*, 52(3), 410–416. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2010.07.003>
- Ma, J., Yu, W., Hou, J., Han, X., Shao, H., & Liu, Y. (2020). Characterization and production optimization of a broad-spectrum bacteriocin produced by *Lactobacillus casei* KLDS 1.0338 and its application in soybean milk biopreservation. *International Journal of Food Properties*, 23(1), 677–692. <https://doi.org/10.1080/10942912.2020.1751656>
- Oh, S., Rheem, S., Sim, J., Kim, S., & Baek, Y. (1995). Optimizing conditions for the growth of *Lactobacillus casei* yit in tryptone-yeast extract-glucose medium by using response surface methodology. *Applied & Environmental Microbiology*, 388 61(11), 3809–3814.
- Papadimitriou, K., Alegría, Á., Bron, P.A., de Angelis, M., Gobbetti, M., Kleerebezem, M., Lemos, J.A., Linares, D.M., Ross, P., Stanton, C., Turróni, F., van Sinderen, D., Varmanen, P., Ventura, M., Zúñiga, M., Tsakalidou, E., & Kok, J. (2016). Stress Physiology of Lactic Acid Bacteria. *Microbiology and molecular biology reviews: MMBR*, 80(3), 837–890. <https://doi.org/10.1128/MMBR.00076-15>



## 2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

- Ramírez-Romero, G., Reyes-Velazquez, M., & Cruz-Guerrero, A. (2013). Estudio del nejayote como medio de crecimiento de probióticos y producción de bacteriocinas. *SciELO*. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1665-27382013000300009](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-27382013000300009)
- Ricciardi, A., Ianniello, R.G., Parente, E., & Zotta, T. (2018). Factors affecting gene expression and activity of heme and manganese dependent catalases in 406 *Lactobacillus casei* strains. *International Journal of Food Microbiology*, 280, 407–466.
- Rojas-García, C., García-Lara, S., Serna-Saldivar, S.O., & Gutiérrez-Urbe, J.A. (2012). Chemopreventive Effects of Free and Bound Phenolics Associated to Steep Waters (Nejayote) Obtained After Nixtamalization of Different Maize Types. *Plant Foods for Human Nutrition*, 67(1), 94-99. <https://doi.org/10.1007/s11130-011-0272-y>
- Sharma, D., & Saharan, B. S. (2014). Simultaneous Production of Biosurfactants and Bacteriocins by Probiotic *Lactobacillus casei* MRTL3. *International Journal of Microbiology*, 1–7. <https://doi.org/10.1155/2014/698713>
- Thapar, P., & Salooja, M.K. (2023). Bacteriocins: Applications in Food Preservation and Therapeutics. En *IntechOpen eBooks*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.106871>
- Todorov, S.D., Popov, I., Weeks, R., & Chikindas, M.L. (2022). Use of Bacteriocins and Bacteriocinogenic Beneficial Organisms in Food Products: Benefits, Challenges, Concerns. *Foods*, 11(19), 3145. <https://doi.org/10.3390/foods11193145>
- Todorov, S., De Melo Franco, B., & Tagg, J. (2019). Bacteriocins of Gram-positive bacteria having activity spectra extending beyond closely-related species. *Beneficial Microbes*, 10(3), 315–328. <https://doi.org/10.3920/bm2018.0126>
- Valderrama-Bravo, C., Gutiérrez-Cortez, E., Contreras-Padilla, M., Rojas-Molina, I., Mosquera, J., Rojas-Molina, A., Beristain, F., & Rodríguez-García, M. (2012). Constant pressure filtration of lime water (nejayote) used to cook kernels in maize processing. *Journal of Food Engineering*, 110(3), 478-486. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2011.12.018>
- Vacio-Muro, K.J., Lozano-Álvarez, J.A., Sánchez-González, M.N., Vela, N.A.C., Torres-Ramírez, E., & Jáuregui-Rincón, J. (2020). Remoción de contaminantes del nejayote con alginato y quitosano. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. <https://doi.org/10.20937/rica.53185>



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## Evaluación de la producción de ácido láctico mediante la fermentación en lote de cáscara de piña empleando *Lactobacillus casei*

Ávila Silva Gabriela Danae, Juárez Zavala Dulce Margarita, Méndez Sampayo Mariel, Nieto Jiménez Alejandro\*, Schweizer Agustín Eric

**Profesores:** Gutiérrez Nava María Angélica, Martínez Cruz Patricia\*

\* Autores de correspondencia: [2202029027@alumnos.xoc.uam.mx](mailto:2202029027@alumnos.xoc.uam.mx)  
[pmartinez@correo.xoc.uam.mx](mailto:pmartinez@correo.xoc.uam.mx)

**Módulo:** Obtención de Metabolitos de Interés Industrial para la Salud

### Resumen

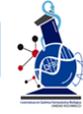
El aprovechamiento de residuos orgánicos como la cáscara de piña no solo reduce desechos, sino que también genera beneficios ambientales y económicos al convertir un residuo en un recurso valioso. Este trabajo evaluó la producción de ácido láctico utilizando cáscara de piña como fuente alternativa de carbono. Se compararon dos fermentaciones: un control con medio MRS y otra con piña como sustrato, midiendo azúcares, biomasa, ácido láctico y pH. Los resultados mostraron que el medio con piña generó una mayor producción de ácido láctico, alcanzando 2.97 g/L a las 23.17 horas. También se observó un crecimiento tardío, pero más pronunciado de biomasa, demostrando el potencial de los residuos agroindustriales en fermentaciones sostenibles.

**Palabras clave:** *Lactobacillus*, Fermentación, Lote, Cáscara de piña, Ácido láctico

### Introducción

La producción de ácido láctico ha adquirido una relevancia significativa en diversas industrias debido a su amplia aplicación en la fabricación de productos alimentarios, farmacéuticos y bioplásticos (Hidalgo et al., 2018). Este compuesto es utilizado en la industria alimentaria como conservante y acidulante, además en el sector farmacéutico, se emplea en la formulación de medicamentos y soluciones intravenosas (Kumar et al., 2020).

La fermentación para la producción de ácido láctico tradicionalmente ha dependido de fuentes de carbono convencionales, como azúcares refinados. Sin embargo, la búsqueda de alternativas más sostenibles ha llevado a explorar el uso de materias primas de bajo costo y menor impacto ambiental (Abd et al., 2023). Entre estas, la cáscara de piña, un subproducto abundante de la industria frutícola, emerge como una opción atractiva (FAO, 2023). La gestión inadecuada de los residuos de cáscara de piña no solo representa un desafío ambiental, sino también una oportunidad para su valorización como fuente de carbono en procesos biotecnológicos (González et al., 2022). Este estudio se centra en la producción de ácido láctico mediante fermentación utilizando la cepa *Lactobacillus casei* y cáscara de piña como sustrato. Se utilizará para evaluar el rendimiento de la cáscara de piña en comparación con un control con medio MRS. La comparación entre ambas fermentaciones permitirá analizar



## 2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

cómo las diferentes condiciones de fermentación afectan la conversión del sustrato obtenido de cáscara de piña en ácido láctico.

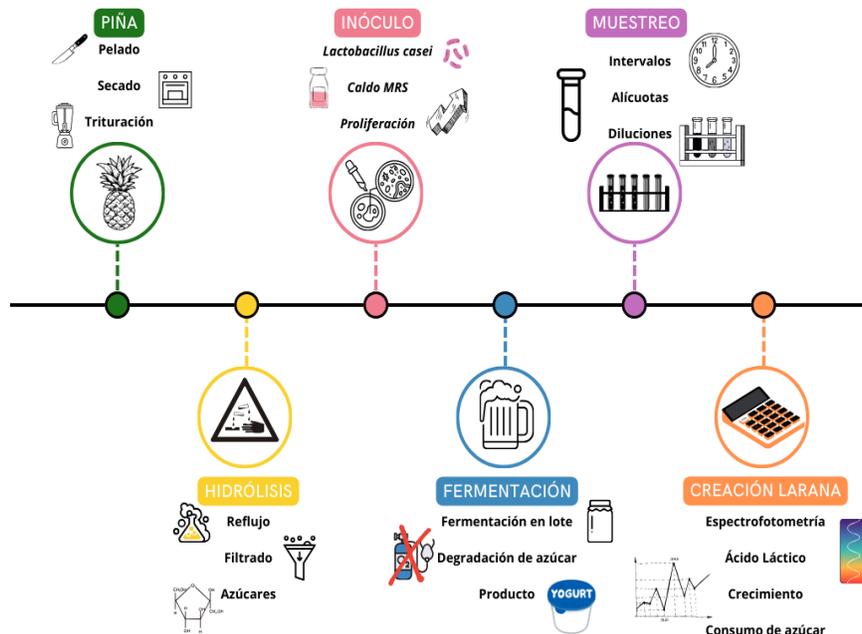
### Objetivo general:

Evaluar la productividad del ácido láctico mediante la fermentación con *Lactobacillus casei* utilizando cáscara de piña como fuente de carbono, comparando los resultados con un medio control de MRS.

### Objetivos particulares

- Emplear la cáscara de piña como fuente de carbono en una fermentación en lote y determinar si esta es una alternativa viable para la producción de ácido láctico mediante la comparación de la cuantificación de cada una de las fermentaciones.
- Cuantificar la biomasa producida durante las fermentaciones con ambos tipos de sustratos, para evaluar la eficiencia del crecimiento celular empleando espectrofotometría UV-Vis.
- Comparar la tasa de crecimiento del medio control y del medio con cáscara de piña empleando espectrofotometría UV-VIS.
- Evaluar consumo de sustrato mediante el método DNS en fermentación en lote con *Lactobacillus casei* utilizando cáscara de piña y un medio control.
- Determinar la concentración de ácido láctico producido en la fermentación en lote utilizando cáscara de piña y compararlo con la producción en un medio control.

## Metodología

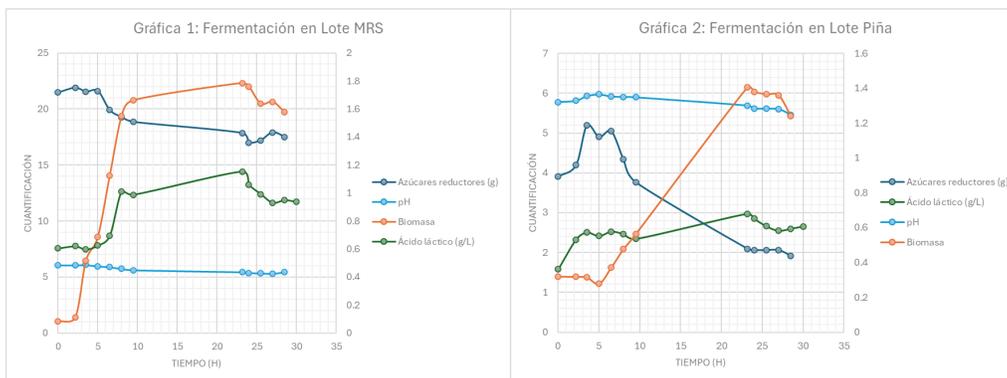


## Resultados y Discusión

La producción de ácido láctico utilizando cáscara de piña como fuente de carbono, comparada con el medio estándar MRS, mostró diferencias significativas que coinciden con estudios recientes, como el de Costa et al. (2024), quienes analizaron la viabilidad de utilizar desechos agroindustriales en la fermentación. En este experimento, el medio con piña produjo 2.9767 g/L de ácido láctico, superando al medio MRS, que alcanzó solo 0.6208 g/L. Esto sugiere que la cáscara de piña es un sustrato más eficiente y económico, como también lo señalan Zain et al. (2020), quienes estudiaron la capacidad de los residuos de frutas para aumentar la síntesis de ácido láctico.

Además, la biomasa en el medio con piña fue notablemente mayor, alcanzando un pico de 1.406 g/L a las 23.17 horas, mientras que el medio MRS mantuvo un promedio de 0.5155 g/L. Este resultado puede atribuirse a la mayor disponibilidad de carbohidratos y nutrientes en la cáscara de piña, que facilita el crecimiento de *Lactobacillus casei*, como lo mencionan Huang et al. (2023) en estudios sobre el uso de residuos de frutas en procesos de fermentación.

En las *Gráficas 1 y 2* se muestran los perfiles de azúcares reductores, ácido láctico, pH y biomasa para ambos medios, lo que evidencia claramente las diferencias entre el comportamiento del medio con cáscara de piña y el medio MRS.



En cuanto al pH, el medio con piña mostró una mayor acidificación, alcanzando un pH de 5.46 a las 28.5 horas, en línea con la mayor producción de ácido láctico. Costa et al. (2024) también observaron una acidificación significativa en fermentaciones con residuos de frutas, vinculada a la constante liberación de ácidos orgánicos durante el proceso.

Los parámetros cinéticos presentados en la *Tabla 1* destacan ciertas ventajas del medio con cáscara de piña en comparación con el medio MRS. Aunque los valores en el medio MRS fueron relativamente constantes, en varios aspectos fueron superados por el medio con piña. En el medio con cáscara de piña, la tasa de crecimiento específico fue menor y el tiempo de duplicación fue más largo, lo cual refleja una menor velocidad de crecimiento debido a un contenido inicial de azúcares más bajo, este medio mostró ventajas en términos de productividad. El rendimiento celular ( $Y_{x/s}$ ) fue ligeramente inferior en comparación con el medio MRS, pero la producción de ácido láctico fue significativamente mayor, alcanzando 0.656 g/L por g/L de sustrato.

Tabla 1: Calculos Cinéticos			
	MRS	Piña	Unidades
$\mu =$	0.131	0.080	$h^{-1}$
Tiempo de duplicación =	5.283	8.690	h
Número de generaciones =	4.386	2.666	generaciones
$Y_{x/s} =$	0.412	0.316	g/L lactobacillus / g/Lsustrato
$P_{max} =$	0.050	0.128	g/Lh
$Y_{p/s} =$	0.151	0.656	g/L Ác.lac / g/Lsustrato

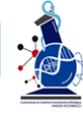
## Conclusiones

La cáscara de piña se ha demostrado como una fuente de carbono viable para la producción de ácido láctico mediante fermentación con *Lactobacillus casei*, presentando una productividad superior en comparación con el medio estándar MRS en ciertos parámetros clave. El medio con cáscara de piña no solo favoreció una mayor producción de ácido láctico, alcanzando concentraciones de 2.9767 g/L frente a los 0.6208 g/L obtenidos con MRS, sino que también impulsó un crecimiento celular notable en las etapas tardías del proceso, lo que indica una mejor adaptación del microorganismo al sustrato alternativo.

Por lo tanto, se concluye que la utilización de cáscara de piña como fuente de carbono en la fermentación con *Lactobacillus casei* es una opción prometedora para la producción de ácido láctico, con beneficios en términos de eficiencia, sostenibilidad y reducción de costos de producción.

## Referencias

- Wan-Mohtar, W.A.A.Q.I., Khalid, N.I., Rahim, M.H.A., Luthfi, A.A.I., Zaini, N.S.M., Din, N.A.S. & Mohd Zaini, N.A. (2023). Underutilized Malaysian Agro-Industrial Wastes as Sustainable Carbon Sources for Lactic Acid Production. *Fermentation*, 9(10), 905–905. <https://doi.org/10.3390/fermentation9100905>
- Costa, S., Summa, D., Radice, M., Vertuani, S., Manfredini, S., & Tamburini, E. (2024). Lactic acid production by *Lactobacillus casei* using a sequence of seasonally available fruit wastes as sustainable carbon sources. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2024.1447278>
- FAO. (2023). Pineapple production statistics. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- González, R., Martínez, A., & Vega, L. (2022). Environmental impact of pineapple waste management. *Journal of Environmental Management*, 309, 114657. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.114657>
- Hidalgo, M., Díaz, S., & López, E. (2018). Industrial applications of lactic acid. *Journal of Applied Microbiology*, 125(5), 1210–1224. <https://doi.org/10.1111/jam.13814>
- Huang, J., Wang, J., & Liu, S. (2023). Advanced Fermentation Techniques for Lactic Acid Production from Agricultural Waste. *Fermentation*, 9(8), 765–765. <https://doi.org/10.3390/fermentation9080765>
- Kumar, R., Singh, P., & Yadav, A. (2020). Sustainable use of pineapple waste for lactic acid production. *Bioresource Technology Reports*, 11, 100496. <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2020.100496>
- Zain, N.A.M., Aziman, S.N., Suhaimi, M.S., & Idris, A. Optimization of L(+) lactic acid production from solid pineapple waste (SPW) by *Rhizopus oryzae* NRRL 395. *Journal of Polymers and the Environment*, 29, 230–249 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10924-020-01862-0>



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## Producción de ácido láctico por *Lactobacillus casei* a partir de sacarosa obtenida de la melaza de caña como fuente de carbono alternativa a la sacarosa de grado reactivo

Hinojosa Lopez Jimena, Macías Domínguez Laurent Evalore, Peña Gutiérrez Jesús Efraín, Reyes Álvarez Ana Laura, Ventura Martínez Diana

**Profesores:** Gutiérrez Nava María Angélica, Martínez Cruz Patricia\*

\* Autores de correspondencia: [2203058595@alumnos.xoc.uam.mx](mailto:2203058595@alumnos.xoc.uam.mx)  
[agutz@correo.xoc.uam.mx](mailto:agutz@correo.xoc.uam.mx)

**Módulo:** Obtención de Metabolitos de Interés Industrial para la Salud

### Resumen

Este estudio evaluó la producción de ácido láctico por *Lactobacillus casei* en medios de cultivo con diferentes fuentes de carbono: sacarosa obtenida de melaza de caña, sacarosa y lactosa grado reactivo. Se hipotetizó que el uso de melaza de caña incrementaría la producción de ácido láctico en comparación con los azúcares de grado reactivo. Para comprobar esta suposición, se llevó a cabo un estudio de producción microbiana en el cual se cuantificaron el crecimiento microbiano, consumo de sustrato y producción de ácido láctico mediante los métodos: peso seco, azúcares totales y titulación ácido-base. Los resultados demostraron que el medio con melaza de caña produjo una mayor producción de ácido láctico en comparación con los azúcares de grado reactivo, lo que confirma que subproductos como la melaza pueden ser una fuente eficiente de carbono. Esta investigación resalta la importancia de incorporar fuentes de carbono más económicas y sostenibles en procesos biotecnológicos.

**Palabras clave:** *Lactobacillus casei*, Melaza de caña, Ácido láctico

### Introducción

El ácido láctico es un compuesto de gran relevancia industrial debido a sus diversas aplicaciones en la producción de alimentos, productos farmacéuticos y materiales biodegradables (García et al., 2017). Este al ser utilizado en grandes cantidades es necesaria una producción rápida y eficiente para su obtención, por lo que los lactobacilos han sido el centro de este tema al ser bacterias lácticas.

*Lactobacillus casei* es una de las bacterias ácido-lácticas más empleadas en fermentaciones debido a que su producción de ácido láctico se obtiene en grandes cantidades. Sin embargo, al existir una dependencia a fuentes de carbono convencionales como la lactosa o sacarosa de grado reactivo se ha implementado el aprovechamiento de subproductos con el fin de optimizar el uso de tecnología verde.

Este trabajo de investigación se enfoca en comparar la producción de ácido láctico obtenido de una fuente de carbono convencional (sacarosa grado reactivo) y una fuente alternativa derivada de un subproducto como la melaza de caña (sacarosa).

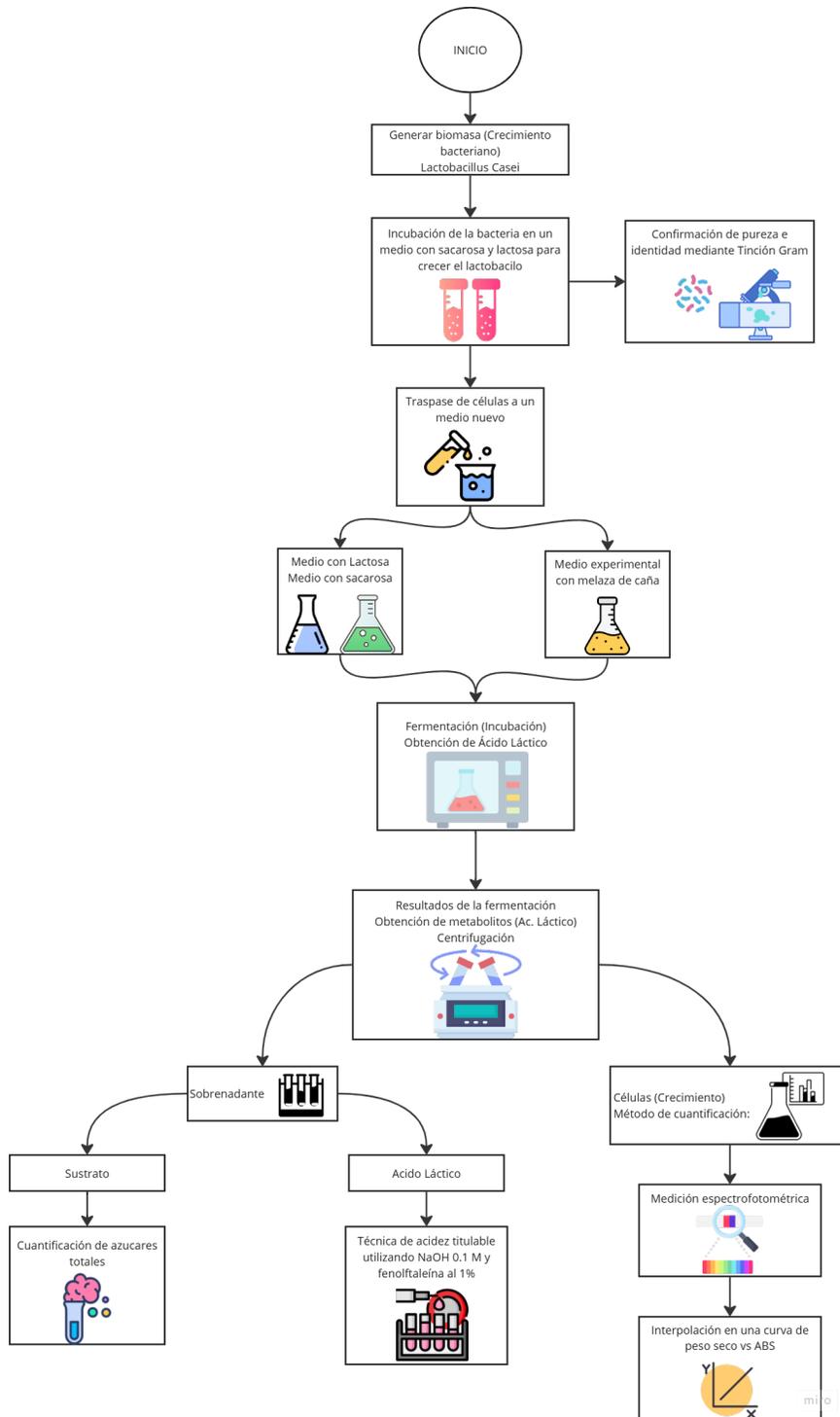
## Objetivo general

Comparar la producción de ácido láctico por *Lactobacillus casei* en medios de cultivo que utilizan sacarosa obtenida de melaza de caña, sacarosa y lactosa grado reactivo como fuentes de carbono.

## Objetivos particulares

- Reemplazar la fuente de carbono en un medio de cultivo por melaza de caña con el fin de evaluar la producción de ácido láctico por *Lactobacillus casei*.
- Cuantificar el crecimiento microbiano por método de peso seco.
- Monitorear el comportamiento de *Lactobacillus casei* para obtener la cinética de fermentación en dos medios control (sacarosa grado reactivo y lactosa grado reactivo) y el modificado con melaza de caña (sacarosa).
- Cuantificar el ácido láctico obtenido en cada caso por medio de un método ácido-base.

## Metodología



**Figura 1.** Metodología empleada para la evaluación de melaza en cuanto a la producción de ácido láctico.

## Resultados y Discusión

### pH

Se realizó la medición de pH durante 17 tiempos de muestreo de la fermentación con *Lactobacillus casei* en tres diferentes medios de cultivo con el propósito de monitorear la producción de ácido láctico, los resultados de estas mediciones se observan en la tabla 1.

Durante la fermentación de *L. casei* utilizando lactosa como fuente de carbono se observó un valor mínimo de 5.61, en el caso de sacarosa el valor mínimo resultó de 5.43 y en la melaza de 4.70. El descenso de estos valores se debe a la producción de ácido láctico por *L. casei*, ya que, este metabolito disminuye el pH del medio.

**Tabla 1.** Variación del pH y horas de fermentación durante el tiempo de muestreo en la producción de ácido láctico por *Lactobacillus casei* en un medio de cultivo con lactosa.

Día	Hora	T. Muestreo	Control lactosa			Control sacarosa			Melaza		
			T. Fermentación (horas)	Hora de medición	pH	T. Fermentación (horas)	Hora de medición	pH	T. Fermentación (horas)	Hora de medición	pH
1	09:52	0	0	10:00	6.85	0	10:03	6.93	0	10:05	6.75
	11:24	1	1.53	11:29	6.54	1.53	11:31	6.65	1.53	-	-
	12:50	2	2.97	12:54	6.18	2.97	12:57	5.91	2.97	13:00	5.52
	14:20	3	4.47	14:55	6.07	4.47	14:57	5.86	4.47	-	-
	15:50	4	5.97	16:03	6.09	5.97	16:05	5.88	5.97	16:08	5.19
	17:20	5	7.47	17:23	5.61	7.47	17:25	5.43	7.47	17:27	4.83
	18:50	6	8.97	18:54	5.22	8.97	18:57	5.43	8.97	19:00	4.7
	20:20	7	10.47	20:22	6.51	10.47	20:26	6.23	10.47	20:28	5.2
2	09:24	8	23.47	09:28	7.04	23.47	09:32	6.87	23.47	09:35	5.34
	10:24	9	24.47	10:29	7.1	24.47	10:32	6.86	24.47	10:35	5.33
	11:24	10	25.47	11:27	7.11	25.47	11:29	6.88	25.47	11:32	5.33
	12:24	11	26.47	12:28	7.13	26.47	12:31	6.91	26.47	12:35	5.34
	13:24	12	27.47	13:27	7.21	27.47	13:29	6.94	27.47	13:31	5.39
	14:24	13	28.47	14:29	7.24	28.47	14:33	6.97	28.47	14:36	5.41
	15:24	14	29.47	15:26	7.31	29.47	15:28	6.98	29.47	15:30	5.12
	16:24	15	30.47	16:30	7.4	30.47	16:34	6.99	30.47	16:36	5.45
	17:24	16	31.47	17:29	7.47	31.47	17:31	7.01	31.47	17:34	5.51

Durante el segundo día de fermentación, el pH incrementó hasta llegar a un valor final de 7.47, 7.01 y 5.51 para lactosa, sacarosa y melaza respectivamente este aumento progresivo en el pH se atribuye a que *L. casei* al llegar a la fase estacionaria puede recurrir a otras fuentes de nutrientes, como aminoácidos presentes en el medio. La desaminación de aminoácidos libera amoníaco provocando el aumento de pH en el medio. Asimismo, se puede

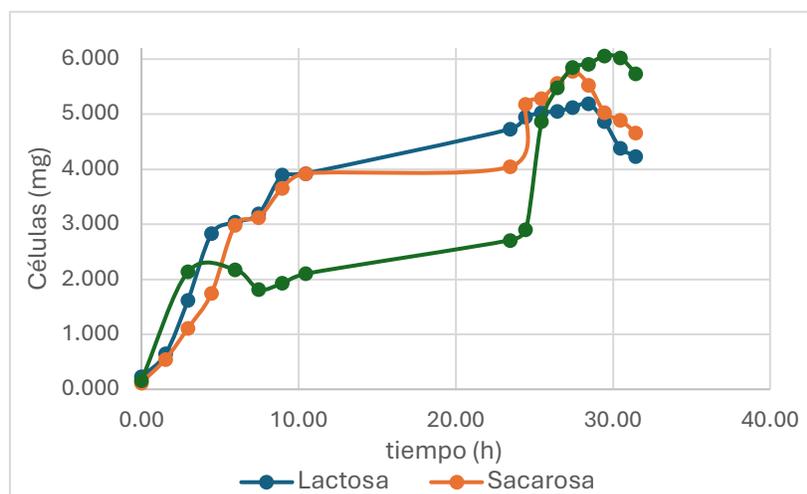
generar la descomposición del ácido láctico, el cual al descomponerse genera productos más básicos como lo son la acetona y el etanol, debido a esto baja la concentración de este, aumentando el pH del medio de cultivo (Madigan et al., 2015).

### *Peso seco*

En este estudio, se utilizó la curva de calibración para correlacionar la absorbancia de las muestras con el peso seco de las células de *L. casei*. Las mediciones de absorbancia fueron tomadas a 550 nm, y cuando los valores resultaban demasiado altos, se realizaron diluciones de 1:3, 1:5 y 1:7 para asegurar una lectura precisa. Donde el valor más alto representa el final de la fase exponencial.

Los resultados obtenidos mostraron variaciones notables en el crecimiento celular dependiendo de la fuente de carbono utilizada. Los medios de cultivo controlados con lactosa y sacarosa presentaron un aumento más pronunciado en la absorbancia total durante las primeras 10 horas de fermentación. Esto sugiere que *L. casei* pudo utilizar estas fuentes de carbono más simples de manera más eficiente en las etapas iniciales del proceso fermentativo. En contraste, el medio con melaza, una fuente de carbono más compleja mostró un incremento más gradual en la absorbancia total, alcanzando su punto máximo más tarde en la fermentación tal como se muestra en la figura 2 (Bhatia et al., 2018).

La composición heterogénea de la melaza, que incluye no sólo azúcares sino también minerales y compuestos nitrogenados, podría explicar la absorción más lenta de azúcares y, por tanto, el crecimiento más moderado de las células (Díaz & Quiroga, 2005).

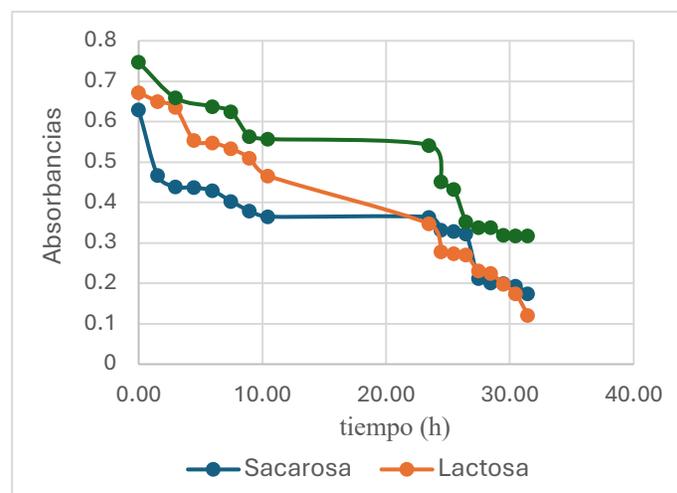


**Figura 2.** Cinética de crecimiento de *Lactobacillus casei* en medios de fermentación con lactosa, sacarosa y melaza, medida como peso seco.

### Cuantificación de sustrato mediante el método azúcares totales

Al igual que en el método de peso seco, la cuantificación de azúcares se realizó por medio de una interpolación. En este proceso se realizó una curva de calibración con sacarosa a diferentes concentraciones y por medio de la ecuación de la recta se interpolaron las absorbancias, tal cual lo indica.

De acuerdo con la figura 3 podemos observar que los sustratos van disminuyendo a medida que avanza el tiempo de fermentación, lo que refleja el consumo continuo de azúcares por parte de *L. casei*. A partir de las 24 horas, la concentración de azúcares parece estabilizarse, lo que sugiere que las distintas fuentes de carbono en los medios de cultivo disponible han sido consumidas casi por completo, sin embargo, en los datos obtenidos a partir de melaza de caña la disminución de azúcares no es igual. Esto puede deberse a que los azúcares presentes en la melaza no son consumidos de inmediato o de manera uniforme, ya que, su naturaleza es más compleja en comparación con los azúcares de grado reactivo como la lactosa y sacarosa. Este comportamiento fue corroborado en estudios previos, donde se ha demostrado que los subproductos complejos como la melaza requieren un proceso de descomposición más lento antes de ser metabolizados completamente por las bacterias (Wang et al., 2017).

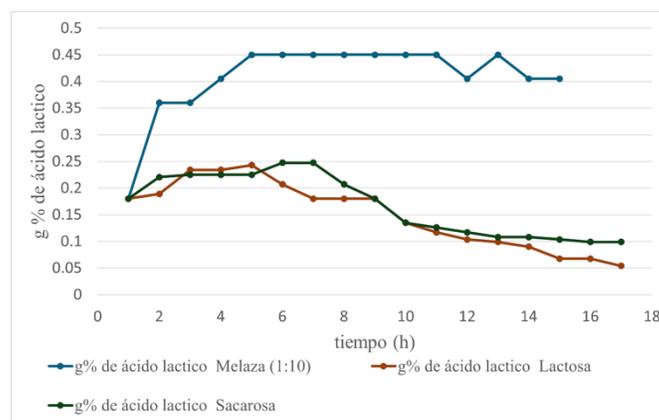


**Figura 3.** Consumo de sustrato por *Lactobacillus casei* en los medios de cultivo con sacarosa, lactosa y melaza durante la fermentación.

### Cuantificación de ácido láctico mediante el método titulación ácido-base.

De acuerdo con la figura 4, se analizó la producción de ácido láctico por *L. casei* utilizando tres diferentes fuentes de carbono: melaza (1:10), lactosa y sacarosa, durante toda la fermentación. Los resultados indicaron que el medio con melaza promovió la mayor producción de ácido láctico, alcanzando un valor máximo de 0.45 gr% a las 9 horas de fermentación, manteniéndose constante hasta las 27 horas de la fermentación.

Las diferencias observadas en la producción de ácido láctico entre los tres medios se pueden atribuir a la complejidad de la melaza, que además de azúcares contiene minerales, compuestos nitrogenados, carbohidratos, esterofosfolípidos, entre otros componentes que favorecen una fermentación óptima. Por otro lado, tanto la lactosa como la sacarosa, al ser azúcares más simples, fueron degradados y consumidos rápidamente por las bacterias, lo que llevó a una disminución en la producción de ácido láctico. Sin embargo, la lactosa necesita pasar por un proceso de descomposición más complejo antes de ingresar a la vía glucolítica. Este proceso adicional de descomposición explica la menor producción de ácido láctico observada.



**Figura 4.** Comparación de la producción de ácido láctico en los diferentes medios de cultivo (melaza, lactosa y sacarosa).

## Conclusiones

Los resultados demuestran que al sustituir una fuente de carbono de grado reactivo como lo es la lactosa y la sacarosa por melaza de caña la producción de ácido láctico como el crecimiento se incrementan. En la cinética de crecimiento (método de peso seco) la biomasa aumenta debido a que una fuente compleja regula el consumo de azúcares, permitiendo a la célula un mayor aprovechamiento. En cuando a la cinética fermentación (medición de pH) el parámetro de la melaza arroja valores más ácidos, es decir, una mayor tasa de producción de ácido láctico, lo cual fue corroborado mediante la cuantificación ácido-base.

Este estudio no solo cumplió con el objetivo de comparar la producción de ácido láctico por *L. casei*, sino que también proporcionó información sobre el empleo de subproductos en la producción de metabolitos de interés industrial. Este enfoque contribuye a la optimización de procesos mediante la aplicación de tecnología verde, promoviendo prácticas más sostenibles en la industria.



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## Referencias

- Bhatia, S., Jagtap, S.S., Bedekar, A.A., & Pandit, P.S. (2018). Utilization of complex carbon sources for lactic acid production by *Lactobacillus* species. *Journal of Fermentation Technology*, 102(3), 357–365.
- Díaz, A., & Quiroga, I. (2005). Estudio de la biolixiviación de NI y CO de laterita ferruginosa mediante la utilización de cultivos de *aspergillus niger* en medios de subproductos agroindustriales (Doctoral dissertation).
- García, C.A., Arrázola Paternina, G., & Durango, A.M. (2017). Producción de ácido láctico por vía biotecnológica.
- Madigan, M.T., et al. (2015). *Brock Biology of Microorganisms*. 14th Edition. Pearson Education.
- Wang, Q., Yan, L., & Du, G. (2017). Utilization of sugar-rich by-products for sustainable production of lactic acid. *Bioresource Technology*, 224, 383–390



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## Desarrollo y formulación de una crema de ketoconazol para uso tópico

Baez Sacamitzin Heber Giovanni, Neyra Serrano Daisy Irlanda, Ortega Hernandez Dulce Anaid

**Profesores:** García Guzmán Perla\*, Ortega Almanza Leticia

\* Autores de correspondencia: [2202036120@alumnos.xoc.uam.mx](mailto:2202036120@alumnos.xoc.uam.mx)  
[pgarcia@correo.xoc.uam.mx](mailto:pgarcia@correo.xoc.uam.mx)

**Módulo:** Aseguramiento de la Calidad en la  
Industria Químico Farmacéutico

### Resumen

El ketoconazol es un agente antifúngico ampliamente utilizado para el tratamiento de infecciones cutáneas. Siendo que su presentación y aplicación es mayormente en forma farmacéutica semisólida, como crema tópica. En este estudio se llevó a cabo la caracterización de una crema de Ketoconazol mediante un diseño factorial  $2^2$ , con el objetivo de evaluar el impacto de dos factores de formulación y proceso de producción en la viscosidad y homogeneidad del producto. Para dichas variables de respuesta se evaluó el efecto de la concentración de Carbopol y el tiempo de mezclado de la formulación, determinando un nivel alto y un nivel bajo para las dos variables respectivas. Por lo que se realizaron cuatro formulaciones con dos réplicas de cada una; donde se intercaló cada variable de respuesta con un nivel experimental, obteniendo así 12 experimentos. El diseño experimental permitió identificar interacciones significativas entre las variables; lo cual contribuyó a optimizar la formulación final de la crema contemplando el cuidado del pH de la crema. En conclusión, la concentración de carbopol crea una mayor respuesta de la viscosidad y mantiene una consistencia homogénea del producto.

**Palabras clave:** Calidad, Crema, Diseño experimental, Factorial, Ketoconazol

### Introducción

El ketoconazol es un medicamento de uso antifúngico de amplio espectro. Es usado en el tratamiento de infecciones fúngicas, debido a su capacidad de tratar infecciones superficiales y sistémicas, sin embargo, su uso sistemático ha disminuido por su el riesgo de hepatotoxicidad, dándole más uso a su forma tópica. La crema de ketoconazol es segura para uso prolongado, haciéndola una alternativa accesible para el paciente (Vaca, C. V. B. et al.,2024).

Las cremas dermatológicas son formas farmacéuticas semisólidas compuestas por una mezcla de dos fases: una fase acuosa y una fase oleosa, las cuales son estabilizadas por un agente emulsionante. En el caso de las cremas aceite en agua (O/W) la fase oleosa se encuentra dispersa en la fase acuosa, dan como resultado una sensación ligera al ser aplicada. Por otra parte, las cremas de agua en aceite (W/O) se caracteriza por la dispersión de la fase acuosa en la fase oleosa, estas cremas tienden a ser más espesas, además de formar una barrera protectora sobre la piel, lo cual evita la pérdida de agua (Navarrete y Melissa, 2023).

Factores que afectan la estabilidad de la crema:

- Variable intrínseca: tamaño de partículas, variables en el proceso de fabricación y naturaleza química de los componentes seleccionados en la fórmula original, pH, viscosidad y microorganismos presentes en la materia prima.
- Variable extrínseca: las condiciones de transporte, almacenamiento, humedad, temperatura y radiaciones solares.

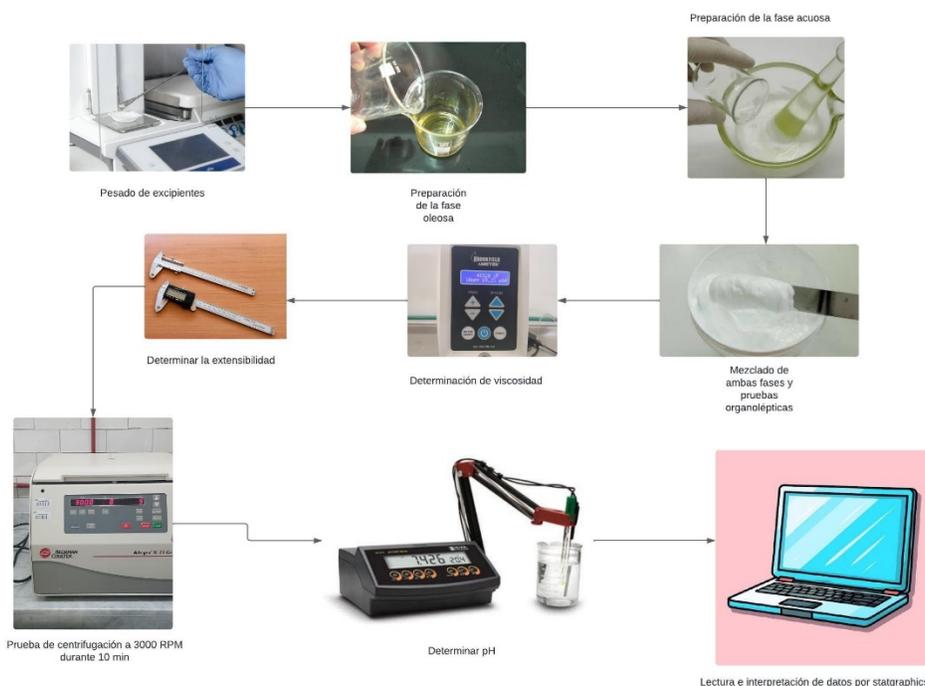
## Objetivo general

Desarrollar y caracterizar una crema de ketoconazol mediante el uso de un diseño factorial 2<sup>2</sup>.

## Objetivos particulares

- Formular una crema dermatológica a base de Ketoconazol.
- Evaluar los experimentos con sus respectivas concentraciones de carbopol y tiempo de mezclado sobre la viscosidad y separación de las fases.
- Determinar el experimento óptimo que cumpla con los parámetros de calidad establecidos.
- Evaluar la estabilidad térmica de la crema con Ketoconazol.

## Metodología



## Resultados y Discusión

**Tabla 1.** Análisis de Varianza para la viscosidad.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Concentración de Carbopol	4.16641E7	1	4.16641E7	0.03	0.8610
B:Tiempo de mezclado	1.01617E8	1	1.01617E8	0.08	0.7850
AB	1.07042E8	1	1.07042E8	0.09	0.7795
bloques	2.00346E9	2	1.00173E9	0.80	0.4910
Error total	7.48853E9	6	1.24809E9		
Total (corr.)	9.74232E9	11			

La Tabla 1 muestra los datos obtenidos mediante un análisis de varianza o ANOVA

$R^2 = 23.134$  por ciento

$R^2(\text{ajustada por g.l.}) = 0.0$  por ciento

Error estándar del est. = 35328.3

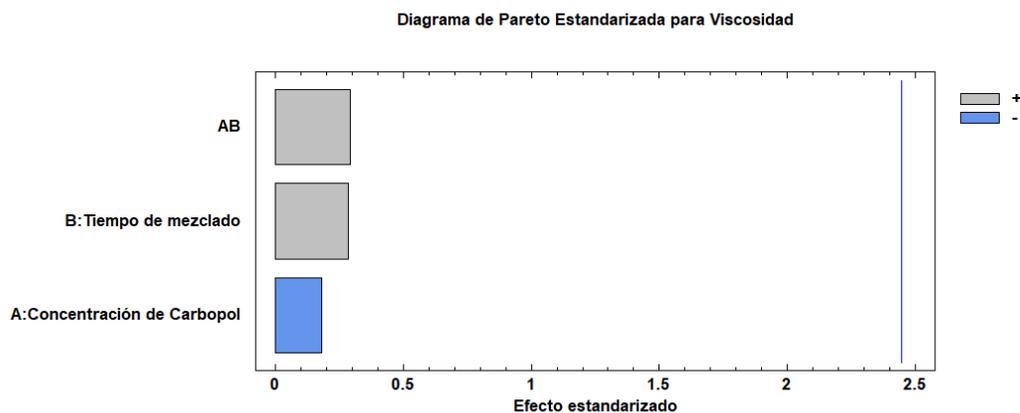
Error absoluto medio = 19205.3

Estadístico Durbin-Watson = 3.15906 (P=0.9413)

Autocorrelación residual de Lag 1 = -0.580161

La tabla ANOVA proporciona la variabilidad de viscosidad en piezas separadas para cada uno de los efectos. Esto comprueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 0 efectos tienen un valor-P menor que 0.05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95.0%.

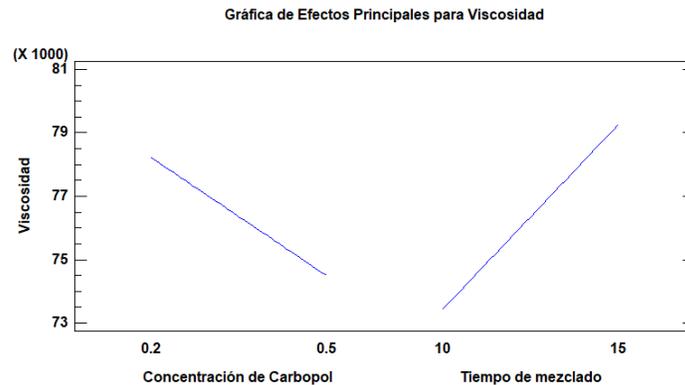
**Figura 1.** Diagrama de Pareto para la viscosidad.



La Figura 1 muestra los efectos de las dos variables respecto a la viscosidad donde la línea azul muestra si su respuesta es crítica para evaluar dicha respuesta de la crema, donde ninguno de los 2 factores mostró superar dicho límite, además de establecer que los factores señalizados en color gris (tiempo de mezclado y la interacción del mismo junto con la concentración de Carbopol son quienes podrían aumentar la viscosidad), mientras que la

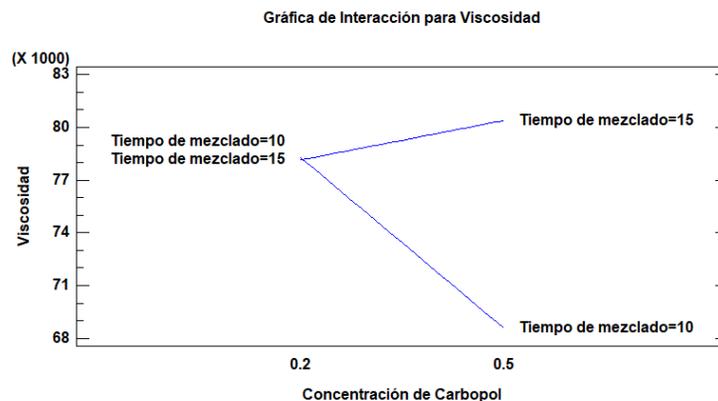
barra azul pertenece al factor individual de la concentración de Carbopol indicando que es el factor que disminuye la respuesta. Lo cual es una respuesta totalmente contraria a la esperada.

**Figura 2.** Efectos principales.



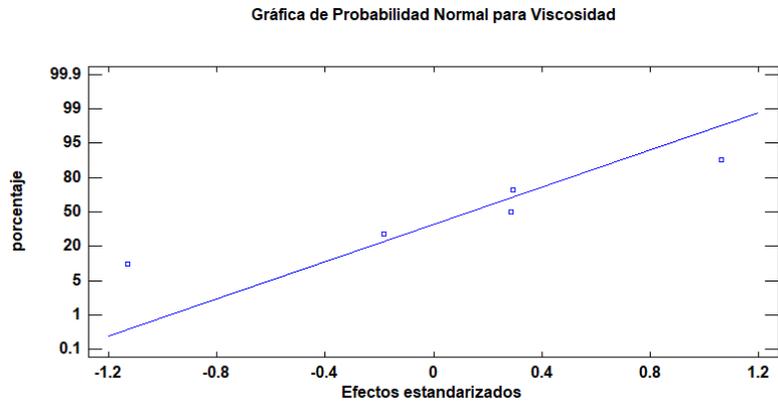
La Figura 2 nuevamente demuestra como el comportamiento del Carbopol fue totalmente contraria a la especulada, ya que mediante la gráfica de Efectos Principales se muestra cómo actúan los niveles tanto bajos y altos respecto al aumento de la viscosidad, siendo así que la mayor viscosidad en los 12 experimentos se vio relacionados con los niveles bajos de la concentración del Carbopol y los tiempos de mezclado altos de los excipientes que conformaron la crema.

**Figura 3.** Gráfica de interacción.

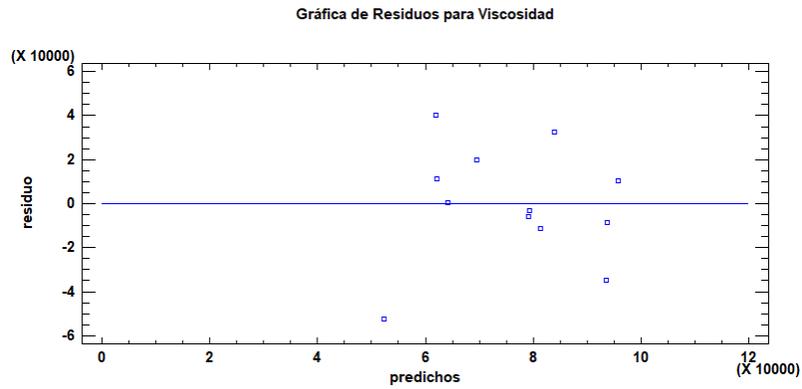


En cuanto a las interacciones de los factores (Figura 3) hubo mayor nivel de viscosidad en cuanto al nivel bajo de carbopol y el tiempo más prolongado, tal y como se había señalado en el punto anterior.

**Figura 4.** Probabilidad normal para la viscosidad.



**Figura 5.** Residuos vs predichos.



Las Figuras 4 y 5 muestra como una disposición normal de los datos obtenidos, graficando los efectos estandarizados respecto al porcentaje. Además de indicar que si hubo variabilidad entre los valores que se registraron de la viscosidad, variables que son directamente relacionadas por factores externos y que comprueban el comportamiento del proceso de producción en condiciones reales en el laboratorio.

**Figura 6.** Superficie de respuesta estimada.

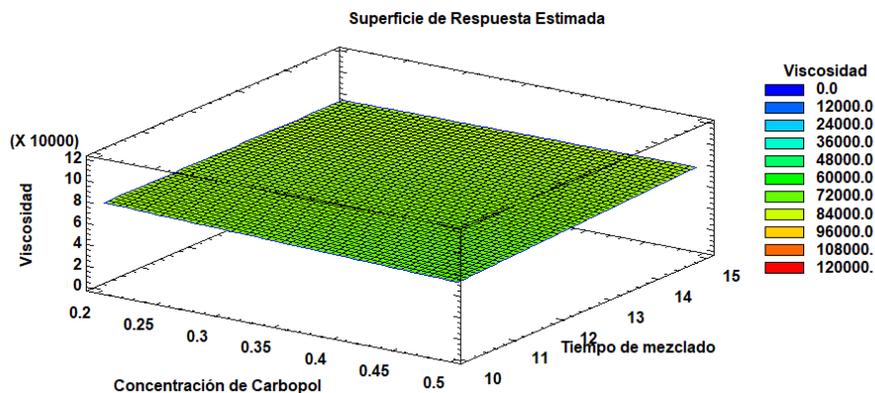
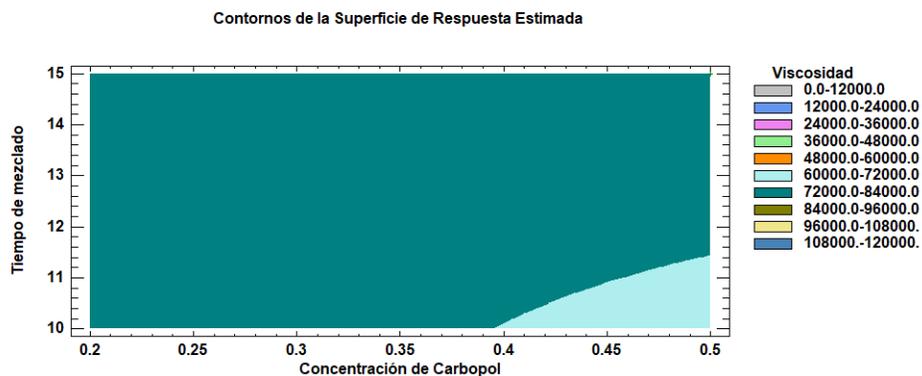


Figura 7. Contornos de superficie de respuesta estimada.



Las Figuras 6 y 7 indican las áreas de trabajo donde la viscosidad se ve más pronunciada con calores entre 72, 000 y 84, 000 cPs (Centipoises).

Tabla 2. Respuesta optimizada.

**Optimizar Respuesta**

Meta: maximizar Viscosidad

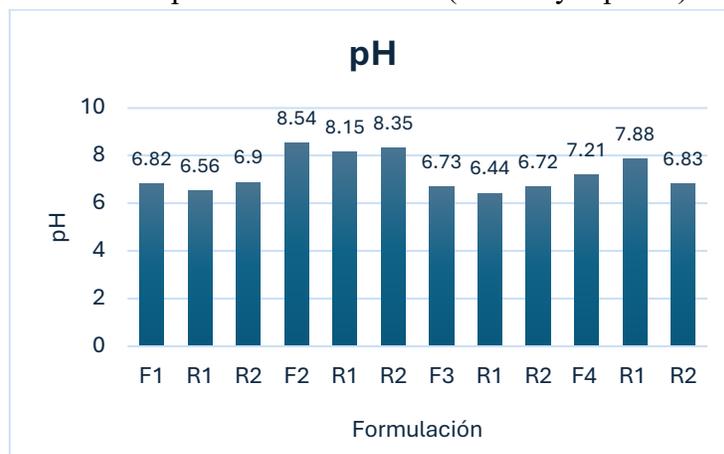
Valor óptimo = 80393.3

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Concentración de Carbopol	0.2	0.5	0.5
Tiempo de mezclado	10.0	15.0	15.0

Por último, la Tabla 2 muestra la respuesta optimizada mediante el análisis estadístico del software de Statgraphics donde a diferencia de los resultados obtenidos de manera experimental, observa una maximización de la viscosidad de manera teórica con valores de concentración de Carbopol alto 0.5 y un tiempo de mezclado de 15 minutos.

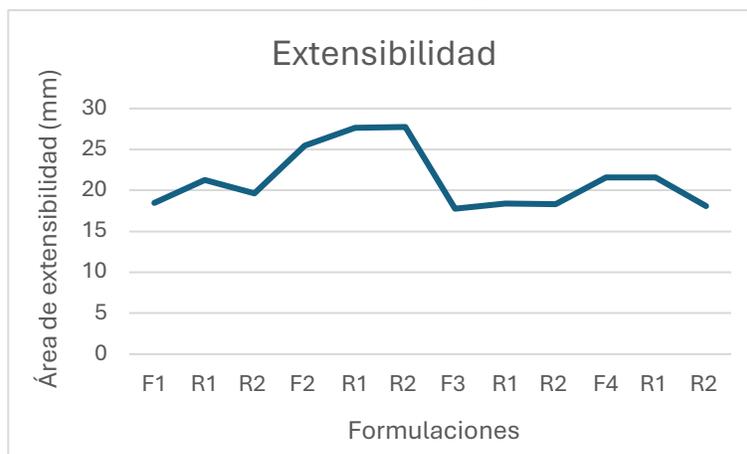
Se realizó nuevamente la crema empleando dichos valores mostrados en la Tabla 2, cuidando los valores de pH de la crema.

**Tabla 3.** pH de formulaciones (corrida y replicas).



Los valores mostrados en la Tabla 3 nos indican que la formulación 1 con sus respectivas replicas (0.5% carbopol con 15 minutos de agitación) presenta poca variabilidad, es decir, que los valores de pH están cercanos unos de otros (6.82, 6.56, 6.9) y están dentro de nuestros límites permitidos (6 a 7).

**Tabla 4.** Prueba de extensibilidad.



Los datos obtenidos en la Tabla 4 mediante pruebas de extensibilidad para determinar el comportamiento de la crema al ser sometida a presión a iguales intervalos de tiempo. Puede apreciarse que la formulación 1 y formulación 4 se encuentra dentro de nuestros límites permitidos (18 a 25 mm<sup>2</sup>).



**Figura 8.** Prueba de viscosidad, centrifugación y propiedades organolépticas.

Su viscosidad se mantuvo relativamente más estable, sin superar el 90% y siendo menor del 10% de torque. Se mantuvo homogénea antes y posterior a la prueba de centrifugación. Además de pasar las pruebas organolépticas de consistencia, color y apariencia.

### Conclusiones

Se logró desarrollar una crema a base de Ketoconazol utilizando concentraciones diferentes de Carbopol con tiempo de 15 o 10 minutos dependiendo del diseño dando como resultado variabilidad entre los experimentos que podrían deberse a factores externos. La disposición normal de los datos, tal como se muestran en la Tabla 3 y 4, confirma esta variabilidad implicando que el proceso puede estar afectado por fluctuaciones no controladas durante la formulación.

Se realizó un diseño de experimentos  $2^2$  para optimizar la viscosidad y extensibilidad de la crema encontrando así con la ayuda de Statgraphics la condición óptima, el cual corresponde al diseño uno (0.5% de Carbopol con 15 minutos de agitación).

Al realizar nuestra optimización bajo las condiciones del diseño uno, los resultados mejoraron ya que en el valor de pH había poca variabilidad (6.9, 6.70 y 6.81), la viscosidad se mantuvo estable, en la centrifugación la homogeneidad se mantuvo y las propiedades organolépticas fueron satisfactorias. Este comportamiento puede explicarse por la influencia de Trietanolamina (un agente neutralizante) ya que al momento de incorporarla afecta la estabilidad y viscosidad de la crema ya que el Carbopol es dependiente del pH.

Con base a los datos obtenidos sugiere tener un mayor del pH y una revisión del proceso de adición de Trietanolamina para mejorar la consistencia y estabilidad de la crema.

## Referencias

Fernández Bao, S. (2020). *Diseño de experimentos: Diseño factorial* (Master's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya).

Vera, A.M., & Casadiego, O.A. (2018). Evaluación de formulaciones de ketoconazol para uso tópico en leishmaniasis cutánea por *Leishmania* (Viannia). *Scielo*. [http://www.scielo.org/pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1726-46342018000300015](http://www.scielo.org/pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342018000300015)

Navarrete Reino, L.M. (2023). Evaluación de la actividad antimicótica de ketoconazol en cepas de *Microsporum* sp y preparación de una forma farmacéutica en crema.

Pérez Bueno, T., Rodríguez Perdomo, Y., Morales Lacarrere, I., Soler Roger, D.M., & Martín Viaña, N. de la P. (2011). Comportamiento reológico y extensibilidad de una formulación semisólida a partir del extracto acuoso de *Rhizophora mangle* L. *Redalyc*. <https://www.redalyc.org/pdf/482/48221175003.pdf>

Vaca, C.V.B., Álvarez, P.F.P., Torres, G.J.S., Rodríguez, S.H.T., & Reino, L.M.N. (2024). Evaluación de la actividad antifúngica del ketoconazol contra cepas de *Microsporum* sp. y desarrollo de una formulación de crema farmacéutica. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 23, 5752.

Vera, A.M., & Casadiego, O.A. (2018). Evaluación de formulaciones de ketoconazol para uso tópico en leishmaniasis cutánea por *Leishmania* (Viannia). *Scielo*. [http://www.scielo.org/pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1726-46342018000300015](http://www.scielo.org/pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342018000300015)



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## Desarrollo y evaluación de una formulación de pasta a base de benzocaína para el tratamiento de aftas bucales

Martínez Arellano Jesús Rosendo, Morales Zurita Pedro Ivan, Romero Pérez Iván, Serralde Jiménez Edwin Jhunuel, Villanueva Mora Naiby Vela

**Profesores:** García Guzmán Perla, Ortega Almanza Leticia\*

\* Autores de correspondencia: [2203021070@alumnos.xoc.uam.mx](mailto:2203021070@alumnos.xoc.uam.mx)  
[lorteгаа@correo.xoc.uam.mx](mailto:lorteгаа@correo.xoc.uam.mx)

**Módulo:** Aseguramiento de la Calidad en la  
Industria Farmacéutica

### Resumen

Las pastas de benzocaína son una forma farmacéutica de elección para aliviar el dolor asociado a las aftas bucales. Sin embargo, su eficacia puede verse influenciada por la formulación. En este sentido, el diseño experimental  $2^2$  surge como una herramienta valiosa para optimizar la composición de estas pastas. Al variar los niveles de miel y pectina, dos excipientes con propiedades mucoadhesivas y emolientes, se busca identificar la combinación óptima que maximice la eficacia analgésica, prolongue el tiempo de contacto del fármaco con la lesión y mejore la aceptabilidad del paciente. Este enfoque permite evaluar de manera sistemática el impacto de cada factor y sus interacciones, proporcionando una base sólida para el desarrollo de una formulación personalizada y eficiente.

**Palabras clave:** Benzocaína, Miel, Pectina, Pasta, Diseño experimental, Optimización

### Introducción

Las aftas es una lesión que se caracteriza por la aparición de vesículas esféricas circunscritas que se rompen después de un día o dos y forman úlceras dolorosas (Matos *et al.*, 2020). Se presentan en forma de pequeñas ulceraciones y son comúnmente recurrentes en personas de todas las edades. Estas lesiones, aunque benignas, tienen un impacto significativo en la calidad de vida de los pacientes, afectando actividades básicas como hablar, comer y beber. Se estima que entre el 5% y el 25% de la población mundial experimenta estas dolorosas úlceras en algún momento de su vida (Lacer, 2023). Aunque su etiología no está completamente clara, factores como el estrés, las lesiones físicas y algunas condiciones médicas pueden desencadenar su aparición (Vaillant *et al.*, 2016).

A lo largo de los años, se han estudiado diversos tratamientos tópicos para proporcionar alivio a los pacientes con aftas. Entre estos, los anestésicos locales, como la benzocaína, han demostrado ser efectivos para reducir el dolor de manera temporal (López *et al.*, 2017). Sin embargo, uno de los principales desafíos es mejorar la adherencia de los tratamientos tópicos, ya que su efectividad suele estar limitada por su corta duración de acción y la incomodidad que genera su aplicación en la mucosa bucal (Thompson y Wright, 2015).

El interés por utilizar excipientes naturales en formulaciones para el tratamiento de aftas ha crecido en los últimos años. Ingredientes como la miel y la pectina han sido ampliamente estudiados por sus propiedades beneficiosas.



## 2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

La miel es reconocida por sus propiedades antimicrobianas y antiinflamatorias, mientras que la pectina, derivada de las paredes celulares de plantas, puede mejorar la textura y la capacidad de adhesión de las formulaciones tópicas (González, 2013).

El presente estudio busca optimizar una pasta tópica a base de benzocaína, analizando el impacto de excipientes como la miel y la pectina en las propiedades físicas del producto, con el objetivo de mejorar la adherencia y prolongar el alivio del dolor en pacientes con aftas.

### **Objetivo general**

Desarrollar y optimizar un proceso de fabricación para una pasta tópica con benzocaína, enfocada en el alivio eficaz y seguro para el dolor asociado con las aftas bucales, garantizando la calidad y consistencia del producto final.

### **Objetivos específicos**

- Diseñar una formulación de pasta con benzocaína y excipientes naturales que proporcione alivio al dolor asociado con las aftas.
- Establecer un protocolo de fabricación, así como sus límites de aceptación que garantice la calidad del producto final.
- Implementar un diseño de experimento factorial  $2^2$  para evaluar y optimizar los efectos de la miel y la pectina en las propiedades físicas y funcionales de la pasta, como la adherencia y viscosidad.
- Realizar una optimización del proceso para asegurar que el producto cumpla con los estándares de calidad y eficacia requeridos.
- Realizar pruebas de calidad durante la producción
- Evaluar las propiedades organolépticas, viscosidad, extensibilidad y de adherencia, asegurando su eficacia y seguridad para el tratamiento de aftas.

## Metodología

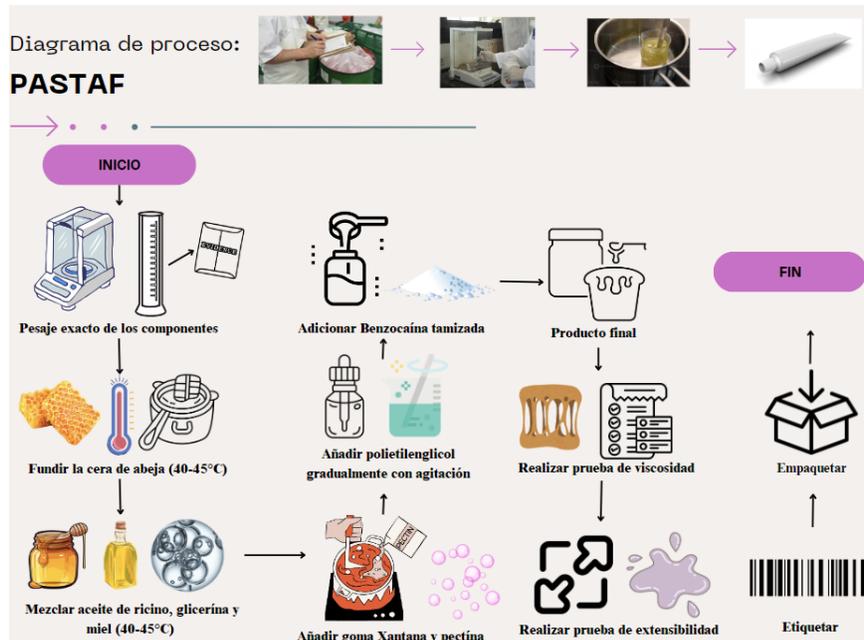


Figura 1. Diagrama del proceso de fabricación de pasta

## Resultados y discusión

### *Efecto de la concentración de pectina y miel sobre la viscosidad*

Se realizó un diseño de experimentos  $2^2$  para evaluar el efecto de la concentración de pectina y miel sobre la viscosidad de la pasta. Los resultados obtenidos se muestran en la figura 2.

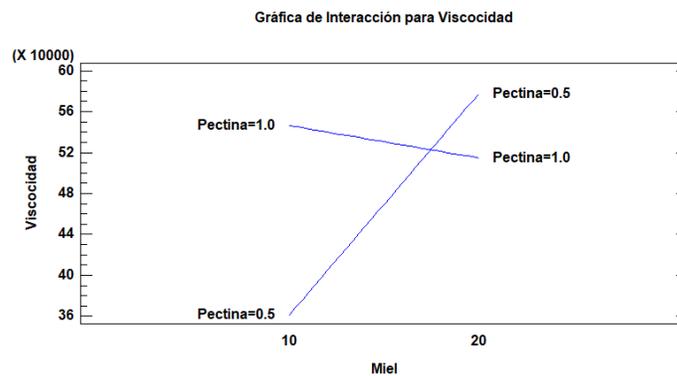


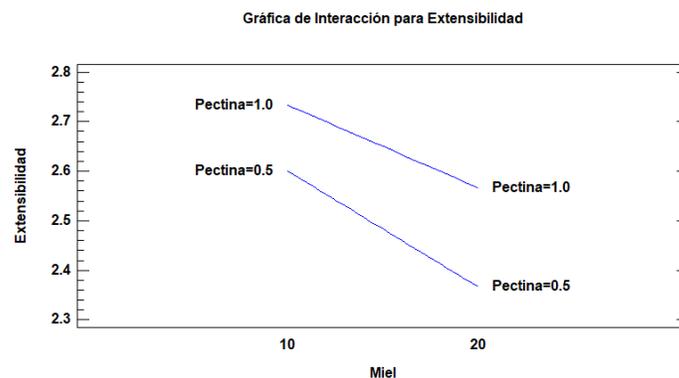
Figura 2. Variación de viscosidad en función a la concentración de miel y pectina.

Se puede observar que a una baja concentración de miel (10%) y pectina (0.5%) presentan una viscosidad muy baja, sin embargo, al aumentar la cantidad de miel, la viscosidad aumenta significativamente, de lo contrario a la pectina (1%) el comportamiento es inverso. La interacción observada entre la miel y la pectina es significativa para una concentración baja de pectina (0.5%), el incremento en la cantidad de miel genera un aumento

considerable a la viscosidad. Este cruce que se observa entre las dos líneas sugiere una fuerte interacción entre la miel y la pectina referente a la viscosidad, es probable que, si la pectina se encuentra en sus niveles bajos, la miel tenga mayor capacidad de brindarle mejor viscosidad a la pasta.

### ***Efecto de la interacción de la pectina y miel sobre la extensibilidad***

Aunque ambas líneas (pectina 0.5% y 1.0%) muestran una tendencia descendente en cuanto a la extensibilidad a medida que aumenta la cantidad de miel, la pendiente de la curva para la concentración de pectina de 0.5% es más pronunciada. Esto sugiere que, a bajas concentraciones de pectina, el aumento en la cantidad de miel tiene un efecto más marcado en la reducción de la extensibilidad en comparación con concentraciones más altas de pectina como se puede observar en la figura 3.



**Figura 3.** Grafica de interacción para la extensibilidad.

A concentraciones más altas de pectina, el sistema podría estar más estructurado y menos sensible a los cambios en la cantidad de miel, lo que explica la menor variación en la extensibilidad. En cambio, a concentraciones bajas de pectina, el sistema es más flexible y por lo tanto la extensibilidad se ve más afectada por la variación en la cantidad de miel.

### ***Efecto de la relación de las cantidades pectina y miel sobre la viscosidad***

La gráfica de superficie de respuesta en función de cómo influyen los niveles de miel y pectina a la viscosidad de la pasta, nos corrobora las interpretaciones anteriores donde se observa que una formulación que contiene nivel bajo de miel (10%) y nivel bajo de pectina (0.5%) tiende a una viscosidad menor, mientras que si observamos una formulación con un nivel alto de miel (20%) la viscosidad será la misma dejando de lado la cantidad de pectina empleada. Los puntos más altos de la superficie corresponden a las combinaciones de miel y pectina que producen la mayor viscosidad, al ser de nuestro interés que la pasta se mantenga en el sitio de

aplicación, nos resulta conveniente el planteamiento de una formulación que sea capaz de generarnos un mayor valor de viscosidad.

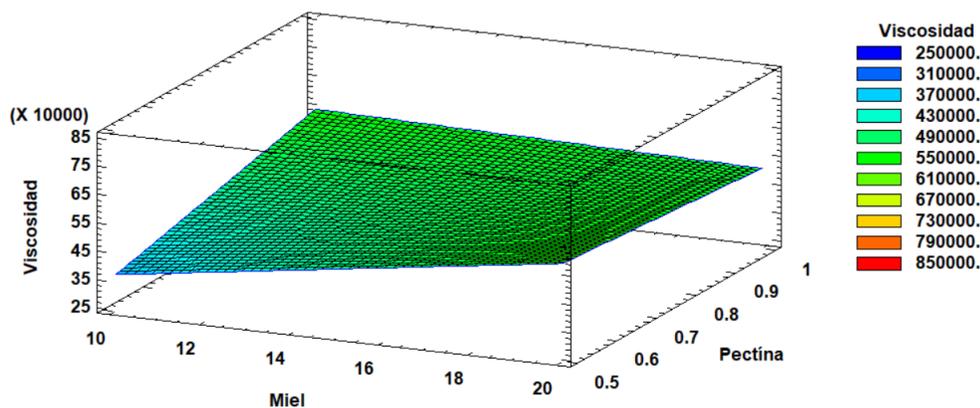


Figura 4. Grafica de superficie de respuesta para evaluar viscosidad

## Conclusiones

El diseño factorial  $2^2$  mostró que las interacciones entre la miel y la pectina tienen cierta relación con la viscosidad y extensibilidad de la pasta tópica con benzocaína. El aumento de miel aumenta la viscosidad, especialmente en bajas concentraciones de pectina, lo que mejora la adherencia. Sin embargo, estas interacciones no resultaron significativas para las variables estudiadas. Aun así, este análisis permite optimizar la formulación y garantizar que la pasta cumpla con los estándares de calidad, eficacia y consistencia del producto final.

## Referencias

- Vaillant, L., Samimi, M., & Parent, D. (2016). Aftas, aftosis, enfermedad de Behçet. *EMC - Dermatología*, 50(2), 1–14. [https://doi.org/10.1016/s1761-2896\(16\)78237-9](https://doi.org/10.1016/s1761-2896(16)78237-9)
- Matos, C.L.B., Banqueris, M.F., & Baez, S.C.A. (2015). Ozonoterapia en un paciente portador de aftas bucales. A propósito de un caso. *Multimed*, 19(3), 1–10.
- López, B.K.V.S., López, B.I.C.V., & Cerna, B.N.E.Á. (2017). Facultad De Ciencias Médicas Carrera De Odontología.
- Thompson, C., & Wright, S.A. (2015). Advances in topical formulations for oral mucosal lesions: focus on pastes and gels. *International Journal of Pharmaceutics*, 489(1-2), 144–152.
- González, Z.C. (2013). Aftosis recurrente. *Dermatología Argentina*. <https://www.dermatolarg.org.ar/index.php/dermatolarg/article/view/588>
- Lacer. (2023, 18 diciembre). Aftas bucales: ¿Qué son? *Lacer*. <https://laceroralhealth.com/blog/aftas-bucal-que-son/>



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## Desarrollo y caracterización de una pomada antiinflamatoria de ibuprofeno mediante diseño factorial

García Ramírez Pedro Salim, Hernández Guerrero Ángel Enrique, León López Fernando Fermín, Martínez Ocampo Johanna\*, Rueda Báez Sara Maritza

**Profesores:** García Guzmán Perla, Ortega Almanza Leticia\*

\* Autores de correspondencia: [2203020206@alumnos.xoc.uam.mx](mailto:2203020206@alumnos.xoc.uam.mx)  
[lortega@correo.xoc.uam.mx](mailto:lortega@correo.xoc.uam.mx)

**Módulo:** Aseguramiento de la Calidad en la  
Industria Farmacéutica

### Resumen

Las pomadas son preparados semisólidos que se utilizan por sus características y efectos emolientes, protectores y/o como vehículos para la administración local de medicamentos. Son formulados con bases que van desde mezclas de grasas, ceras, aceites vegetales y animales, así como hidrocarburos sólidos y líquidos. Las pomadas se destacan por su capacidad para administrar AINES directamente en la piel. El aceite esencial de lavanda es altamente valorado por sus propiedades terapéuticas y se utiliza en la medicina alternativa para promover la relajación, reducir el dolor y aliviar la irritación.

Este trabajo tiene como objetivo optimizar la formulación de una pomada, para esto se propone evaluar los efectos de dos factores: la concentración de lanolina (5% y 10%) y la temperatura de fusión (40°C y 60°C) en las propiedades de la pomada, como la consistencia, absorción y estabilidad física para identificar la combinación óptima que maximice la viscosidad y minimice la extensibilidad.

**Palabras Clave:** Semisólidas, Pomada, Lanolina, Fusión, Lavanda.

### Introducción

Las formas farmacéuticas semisólidas, como las pomadas, son preparaciones diseñadas para su aplicación tópica, se caracterizan por su mayor viscosidad en comparación con las formas farmacéuticas líquidas. Estas formulaciones están destinadas a producir un efecto local sobre la piel, además de facilitar la absorción de los medicamentos (López García et al., 2015).

Las pomadas no solo sirven como vehículo de medicamentos, sino que también suavizan y humectan la piel manteniéndola hidratada, además de crear una barrera protectora sobre la piel, por lo que la resguarda de agentes externos y protege la zona irritada o heridas menores. Los analgésicos antiinflamatorios no esteroideos (AINES) de uso tópico, formulados en pomadas, son de importancia por su capacidad para actuar en áreas específicas y en la superficie de la piel, ofreciendo un alivio efectivo del dolor y la inflamación (Alves, s.f.; Garcés Freire et al., 2021). En este contexto, el aceite esencial de lavanda se ha utilizado por sus propiedades terapéuticas adicionales, como la relajación, la reducción del dolor y el alivio de la irritación (Garcés Freire et al., 2021).

## Objetivo general

Optimizar la formulación de una pomada antiinflamatoria con ibuprofeno y aceite esencial de lavanda estudiando los efectos de la concentración de lanolina y la temperatura de fusión.

## Objetivos particulares

- Evaluar el efecto de dos concentraciones de lanolina (5% y 10%) en consistencia de la pomada.
- Evaluar el impacto de la temperatura de fusión (40°C y 60°C) en consistencia y estabilidad física de la pomada.
- Analizar la interacción entre la concentración de lanolina y la temperatura de fusión para identificar la combinación óptima que maximice la estabilidad de la pomada.
- Realizar pruebas de calidad para asegurar que la formulación mantenga sus propiedades físicas durante el período de almacenamiento.

## Metodología

Para la realización de la pomada de ibuprofeno, se presentó la fórmula maestra en la tabla 1, con los respectivos ingredientes y cantidades a utilizar, considerando un lote de 250 mL.

Mediante la aplicación de un diseño de experimentos factorial 2<sup>2</sup>, se pretendió evaluar la viscosidad y extensibilidad de la forma farmacéutica, donde los aspectos a considerar fueron condiciones variadas de los factores de estudio los cuales constaron del porcentaje de emoliente en la formulación y la temperatura de fundición de los componentes para asegurar su homogeneidad y estabilidad.

**Tabla 1.** Formula maestra de pomada de ibuprofeno.

Tipo de ingrediente	Ingrediente	Porcentaje en la formulación	Cantidad por lote
Principio activo	Ibuprofeno	5%	12.5 g
Principio activo	Aceite esencial de lavanda	3%	7.5 mL
Emoliente	Lanolina	10%	25 g
Base hidrófoba	Vaselina	80%	200 g
Conservante	Ácido benzoico	2%	5 g
<b>Total</b>		<b>100%</b>	<b>250 mL</b>

Los factores y sus respectivos niveles de estudio y matriz del diseño de experimentos aplicada se muestran en la tabla 2 y 3 respectivamente.

**Tabla 2.** Factores y niveles de estudio.

Factor	Nivel bajo	Nivel alto
Emoliente (Lanolina)	5%	10%
Temperatura de fundición	40°	60°

**Tabla 3.** Matriz de diseño.

	Emoliente	Temperatura de fundición
<b>A</b>	5%	40°C
<b>B</b>	10%	40°C
<b>C</b>	5%	60°C
<b>D</b>	10%	60°C

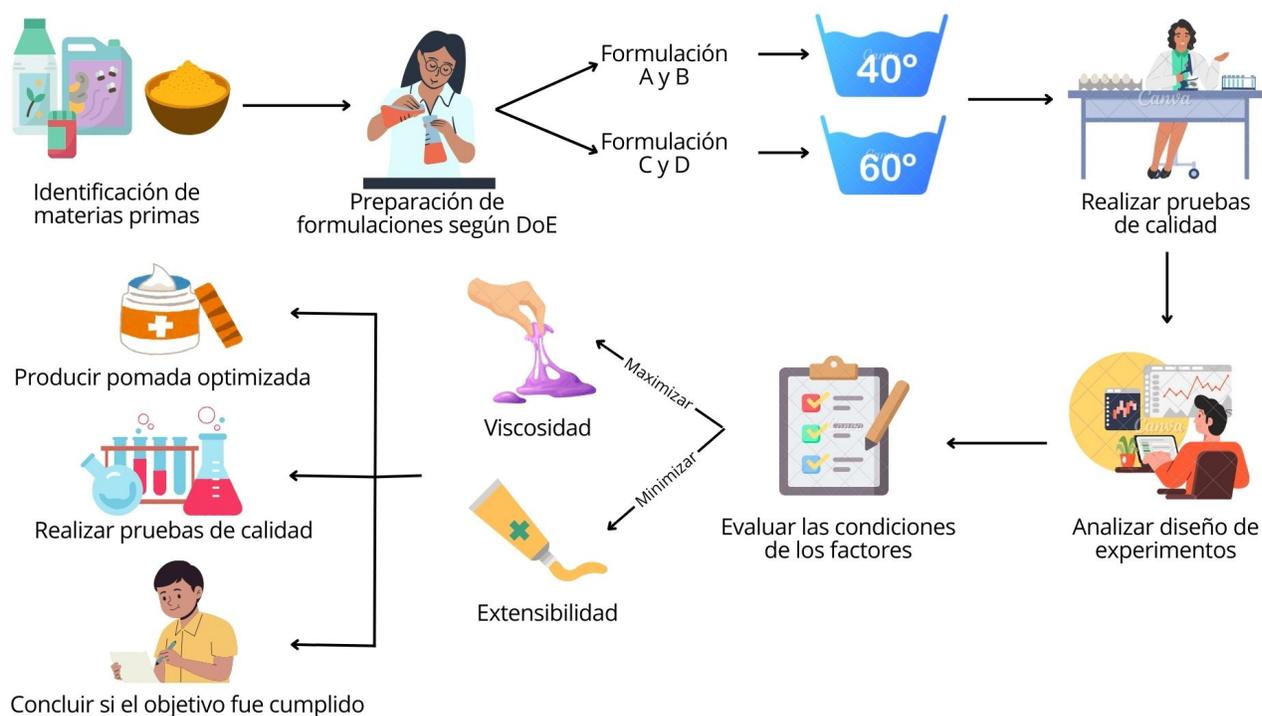
Según la matriz del diseño de experimentos, se obtuvieron 4 formulaciones con distintos porcentajes de emoliente y diferentes temperaturas de operación, mostradas en la tabla 4. Para cada una de las formulaciones se realizó 1 corrida y 2 réplicas, considerando que cada uno de los lotes fueron de 150 mL. Posteriormente, se procedió con la metodología planteada en la figura 1. Las pruebas de calidad incluyeron análisis de características organolépticas, medición de pH, viscosidad, extensibilidad y estabilidad mediante centrifugación.

**Tabla 4.** Formulaciones prueba para pomada de ibuprofeno.

		Formulación A	Formulación B	Formulación C	Formulación D
Temperatura de operación		40°C		60°C	
Porcentaje de ingrediente	<b>Ibuprofeno</b>	5%	5%	5%	5%
	<b>Aceite esencial de lavanda</b>	3%	3%	3%	3%
	<b>Lanolina</b>	5%	10%	5%	10%
	<b>Vaselina</b>	85%	80%	85%	80%
	<b>Ácido benzoico</b>	2%	2%	2%	2%
<b>Total</b>		<b>100%</b>			

**Tabla 5.** Resultados de pruebas de control de calidad de viscosidad y extensibilidad de los lotes de prueba

Formulación	Pruebas de control de calidad		
	Viscosidad	Extensibilidad	
A	1	103,200 cP	24.9743mm <sup>2</sup>
	2	117,600 cP	63.4524 mm <sup>2</sup>
	3	91,800 cP	42.9115 mm <sup>2</sup>
B	1	113,700 cP	89.6123 mm <sup>2</sup>
	2	167,700 cP	99.6408 mm <sup>2</sup>
	3	80,100 cP	35.9793 mm <sup>2</sup>
C	1	184,800 cP	75.0964 mm <sup>2</sup>
	2	186,300 cP	60.8442 mm <sup>2</sup>
	3	248,400 cP	70.9319 mm <sup>2</sup>
D	1	182,400 cP	70.8573 mm <sup>2</sup>
	2	203,700 cP	82.5964 mm <sup>2</sup>
	3	196,400 cP	83.4577 mm <sup>2</sup>



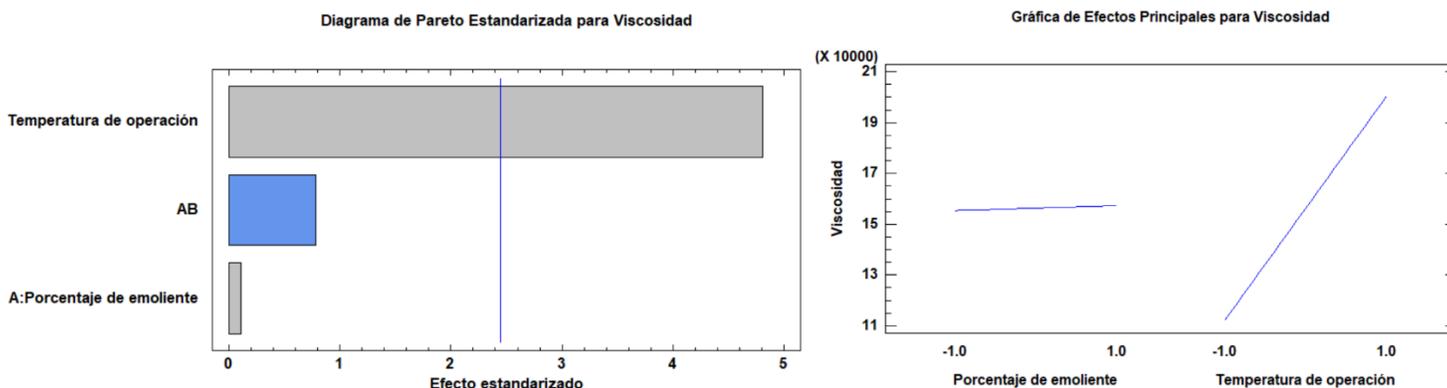
**Figura 9.** Metodología aplicada para la obtención de pomada de ibuprofeno con características de máxima viscosidad y mínima extensibilidad.

## Resultados y discusión

### *Pruebas de control de calidad*

Los resultados obtenidos de las pruebas de control de calidad para viscosidad y extensibilidad para los lotes de prueba (A, B, C y D) se detallan en la tabla 5.

Los datos de las pruebas de calidad indican que el porcentaje evaluado de lanolina no fueron porcentajes adecuados en el diseño experimental para maximizar la viscosidad. Por otro lado, la temperatura de fusión demostró ser un factor crucial para la homogeneidad y estabilidad del producto. Los mejores resultados se obtuvieron cuando el proceso se realizó a 60 °C, ya que a esta temperatura los componentes grasos (lanolina y vaselina) se funden completamente, logrando una mezcla homogénea. Esto es crucial para distribuir uniformemente el principio activo (ibuprofeno) y evitar la separación de fases. Finalmente, se analizaron la viscosidad y la extensibilidad mediante el software Statgraphics para evaluar cómo los factores de estudio influyen en la calidad del producto.

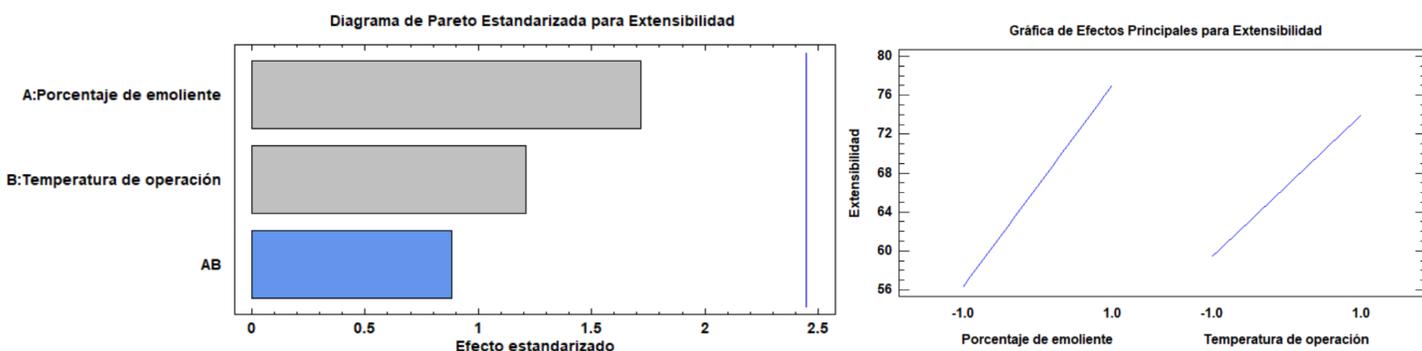


**Figura 10** a) Diagrama de Pareto Estandarizado para Viscosidad. b) Gráfica de Efectos principales para viscosidad.

En la figura 2, el grafico de Pareto para viscosidad a través de su línea crítica nos indica que el factor de temperatura de fusión tiene un efecto significativo para la viscosidad el desarrollo y producción de la pomada, así mismo mediante la gráfica de efectos principales indica que los porcentajes utilizados de lanolina no tienen un impacto significativo sobre la viscosidad, lo que sugiere que los porcentajes evaluados no alteran de manera considerable las propiedades de la pomada y remarca la necesidad de explorar porcentajes más elevados de lanolina para buscar maximizar la viscosidad de la pomada. En cuanto a la temperatura de fusión de 40°C y 60°C nos indica que tiene un impacto significativo en las propiedades de la pomada, siendo la temperatura optima 60°C, esto se debe a que excipientes como la lanolina alcanzan el nivel de fusión necesario para integrarse

completamente de manera homogénea mejorando la estabilidad y viscosidad en la pomada, además de reducir la extensibilidad.

En la figura 3, el diagrama de Pareto para extensibilidad indica que ningún factor evaluado afecta significativamente la extensibilidad sin embargo la gráfica de efectos principales para extensibilidad nos indica que a un porcentaje menor de emoliente hay una menor extensibilidad esto sugiere que si se desea minimizar la extensibilidad para obtener una pomada más concentrada y con una aplicación más localizada se recomienda utilizar lanolina en su concentración menor (5%).



**Figura 11** a) Diagrama de Pareto Estandarizado para Viscosidad. b) Gráfica de Efectos principales para viscosidad.

### Optimización

Tras analizar los resultados del diseño, se determinaron las condiciones óptimas para la producción de la pomada: una temperatura de fundición de 60°C y un nivel bajo de emoliente (5%). Luego, se realizaron pruebas de calidad (Tabla 5) y se procedió con el proceso de acondicionamiento.

**Tabla 5.** Resultados de pruebas de control de calidad de viscosidad y extensibilidad de los lotes optimizados.

Optimización	Pruebas de control de calidad	
	Viscosidad	Extensibilidad
1	363,600 cP	69.3977 mm <sup>2</sup>
2	471,600 cP	39.1248 mm <sup>2</sup>
3	397,200 cP	55.7877 mm <sup>2</sup>

### Conclusiones

La combinación óptima para una formulación de la pomada es una temperatura de fusión de 60°C y un porcentaje de 5% de lanolina. Esta combinación proporciona una mejor estabilidad, viscosidad y una baja extensibilidad, brindando características que favorezcan su aplicación y absorción del producto. Para futuras experimentaciones



## 2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

se recomienda considerar como un factor de estudio la velocidad de agitación ya que este puede afectar las características de la pomada. De igual manera, probar una formulación que contenga agua para la preparación de la pomada. Además, se recomienda explorar un rango más amplio de concentraciones de lanolina para identificar su impacto en las propiedades de la pomada.

## Referencias

Abel Díaz, “Diseño estadístico de experimentos” Editorial Universidad de Antioquia. 2 edición. 2009 Alves, B./O./O.-M. (s. f.). DECS.

Garcés Freire, L. C., Ushigua Sadva, J. D., & Robalino Martínez, D. del R. (2021). Estudio de factibilidad en la implementación de una planta de producción de una pomada terapéutica antiinflamatoria a base de aceite esencial de cáñamo (*Cannabis sativa* ssp. *Sativa*), aceite esencial de romero (*Salvia rosmarinus*) y aceite esencial de lavanda (*Lavandula officinalis*) en el cantón Ambato de la provincia de Tungurahua [Trabajo de Titulación, Universidad Técnica de Ambato].

García, B. (2015). Ungüentos, pomadas, cremas, geles y pastas: ¿es todo lo mismo? Disponible en: [https://fapap.es/files/639-1294-RUTA/FAPAP\\_4\\_2015\\_Unguentos\\_pomadas.pdf](https://fapap.es/files/639-1294-RUTA/FAPAP_4_2015_Unguentos_pomadas.pdf)

Gil-Castaño, Gloria, & Cardona, Ricardo. (2020). Emolientes: beneficios, elementos clave y aplicación clínica. *Revista Alergia México*, 67(2), 128–141. Epub 27 de enero de 2021. <https://doi.org/10.29262/ram.v67i2.730>

INYCOM, (2023). Control de calidad en la industria farmacéutica. En: <https://inycomindustria.com/blog/mejora-calidad/control-de-calidad-en-la-industriafarmaceutica/>

Ferré, J.& Rius, X. “Diseño factorial completo 2k,”*Técnicas de Laboratorio*, vol. 25, No. 287, pp. 999–1004, Octubre de 2003.

Keri, J.E. (2024). Principios del tratamiento dermatológico tópico. Manual MSD Versión Para Profesionales. [https://www.msmanuals.com/es-mx/professional/trastornos-dermatol%C3%B3gicos/principios-del-tratamiento-dermatol%C3%B3gico-t%C3%B3pico/principios-del-tratamiento-dermatol%C3%B3gico-t%C3%B3pico#Agentes-t%C3%B3picos\\_v959594\\_es](https://www.msmanuals.com/es-mx/professional/trastornos-dermatol%C3%B3gicos/principios-del-tratamiento-dermatol%C3%B3gico-t%C3%B3pico/principios-del-tratamiento-dermatol%C3%B3gico-t%C3%B3pico#Agentes-t%C3%B3picos_v959594_es)

Kohli, M. M., de Ackermann, M. D., & Castro, M. (2003). Estrategias y metodologías utilizadas en el mejoramiento de trigo: un enfoque multidisciplinario. CIMMYT.

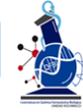
Leal, C. (2019). Uso de las centrifugas de OHAUS en cosmetología. *Industria Cosmética. Revista Cosmética*. España.

López García, Ortonobes Roig, & García Rebollar. (2015). Ungüentos, pomadas, cremas, geles y pastas: ¿es todo lo mismo? Fapap. Recuperado 29 de agosto 2024. [https://archivos.fapap.es/DetalleArticulo/\\_11urTLImMtVrea6WrA0sG2mUsea\\_v2\\_fKbLVnanPJ7YhwepcuZG1aCVChyA;3A7IMsz-cmHN1WLLpSVQzeraMg#bibliografia](https://archivos.fapap.es/DetalleArticulo/_11urTLImMtVrea6WrA0sG2mUsea_v2_fKbLVnanPJ7YhwepcuZG1aCVChyA;3A7IMsz-cmHN1WLLpSVQzeraMg#bibliografia)

Napolitano, H. (2010). Diseño de experimentos. Journal Article.

Olmos, S. (2015). Emulsiones. España. Disponible <https://botplusweb.farmaceuticos.com/documentos/2017/4/11/114468.pdf>

Secretaría de Salud, Comisión permanente de la Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos. *Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos (FEUM)* 13 ed. México; 2021.



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## Control microbiológico: Identificación y caracterización de hongos en una crema elaborada en la UAM-Xochimilco

Alcántara Nicasio Yamilé, Hernández Pérez Selene Gabriela, Martínez Resendiz Ana Belén, Miranda Díaz Danna Elizabeth\*, Rivera de León Xochitl Ariana, Sánchez García Cristian Ivan

**Profesores:** Castrillón Rivera Laura Estela, Espinosa Antúnez Violeta Karen\*

\* Autores de correspondencia: [2203018573@alumnos.xoc.uam.mx](mailto:2203018573@alumnos.xoc.uam.mx)  
[vespinosa@correo.xoc.uam.mx](mailto:vespinosa@correo.xoc.uam.mx)

**Módulo:** Prevención y Control de la Propagación  
Microbiana

### Resumen

La industria farmacéutica debe garantizar la seguridad de sus productos, evitando la contaminación microbiana, que compromete la calidad y seguridad de los productos terminados. Factores como la integridad de materias primas y un manejo adecuado son críticos. Este trabajo se enfoca en una crema con conservante de miel de abeja la cual fue contaminada por hongos tras 7 meses de almacenamiento. Se identificaron tres áreas contaminadas que mostraron diferentes características morfológicas, tanto macroscópicas como microscópicas. Utilizando la técnica de Ridell, se aislaron e identificaron los hongos *Penicillium spp.*, *Trichophyton spp.*, *Trichoderma spp.* y *Colletotrichum spp.* en la crema. Estos hongos representan un riesgo potencial para la salud y destacan la necesidad de controles microbiológicos adecuados en la industria farmacéutica.

**Palabras clave:** Crema, Contaminación fúngica, Agar Dextrosa Sabouraud, Microcultivo, Técnica de Ridell

### Introducción

La industria farmacéutica busca desarrollar productos seguros y efectivos; no obstante, la contaminación microbiana puede comprometer su calidad y la salud del paciente (FarmaIndustria, 2023). Factores como la integridad de las materias primas, la regulación de sistemas críticos y un manejo inadecuado durante la manufactura, almacenamiento o distribución, pueden representar riesgos significativos. La microbiología farmacéutica juega un papel crucial en este contexto, ya que garantiza la seguridad y eficacia de los productos mediante el control de la inocuidad y la esterilidad, validando procesos de saneamiento y la eficacia de conservantes, así como la calidad de áreas de producción y sistemas críticos.

Los microorganismos pueden degradar o inactivar los principios activos, alterando las propiedades de los productos. Por ello, es fundamental aplicar controles microbiológicos y un monitoreo constante desde la obtención de las materias primas hasta el producto final, para prevenir la liberación de lotes contaminados (Ratajczak et al., 2015; Loftsson, 2014; Mediagroup, 2020). Las cremas, por su alto contenido de agua y nutrientes, son especialmente susceptibles a la contaminación fúngica, una de las principales causas de retiro de productos no estériles (Bifardmin, 2021).

Cada componente de una formulación cumple una función clave en las propiedades fisicoquímicas, reológicas y en la calidad general del producto. En este estudio, se analiza una crema compuesta por miel, utilizada en una concentración del 4.5% como conservante (Alcántara et al., 2023), por sus propiedades higroscópicas y antibacterianas, como se destaca en la revisión de Burlando y Cornara (2013). El presente estudio se centrará en la identificación y caracterización de hongos presentes en la crema mencionada, elaborada en la UAM Xochimilco. Asimismo, resaltando la importancia de los controles microbiológicos en la industria farmacéutica.

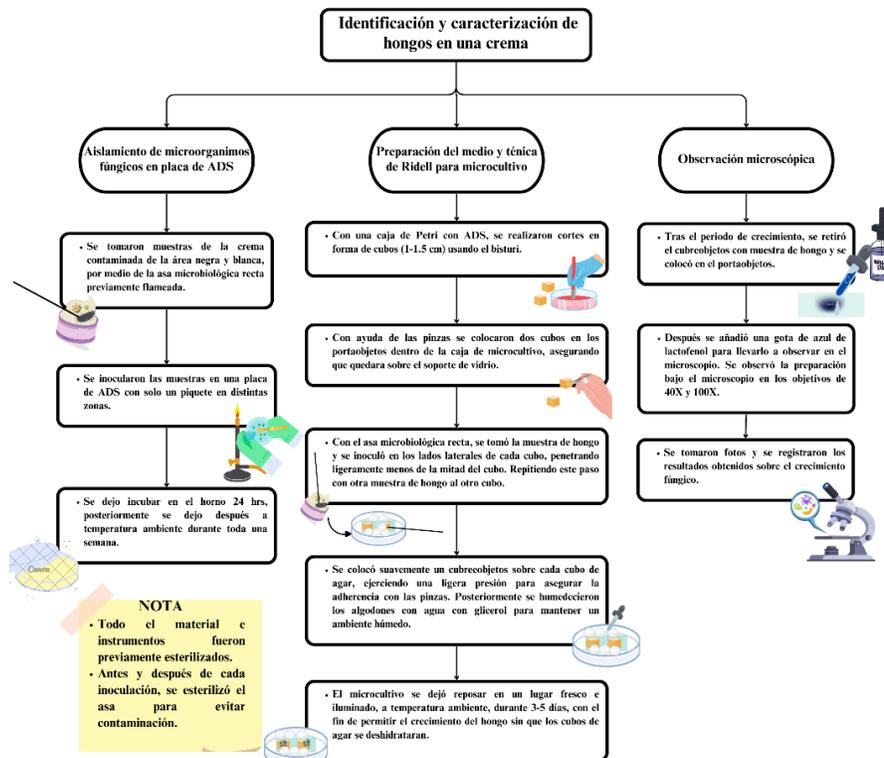
### **Objetivo general**

Identificar por la técnica de Ridell los hongos presentes en la formulación farmacéutica tópica (crema) elaborada en la UAM.

### **Objetivos particulares**

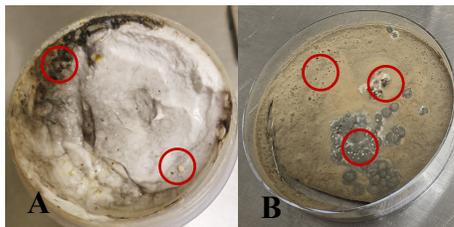
- Aislar en agar Dextrosa Sabouraud (ADS) del crecimiento fúngico de la crema.
- Describir la morfología macroscópica de los hongos aislados.
- Realizar el microcultivo a partir de la crema contaminada por hongos y del aislamiento.
- Describir la morfología microscópica de los microcultivos.

## Metodología



## Resultados y Discusión

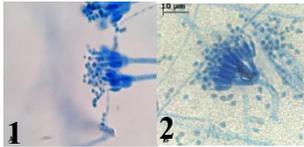
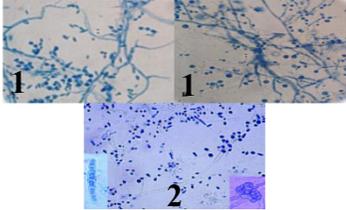
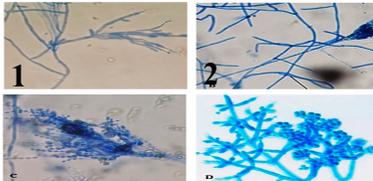
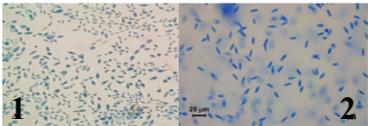
La crema fue almacenada durante siete meses y se seleccionaron tres áreas para el aislamiento de hongos, observando coloraciones y patrones de crecimiento distintivos en cada sección y también se utilizó una placa de Dextrosa Sabouraud (ADS) inoculada con muestras de estas áreas. Tras la incubación, se identificaron comunidades fúngicas con aspecto plegado, coloración verde ocre con burbujas de condensación, como se muestra en la figura 1.



**Figura 1.** A) Crema tóxica contaminada. Los círculos indican las secciones de las que se tomó muestra para su aislamiento y microcultivo. B) Placa de ADS inoculada con hongo. Los círculos indican el crecimiento fúngico a partir de muestras de una crema contaminada.

El análisis microscópico de las áreas de la placa ADS como las muestras plantadas en el microcultivo reveló la presencia de hifas septadas y cenocíticas, así como conidios y miceliosel, lo que permitió identificar hongos como *Penicillium spp.*, *Trichophyton spp.*, *Trichoderma spp.*, y *Colletotrichum spp.* como se puede ver en la tabla 1.

**Tabla 1.** Características morfológicas microscópicas observada con lo obtenido con la literatura.

Hongo	Características morfológicas observadas	Figura
<i>Penicillium spp.</i>	Hifas septadas, conidios y conidióforos con coloraciones características. Observación morfológica microscópica comparada con <i>Penicillium spp.</i> HC1 en medio sólido (García, 2015).	
<i>Trichophyton spp.</i>	Micelios aislados, hifas cenocíticas y tabicadas, microconidios en forma piriforme. Observación morfológica microscópica comparada con <i>T. equinum.</i> (The University of ADELAIDE, 1988).	
<i>Trichoderma spp.</i>	Conidios lisos agrupados en cadenas cortas, hifas hialinas y septadas. Observación con <i>T. harzianum.</i> (Schubiger, 2024).	
<i>Colletotrichum</i>	Micelios en brotación, hifas septadas cenocíticas. Observación morfológica microscópica comparada con conidias de <i>Trichoderma spp.</i> (Hughes et al., 2015).	

1= Figuras obtenidas en el microcultivo y muestras de las placas. 2= Figuras obtenidas en la literatura.

Los resultados anteriores evidencian que la contaminación fúngica se origina por diversas razones, debido a la gran capacidad que tienen los hongos para crecer y proliferar en distintos ambientes. Una inadecuada manipulación o una mala elaboración del producto son unas de las tantas razones que comprometen la calidad de este a corto y largo plazo, evidenciando que el control microbiológico es esencial en la industria farmacéutica para garantizar la seguridad y eficacia de los productos (U.S. FDA, 2021).

La deficiencia e inadecuado uso de conservantes es otra de las razones por las cuales los hongos pueden proliferar en un producto farmacéutico, se sospecha que en este caso las concentraciones de miel utilizadas en la formulación fueron insuficientes y por ello se sugiere incrementarlas. Investigar y analizar las características y



## 2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

propiedades de los tipos de miel existentes resulta necesario para seleccionar la adecuada y la más compatible con los componentes de la formulación. Se propone también la combinación de la miel con un conservante adicional para de este modo potencializar el efecto antimicrobiano y bacteriostático (Tasleem et al., 2013).

La implementación de buenas prácticas de manufactura (BPM) y controles rigurosos, como la desinfección, esterilización y pruebas microbiológicas, también son fundamentales para prevenir contaminaciones y así evitar brotes de infecciones asociadas con productos contaminados que pongan en riesgo la salud e integridad del individuo (U.S. FDA, 2021).

### Conclusiones

El estudio logró identificar exitosamente hongos en una crema formulada en la UAM Xochimilco mediante la técnica de Ridell, describiendo morfológicamente especies como *Penicillium spp.*, *Trichophyton spp.*, *Trichoderma spp.*, y *Colletotrichum spp.*. Estos hongos demostraron la capacidad de proliferar en productos farmacéuticos mal conservados o con controles microbiológicos deficientes. Aunque la miel fue usada como conservante por sus propiedades antibacterianas, no fue efectiva, lo que resalta la necesidad de combinarla con otros conservantes y ajustar su concentración. El estudio subraya la importancia de la microbiología para asegurar la calidad y seguridad de productos farmacéuticos, destacando la necesidad de implementar controles microbiológicos rigurosos durante la producción.

### Referencias

- Alcántara, Y., Martínez, A., Mena, A & Solis, Y. (2023). Influencia del Span 60 en las características fisicoquímicas de una emulsión aceite agua con vitamina E y miel. UAM Xochimilco.
- Bifardmin. (2021). Controles microbiológicos en industria farmacéutica. Bifar. <https://bifarsas.com/controles-microiologicos-en-industria-farmacautica/>
- Burlando, B. & Cornara, L. (2013). Honey in dermatology and skin care: a review. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 12(4), 306–313. <https://doi.org/10.1111/jocd.12058>
- FarmaIndustria. (2023). La industria farmacéutica, un ‘fórmula 1’ para la economía y el empleo. <https://www.farmaindustria.es/web/reportaje/la-industria-farmacautica-un-formula-1-para-la-economia-y-el-empleo/>
- García, C. (2015). Evaluación del efecto de la luz sobre la morfología, el crecimiento y la conidiogénesis de *Penicillium sp.* HCl [Trabajo de Grado, Pontificia Universidad Javeriana]. <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/57899/EVALUACION%20DEL%20EFECTO%20DE%20LA%20LUZ%20SOBRE%20LA%20MORFOLOG%20Y%20EL%20CRECIMIENTO%20Y%20LA%20CONIDIOTENENCIA%20DE%20Penicillium.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Loftsson, T. (2014). Chapter 1 – Introduction. *Drug Stability for Pharmaceutical Scientists*, 1-3. Recuperado el 12 de septiembre de 2024, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780124115484000015>
- Mediagroup. (2020). La importancia del control microbiológico. Unika. <https://www.unikagm.com/importancia-control-microbiologico/>
- Ratajczak, M., Kubicka, M.M., Kamińska, D., Sawicka, P., y Długaszewska, J. (2015). Microbiological quality of non-sterile pharmaceutical products. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 23(3):303–307. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4475860/>



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

Schubiger, F. (2024). Südlicher Stängelbrenner oder Anthracnose. <https://www.pflanzenkrankheiten.ch/krankheiten-an-kulturpflanzen-2/krankheiten-an-futterleguminosen/rotklee/colletotrichum-trifolii-tp>

Tasleem, S., Naqvi, S. B., Khan, S. A., & Hashmi, K. (2013). Efficacy of newly formulated ointment containing 20% active antimicrobial honey in treatment of burn wound infections. *Journal of Ayub Medical College, Abbottabad: JAMC*, 25(1-2), 145–148.

U.S. Food and Drug Administration (FDA). (2021). "Guidance for Industry: Sterile Drug Products Produced by Aseptic Processing.



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## Evaluación del efecto antibacteriano de los extractos de *Calendula officinalis* y *Aloe vera* en la bacteria *Staphylococcus aureus* y *Klebsiella pneumoniae*

Ángeles Pagola Mariana Nahomy, Cadena Vargas Regina, Herrera Vanegas Angélica Montserrat, Luna Regis Isaac, Serrano Álvarez Mónica

**Profesores:** Esquivel Campos Ana Laura, Miranda Hernández José Francisco\*

\* Autores de correspondencia: [2212036150@alumnos.xoc.uam.mx](mailto:2212036150@alumnos.xoc.uam.mx)  
[jmirandah@correo.xoc.uam.mx](mailto:jmirandah@correo.xoc.uam.mx)

**Módulo:** Prevención y Control de la Propagación  
Microbiana

### Resumen

La creciente resistencia bacteriana a los antibióticos es un problema latente el cual tiene el potencial de tener consecuencias catastróficas para la sociedad. En México, un porcentaje significativo de *Staphylococcus aureus* ha mostrado resistencia a metilina (MRSA), con tasas que alcanzan hasta el 62% en algunos estudios. Aunque menos frecuente, un pequeño porcentaje (alrededor del 4% en ciertos estudios) también presenta resistencia a vancomicina. (Cervantes et. al., 2020). Es por ello por lo que surge la inminente necesidad de investigar alternativas nuevas y eficaces que tengan una buena actividad antimicrobiana que contrarresten esta problemática. Este estudio evaluó los efectos antimicrobianos presentes en los extractos de *Calendula officinalis* y *Aloe vera* frente cepas de *S. aureus* y *Klebsiella pneumoniae* mediante el método de difusión de disco. Los resultados mostraron que el extracto de *C. officinalis* presentó una mayor efectividad en la inhibición del crecimiento bacteriano, especialmente en *K. pneumoniae*, mientras que el extracto de *Aloe vera* presentó mayoritariamente un sinergismo potenciando el efecto antimicrobiano cuando se aplicó en conjunto con el extracto de *C. officinalis*. Sin embargo, no demostró actividad cuando se aplicó de manera aislada en ninguna cepa. Estos hallazgos sugieren que la *C. officinalis* presenta un mayor potencial como agente antimicrobiano frente a *S. aureus* y *K. pneumoniae* en comparación al extracto de *Aloe vera*, sin embargo, el extracto de aloe vera parece exacerbar el efecto antibacteriano en ambos extractos.

**Palabras clave:** Antibiograma, Caléndula, *Aloe vera*.

### Introducción

Las infecciones asociadas a la atención en salud (IAAS) representan una preocupación creciente debido a la resistencia de patógenos como *Staphylococcus aureus* y *Klebsiella pneumoniae* a los tratamientos antibióticos convencionales. Estas bacterias figuran entre las diez más frecuentes causantes de enfermedades en la población mexicana (Garza et al., 2019; Merchán et al., 2021).

*K. pneumoniae* ha demostrado una alta tasa de resistencia a antibióticos, destacando la producción de betalactamasa de espectro extendido (BLEE). Estudios recientes indican que hasta el 36% de los aislamientos de *K. pneumoniae* producen BLEE. Además, un reciente estudio reveló que un 12% de las cepas de *K. pneumoniae* presentan resistencia a carbapenemasas (Cervantes et. al., 2020). En México, un porcentaje significativo de *S. aureus* ha mostrado resistencia a metilina (MRSA), con tasas que alcanzan hasta el 62% en algunos estudios.

Aunque menos frecuente, un pequeño porcentaje (alrededor del 4% en ciertos estudios) también presenta resistencia a vancomicina (Cervantes et. al., 2020). Este aumento en la resistencia ha impulsado la búsqueda de alternativas terapéuticas basadas en compuestos naturales.

Investigaciones anteriores han demostrado que los extractos de *Aloe vera* y *Calendula officinalis* poseen propiedades antimicrobianas efectivas contra *S. aureus* y *K. pneumoniae* (Ruiz & Betancourt, 2014). En esta investigación, se evaluó el efecto de ambos extractos para determinar su potencial antimicrobiano contra cepas de estas dos bacterias patógenas. Se realizó una evaluación individual de la efectividad antimicrobiana de cada extracto, así como de una mezcla de ambos en tres concentraciones diferentes para investigar posibles sinergias entre ellos, los resultados encontrados prueban que el uso en conjunto de ambos extractos potencializa la inhibición en el crecimiento de ambas bacterias, sin embargo, el extracto de *A. vera* por sí solo no muestra inhibición; se ha encontrado que el extracto de *C. officinalis* tiene un mejor efecto antimicrobiano por sí solo.

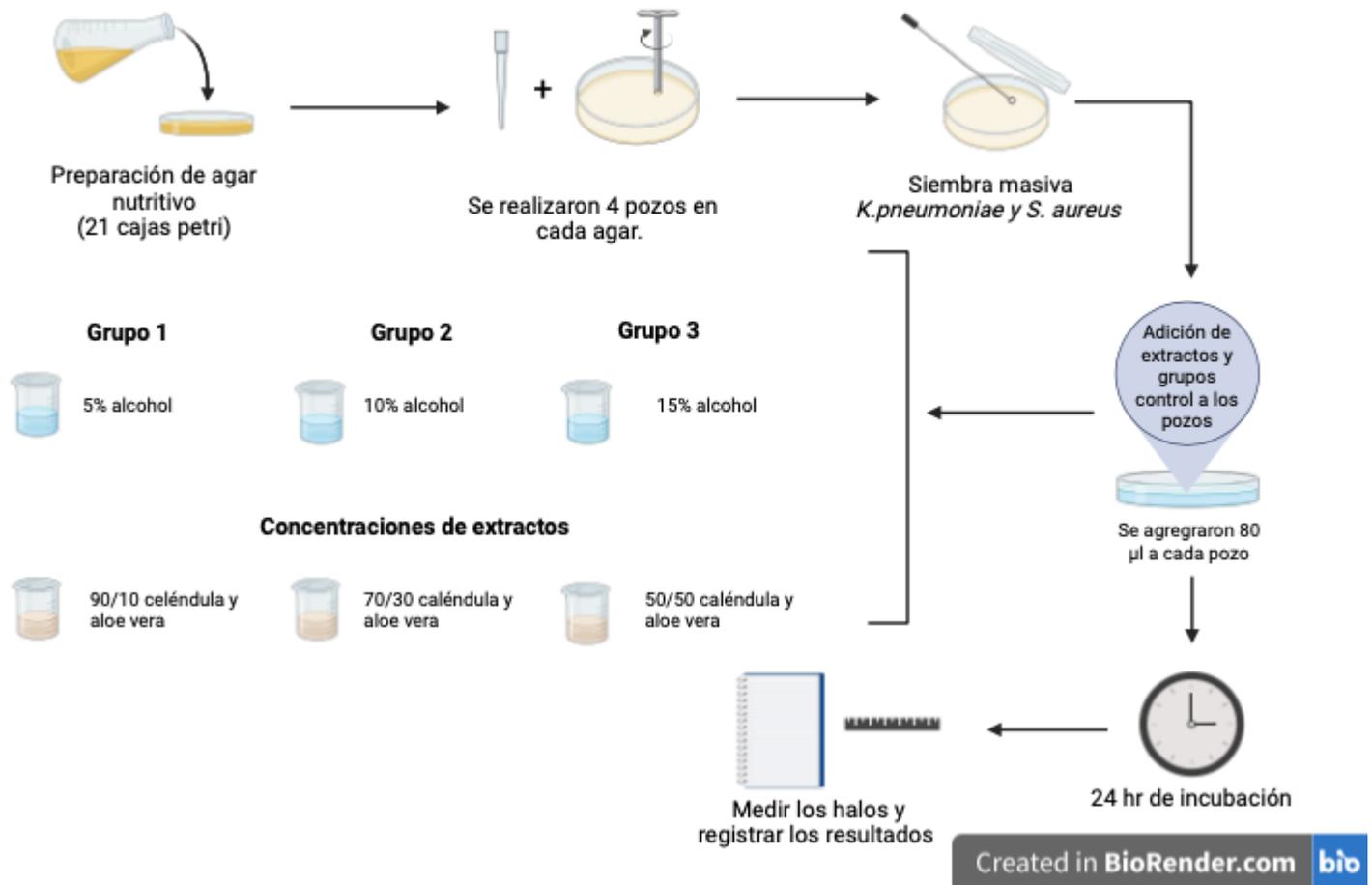
### **Objetivo general**

Evaluar el efecto antimicrobiano de los extractos de caléndula (*Calendula officinalis*) y *Aloe vera* (*Aloe barbadensis*) para determinar su potencial como alternativas en el tratamiento contra *S. aureus* y *K. pneumoniae*.

### **Objetivos particulares**

- Identificar las bacterias a través de pruebas bioquímicas y mediante el crecimiento en agar.
- Determinar el efecto antimicrobiano de los extractos de *Calendula officinalis* y *Aloe vera* a diferentes proporciones, evaluando su posible acción mediante el método de antibiogramas.

## Metodología



Todos los procedimientos se realizaron en condiciones estériles, el material utilizado fue autoclaveado, y se portó el equipo de protección en todo momento.

## Resultados y Discusión

### *Antibiograma Klebsiella pneumoniae*

Se muestran los tamaños de los halos de inhibición y su interpretación en la tabla 1 se encontraron halos de inhibición mayores a los 20 mm en las concentraciones 90/10, 70/30 y 50/50, sin embargo, en las distintas concentraciones de alcohol no se observó inhibición. (Interpretación de resultados + susceptibilidad bacteriana, - resistencia bacteriana).

**Tabla 1.** Resultados del promedio de los halos de inhibición obtenidos en el antibiograma, comparados con los grupos control 5%, 10% y 15% de alcohol para la cepa *K. pneumoniae*.

[Extracto]	Halos (mm)	Interpretación	
Alcohol 5%	-	-	Resistente
Alcohol 10%	-	-	Resistente
Alcohol 15%	-	-	Resistente
A 90/10	28.7 mm	+	Sensible
B 70/30	22 mm	+	Sensible
C 50/50	25.7 mm	+	Sensible

Los resultados indican que en todas las concentraciones de extracto hay inhibición, pero en concentraciones de 90% caléndula, 10% *Aloe vera*, la inhibición es más notoria puesto que los halos fueron más grandes.

Se hizo un antibiograma extra para evaluar los extractos por separado, se encontraron solo halos de inhibición en el extracto de caléndula, mientras que el extracto de aloe vera no mostro rastros de inhibición tabla 2.

**Tabla 2.** Resultados de los halos de inhibición obtenidos en el antibiograma de los extractos por separado.

[Extracto]	Halos (mm)	Interpretación	
Caléndula	19	+	Sensible
Aloe	-	-	Resistente

Los resultados encontrados indican que el extracto con el efecto antibacteriano más alto es el de caléndula puesto que en el antibiograma con aloe vera no se mostró rastro de inhibición, sin embargo, su uso en conjunto con el de caléndula y de acuerdo con Khan et. al. (2012) potencializó el efecto de este mismo por ello los halos son más grandes que cuando se usa por separado.

### ***Antibiograma Staphylococcus aureus.***

Los resultados obtenidos en los antibiogramas para la cepa de *S. aureus* se presentan en la tabla 3, se encontraron halos de inhibición mayores a 15 mm en muy pocos casos como lo fueron en las concentraciones de 90/10 y 70/30, sin embargo, en las distintas concentraciones de alcohol no se observó inhibición. (Interpretación de resultados + susceptibilidad bacteriana, - resistencia bacteriana).

**Tabla 3** Resultados del promedio de los halos de inhibición obtenidos en el antibiograma, comparados con los grupos control 5%, 10% y 15% de alcohol para la cepa *S. aureus*.

[Extracto]	Halos (mm)	Interpretación	
Alcohol 5%	-	-	Resistente
Alcohol 10%	-	-	Resistente
Alcohol 15%	-	-	Resistente
A 90/10	27 mm	+	Sensible
B 70/30	19.3 mm	+	Sensible
C 50/50	8 mm	-	Resistente

Los resultados indican que esta bacteria tiene más resistencia comparada con *la K. pneumoniae*, puesto que los halos de inhibición obtenidos fueron más pequeños y solo se presentaron en 6 de los pozos en concentraciones 70/30 y 50/50.

Se hizo un antibiograma extra para evaluar los extractos por separado, se encontraron solo halos de inhibición en el extracto de caléndula, mientras que el extracto de *Aloe vera* no mostro rastros de inhibición tabla 4.

**Tabla 4.** Resultados de los halos de inhibición obtenidos en el antibiograma de los extractos por separado.

[Extracto]	Halos (mm)	Interpretación	
Caléndula	29	+	Sensible
Aloe	-	-	Resistente

Los resultados encontrados nos indican que el extracto con el efecto antibacteriano es el de caléndula puesto que en el de *Aloe vera* no se mostró rastro de inhibición, que comparando los antibiogramas con los de la bacteria *K. pneumoniae* sus halos de inhibición son de tamaños diferentes en conjunto y separando los extractos. En este caso los halos de inhibición son similares por lo que aquí se le atribuye el efecto antibacteriano a solo el extracto de caléndula.

La investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto antimicrobiano de los extractos de *Aloe vera* y *C. officinalis* frente a las bacterias *S.aureus* y *K. pneumoniae*. Los resultados indicaron que el extracto de *C. officinalis* presentó una actividad antimicrobiana significativa contra ambas bacterias, con halos de inhibición superiores a 15 mm en todas las concentraciones 90/10, 70/30 y 50/50, especialmente en *K. pneumoniae* que resulto ser sensible a dichos extractos; *S. aureus* demostró ser resistente a estos extractos en concentraciones bajas esto concuerda con Yebpella y colaboradores ya que fue reportada como sensible a los extractos naturales. Por otro lado, el extracto



## 2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

de *Aloe vera* no mostró una actividad antibacteriana considerable por sí solo, lo que sugiere que su efecto es menos potente o que depende de sinergias con otros compuestos para ser efectivo, como en este caso que para la bacteria *K. pneumoniae* su uso en conjunto con caléndula arrojó halos de inhibición más grandes.

Estos hallazgos concuerdan con investigaciones previas que han demostrado la capacidad antimicrobiana de la *C. officinalis* (Rodríguez y Alvares, 2021), especialmente debido a la presencia de flavonoides y terpenoides, que son compuestos conocidos por sus propiedades antibacterianas y antiinflamatorias (Shahane et. al, 2023). Por otro lado, aunque el *Aloe vera* ha mostrado propiedades antimicrobianas en otros estudios, su efectividad parece ser más limitada o específica para ciertos tipos de microorganismos, condiciones y el uso con otros extractos (Khan et. al, 2012).

### Conclusiones

El extracto de *Calendula officinalis* se sugiere que presenta un mayor potencial como agente antimicrobiano contra *Staphylococcus aureus* y *Klebsiella pneumoniae* en comparación con el *Aloe vera*.

### Referencias

- Cervantes-García, E., García-González, R. & Salazar-Schettino, P. M. (2018). *Características generales del Staphylococcus*. Medigraphic.com. <https://www.medigraphic.com/pdfs/patol/pt-2014/pt141e.pdf>
- Garza-González E, Morfín-Otero R, Mendoza-Olazarán S, Bocanegra-Ibarias P, Flores-Treviño S, Rodríguez-Noriega E, et al. (2019) Una instantánea de la resistencia a los antimicrobianos en México. Resultados de 47 centros de 20 estados durante un período de seis meses. A snapshot of antimicrobial resistance in Mexico. Results from 47 centers from 20 states during a six-month period - PubMed (nih.gov).
- Merchán Reyes, J.J. ., & Gerardo Ortiz, J. (2021). Mecanismos de resistencia en aislados clínicos de *Klebsiella pneumoniae*. *Vive Revista de Salud*, 4(12), 9–22. <https://doi.org/10.33996/revistavive.v4i12.105>
- Rodríguez Cepeda, R., & Álvarez Suárez, N.Y. (2021). Actividad antimicrobiana del extracto hidroalcohólico de *Calendula officinalis* L. *Revista ION*, 34(1), 97–110. <https://doi.org/10.18273/revion.v34n1-2021008>
- Ruiz Hurtado, F.M., & Betancourt Calderón, G.C. (2014). Evaluación de la actividad bactericida de fracciones enriquecidas en flavonoides a partir de: *Psidium guajava* l.(guayaba), *Calendula officinalis* l.(caléndula), l.(romero) y *Matricaria chamomilla* l.(manzanilla) sobre: *Erwinia carotovora* (dye).
- Shahane, K., Kshirsagar, M., Tambe, S., Jain, D., Rout, S., Ferreira, M.K.M., Mali, S., Amin, P., Srivastav, P.P., Cruz, J., & Lima, R.R. (2023). Una revisión actualizada sobre el potencial terapéutico multifacético de *Calendula officinalis* L. *Pharmaceuticals (Basilea, Suiza)*, 16(4), 611. <https://doi.org/10.3390/ph16040611>
- Khan, H.R., Khatri, M.T., Khan, F.N., Ali, M.F., & Khan, A.S. (2012). Antibacterial activity of *Aloe vera* leaf gel extract against Gram-positive and Gram-negative bacteria. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(23), 3966–3971. <https://academicjournals.org/journal/JMPR/article-full-text-pdf/84B43C014234>
- Yebpella, G.G., Adeyemi Hassan, M.M., Hammuel, C., Magomya, A.M., Agbaji, A.S., Okonkwo, E.M. (2011). Phytochemical screening and comparative study of antimicrobial activity of *Aloe vera* various extracts. *Afr J Microbiol Res.*, 5(10):1182–1187.



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## Importancia en la detección y prevalencia de grupos sanguíneos

Abad Muñoz Andrés, Blanco Wisniewski Diana, Gallardo Ángel Ingrid Nicole, Fuentes Hernández Alejandro ,  
Meza Molina Alison Yomara

**Profesores:** Castrillón Rivera Laura Estela\*, Espinoza Antúnez Violeta Karen

\* Autores de correspondencia: [2193030556@alumnos.xoc.uam.mx](mailto:2193030556@alumnos.xoc.uam.mx)  
[lcrivera@correo.xoc.uam.mx](mailto:lcrivera@correo.xoc.uam.mx)

**Módulo:** Prevención y Control de la Propagación  
Microbiana

### Resumen

Este estudio se centra en la prevalencia de los grupos sanguíneos en estudiantes de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. Se resalta la importancia del sistema ABO y el factor Rh, ya que la incompatibilidad sanguínea puede causar graves reacciones inmunitarias. Se realizó la tipificación sanguínea mediante pruebas de aglutinación con anticuerpos anti-A, anti-B y anti-D. Los resultados muestran una mayor prevalencia del grupo O+, reflejando tendencias globales, mientras que el grupo AB- es menos común. Esta desigualdad en la distribución de grupos sanguíneos plantea desafíos para la disponibilidad de sangre compatible en situaciones de emergencia. Resalta la necesidad de estrategias eficaces de gestión de sangre, con campañas de donación dirigidas hacia los grupos más raros, a fin de garantizar una respuesta adecuada en momentos de alta demanda, mejorando así la atención médica.

**Palabras clave:** Grupos sanguíneos, Prevalencia, Tipificación

### Introducción

Los grupos sanguíneos son clasificaciones basadas en las características presentes en los glóbulos rojos, y juegan un papel vital en la medicina transfusional y la inmunología. Estas características están determinadas por la presencia de antígenos en la superficie de los eritrocitos, proteínas o moléculas de azúcar que actúan como marcadores para el sistema inmunológico. Existen diversos sistemas de clasificación, siendo los más importantes el sistema ABO y el factor Rh. En el sistema ABO, los antígenos presentes en los eritrocitos pueden ser de tipo A, B, ambos (AB) o ninguno (O). Por ejemplo, las personas con sangre del tipo A tienen antígenos A en sus glóbulos rojos y anticuerpos anti-B en su plasma, mientras que las del tipo B tienen antígenos B y anticuerpos anti-A. El tipo AB tiene ambos antígenos A y B, pero no produce anticuerpos, y el tipo O carece de antígenos, pero contiene ambos anticuerpos anti-A y anti-B.

El factor Rh, por otro lado, se basa en la presencia o ausencia del antígeno D, que determina si la sangre es Rh positiva o negativa. La combinación de estos dos sistemas (ABO y Rh) da lugar a los ocho tipos sanguíneos más comunes: A+, A-, B+, B-, AB+, AB-, O+ y O-. Esta clasificación es esencial para garantizar la compatibilidad en transfusiones, ya que una transfusión de sangre incompatible puede desencadenar graves reacciones inmunitarias.

Además de su importancia clínica, los grupos sanguíneos varían en frecuencia según la región geográfica y las poblaciones. El grupo O<sup>+</sup> es uno de los más comunes en gran parte del mundo, mientras que AB<sup>-</sup> es el menos frecuente, lo que puede representar un desafío en situaciones donde se requiere sangre compatible en grandes cantidades (Makroo, 2021).

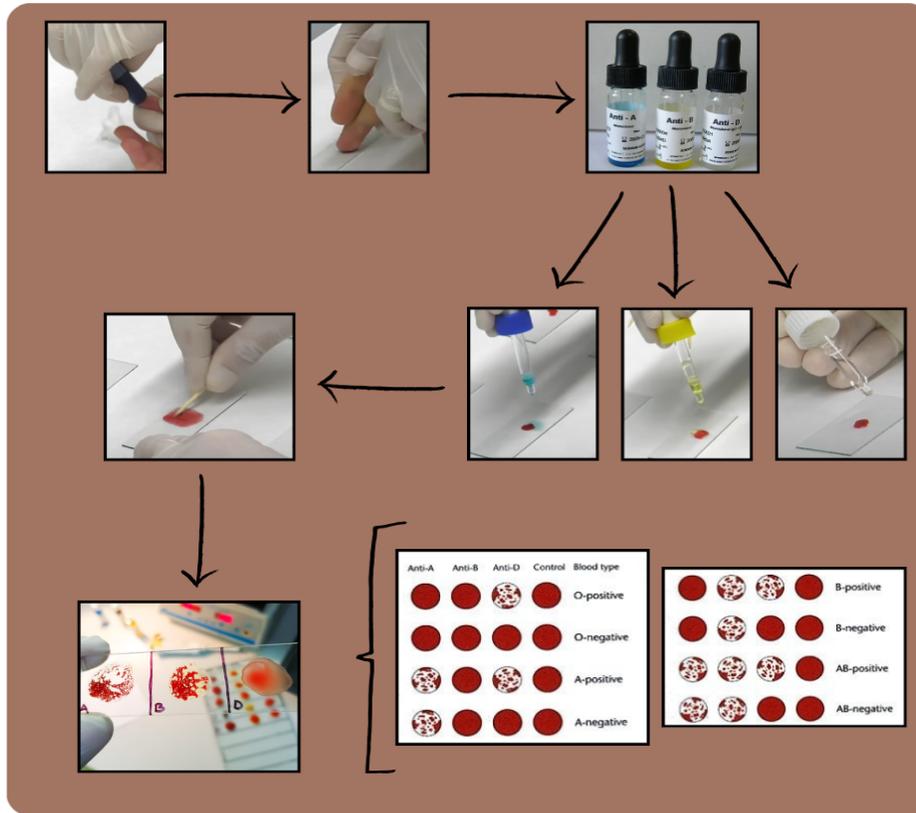
### **Objetivo General**

Conocer el grupo sanguíneo con más prevalencia en una población de estudiantes de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco.

### **Objetivos Particulares**

- Describir el procedimiento de tipificación sanguínea mediante pruebas de aglutinación con anticuerpos anti-A, anti-B y anti-D para determinar los grupos sanguíneos de los participantes.
- Determinar la prevalencia de los diferentes grupos sanguíneos en una población estudiantil de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco.
- Analizar las implicaciones de la distribución desigual de los grupos sanguíneos.

## Metodología



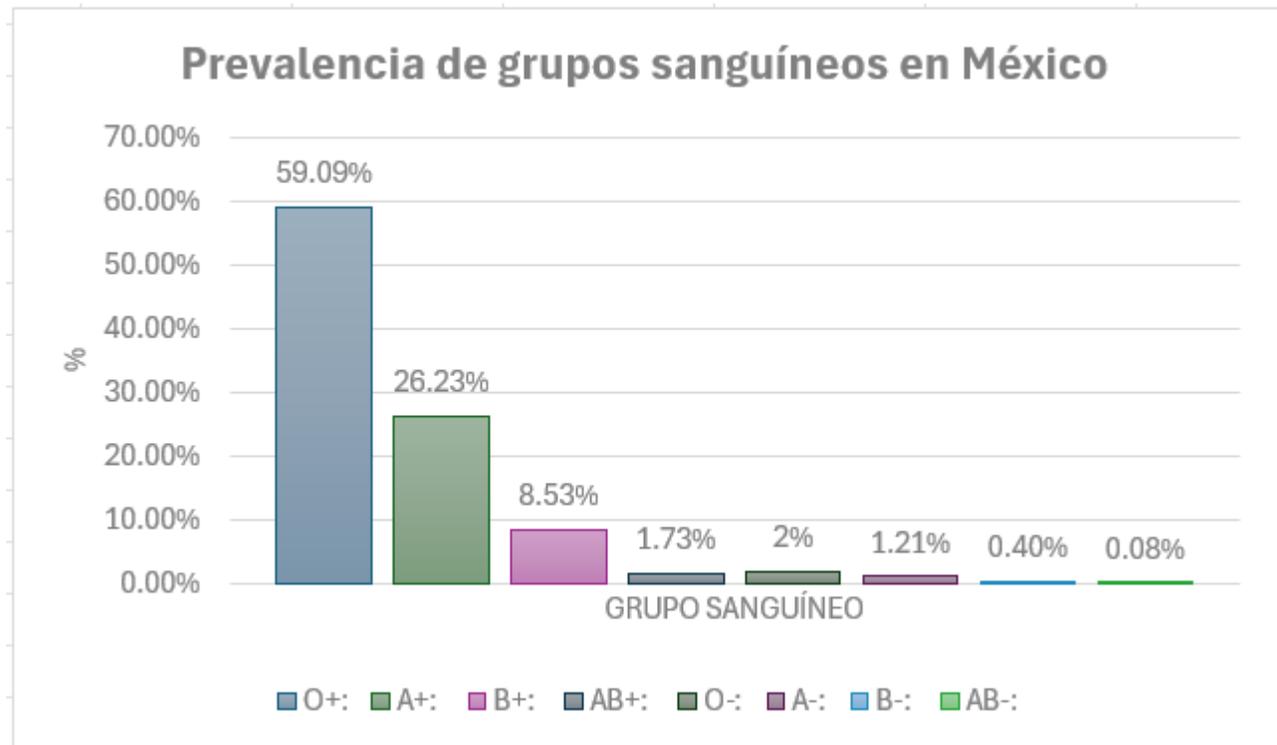
**Tabla 1.** Determinación de grupo sanguíneo

Reacción Anti-A	Reacción Anti-B	Reacción Anti-Rh	Grupo sanguíneo
Aglutina	No aglutina	Aglutina	A+
Aglutina	No aglutina	No aglutina	A-
No aglutina	Aglutina	Aglutina	B+
No aglutina	Aglutina	No aglutina	B-
Aglutina	Aglutina	Aglutina	AB+
Aglutina	Aglutina	No aglutina	AB-
No aglutina	No aglutina	Aglutina	O+
No aglutina	No aglutina	No aglutina	O-

**Tabla 2.** Donación de sangre.

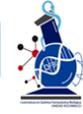
Tipo de Sangre	Puede Donar a	Puede Recibir de
O-	O-, O+, A-, A+, B-, B+, AB-, AB+	O-
O+	O+, A+, B+, AB+	O-, O+
A-	A-, A+, AB-, AB+	O-, A-
A+	A+, AB+	O-, O+, A-, A+
B-	B-, B+, AB-, AB+	O-, B-
B+	B+, AB+	O-, O+, B-, B+
AB-	AB-, AB+	O-, A-, B-, AB-
AB+	AB+	Todos los tipos (O-, O+, A-, A+, B-, B+, AB-, AB+)

## Resultados y Discusión



**Figura 1.** Prevalencia de Grupos Sanguíneos en México. Basado en datos de World Population Review (2024).

Los resultados obtenidos en este estudio proporcionan información valiosa sobre la prevalencia de los diferentes grupos sanguíneos en la población estudiantil de la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Xochimilco. La distribución desigual de los grupos sanguíneos, tanto a nivel global como en poblaciones específicas, tiene



## 2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

implicaciones significativas para la medicina transfusional. Por ejemplo, el predominio del grupo O+ como el más común a nivel mundial y el hecho de que el grupo AB- sea extremadamente raro, pueden complicar la disponibilidad de sangre compatible en situaciones de emergencia.

La prevalencia de ciertos grupos sanguíneos en esta población estudiantil puede reflejar patrones similares a los observados a nivel nacional o incluso global, aunque es importante considerar las variaciones regionales y étnicas que pueden influir en la distribución de los grupos sanguíneos. Esto resalta la necesidad de estrategias eficaces para la gestión y distribución de las reservas de sangre, especialmente para los grupos menos comunes, a fin de asegurar una respuesta efectiva en casos de alta demanda.

Los resultados de este estudio también plantean preguntas sobre cómo mejorar la concienciación y participación en programas de donación de sangre, especialmente para los grupos con menor prevalencia. Dado que la distribución de los grupos sanguíneos tiene un impacto directo en la capacidad de los sistemas de salud para responder a emergencias, se deben implementar campañas de donación dirigidas y estrategias de almacenamiento que consideren estas disparidades.

### **Conclusiones**

La comprensión de la distribución de los grupos sanguíneos en poblaciones específicas, como la de la Universidad Autónoma Metropolitana, puede ayudar a informar y mejorar las estrategias de donación y gestión de sangre, contribuyendo a una atención médica más efectiva y equitativa.

### **Referencias**

Makroo, R.N. (2021). Transfusion Medicine – Technical Manual. 4th ed. World Health Organization (WHO).

World Population Review. (2024). *Blood type by country*. <https://worldpopulationreview.com/country-rankings/blood-type-by-country>



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## Desarrollo y optimización de un emulgel de ibuprofeno y aceite de almendras, mediante un diseño de experimento factoria

Arteaga de Luna Octavio Uriel, Barrera Alcántara María Guadalupe, Cortés Vázquez Evidalin Guadalupe, González Aguilar Elide Isamar\* y Ramírez Jiménez Brenda Gabriela

**Profesores:** Garcia Guzman Perla\*, Ortega Almanza Leticia

\* Autores de correspondencia: [2202029278@alumnos.xoc.uam.mx](mailto:2202029278@alumnos.xoc.uam.mx)  
[pgarcia@correo.xoc.uam.mx](mailto:pgarcia@correo.xoc.uam.mx)

**Módulo:** Aseguramiento de la Calidad en la Industria Quimico Farmaceutica

### Resumen

Debido a su acción analgésica, antiinflamatoria y antipirética los antiinflamatorios no esteroideos (AINEs) son una opción farmacológica común en el tratamiento del dolor, sin embargo, su fórmula oral implica efectos adversos gastrointestinales, cardiovasculares y renales. A causa de esto se ha optado por investigar el manejo de AINEs tópicos (Ochoa, 2020). El objetivo del estudio fue desarrollar un emulgel mediante un diseño de experimento factorial, para optimizar la formulación. Las formulaciones se sometieron a la evaluación de aspecto, estabilidad física, pH, viscosidad y extensibilidad, el emulgel exhibió buena estabilidad física, el pH se encontró en un promedio de 3.6 valores bajos para su aplicación tópica, para la extensibilidad los valores se mantuvieron en el mismo rango y se determinó que el factor de mayor influencia en la extensibilidad corresponde a Revoluciones de mezclado y que a niveles bajos de concentración de Carbopol y Revoluciones de mezclado la extensibilidad aumenta.

**Palabras clave:** Emulgel, Extensibilidad, Estabilidad.

### Introducción

El objetivo principal de la terapéutica farmacológica es proporcionar alivio efectivo a los pacientes con un mínimo de efectos adversos, asegurando la correcta selección del fármaco, la vía de administración y la forma farmacéutica adecuada. Para que un tratamiento sea eficaz, es esencial que el principio activo llegue en concentraciones adecuadas al sitio de acción (Ventura, 2020).

El tratamiento del dolor frecuentemente implica el uso de analgésicos administrados por vías sistémicas u orales. Sin embargo, estas rutas pueden estar asociadas con efectos secundarios significativos, limitando su uso prolongado o en determinados pacientes. Ante esta situación, las formulaciones tópicas surgen como una alternativa terapéutica, ya que permiten la administración del medicamento directamente en la zona afectada, lo que aumenta su concentración local y reduce los efectos sistémicos (Flores et al., 2012).

El emulgel es una forma farmacéutica novedosa que combina las características de las emulsiones y los geles. Se trata de una emulsión, generalmente de tipo aceite en agua (O/W), que incorpora un agente gelificante en su fase

acuosa, facilitando la disolución y liberación del fármaco (Kumar et al., 2016). Esto lo convierte en una opción eficaz para la administración tópica de analgésicos como el ibuprofeno.

### Objetivo general

Desarrollar un emulgel de uso tópico que contiene Ibuprofeno al 5% de concentración y aceite de almendras para el tratamiento del dolor, a través de la evaluación de su viscosidad y extensibilidad por medio de la selección de un diseño de experimentos para obtener el valor óptimo de la formulación.

### Objetivos particulares

- Formular un emulgel conteniendo un principio activo y un aceite esencial.
- Emplear un diseño de experimento factorial 2<sup>2</sup>.
- Evaluar las propiedades del emulgel mediante pruebas fisicoquímicas: aspecto, pH, viscosidad y extensibilidad.
- Evaluar su estabilidad acelerada.

### Metodología

Se propuso un diseño de experimento factorial 2<sup>2</sup> con 2 réplicas para evaluar el efecto de la concentración de Carbopol y las Revoluciones de mezclado en dos niveles sobre las variables de respuesta: extensibilidad y viscosidad, para la formulación de un emulgel. En el que se determinaron 12 tratamientos.

Formulación para la preparación del emulgel fue el siguiente:

**Tabla 1.** Preformulaciones (Elaboración propia)

	Componente	Función	g o mL	%
<b>Fase oleosa</b>	Aceite de almendras	Vehículo	54.34 mL	20
	Ibuprofeno	Principio activo	12.5 g	5
	Polisorbato 80	Emulsificante	21.79 mL	9.33
<b>Fase acuosa</b>	Ácido ascórbico	Antioxidante	2.5	1
	Ácido benzoico	Conservante	0.25	0.1
	Carbopol 940	Agente gelificante	2.5 g / 3.75 g	1/1.5
	Trietanolamina	Agente	0.22 mL	0.5
	Agua destilada	alcalinizante	cbp	cbp
	<b>Total</b>		<b>250g</b>	<b>100%</b>

El proceso de elaboración del emulgel se muestra a continuación:

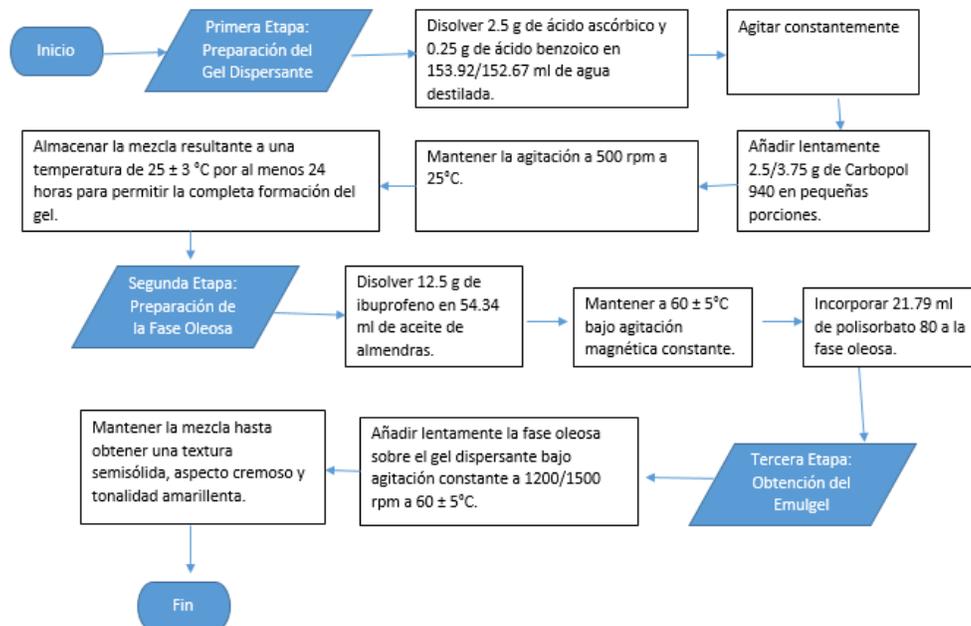


Figura 1. Preparación del Emulgel (Elaboración propia)

### Pruebas de control de calidad

Al emulgel obtenido se le realizaron las pruebas de control de calidad de aspecto, pH, extensibilidad, viscosidad y estabilidad.

### Resultados y Discusión

De acuerdo con la ANOVA realizada, el valor- $p$  0.0458 de Revoluciones de mezclado (Factor B), tiene un efecto significativamente estadístico en la variable de respuesta (Extensibilidad). Y al realizarse un Diagrama de Pareto (Figura 2), confirma que el Factor B es el único factor con un efecto estadísticamente significativo, el cual minimiza la extensibilidad. Ya que como mencionan Chávez et al. (2013) a medida que el tiempo de mezclado incrementa, la viscosidad aumenta hasta un comportamiento casi constante.

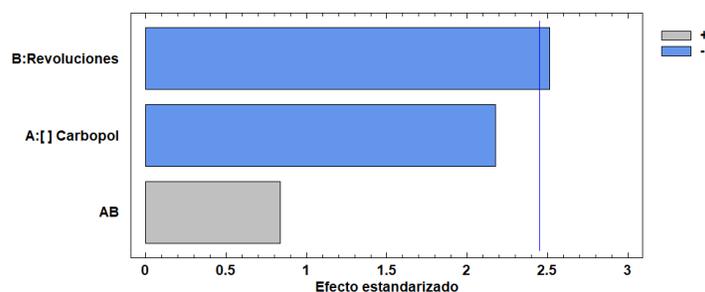
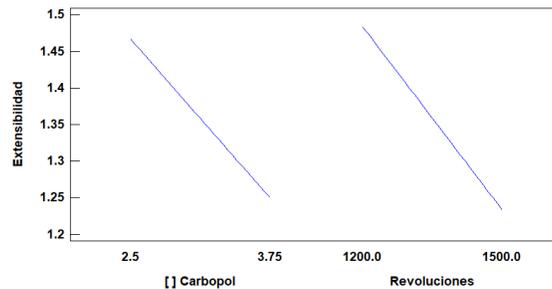


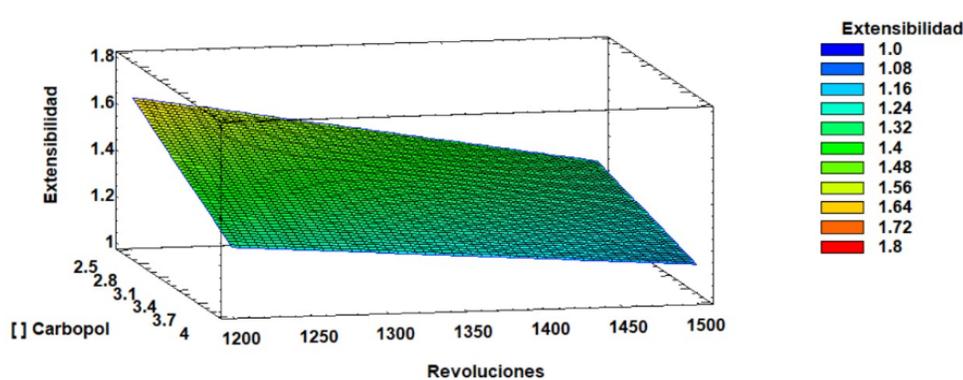
Figura 2. Diagrama de Pareto para la extensibilidad del emulgel.

La Figura 3 muestra que al aumentar la concentración de Carbopol, se reduce la extensibilidad del emulgel. Lo mismo ocurre cuando se aumenta el número de Revoluciones de mezclado. Asimismo, se determinó que los factores no interaccionan entre ellos (en los niveles establecidos).



**Figura 3.** Gráfica de efectos principales para la extensibilidad del emulgel.

De acuerdo con la Figura 4, se obtiene una superficie de primer grado, indicando que el punto óptimo se encuentra a niveles bajos de Concentración de Carbopol y niveles bajos de Revoluciones de mezclado.



**Figura 4.** Superficie de respuesta estimada de acuerdo con la extensibilidad.

**Aspecto:** Todos los tratamientos presentaron la consistencia adecuada, cremosidad y uniformidad con tonalidad amarillenta.

**pH:** El promedio de pH obtenido fue 3.6, inferior al rango esperado (4.5-6.3) (Corredor, 2016). Esto se atribuye al alto porcentaje de Carbopol y el uso limitado de trietanolamina, lo que no permitió neutralizar completamente el pH (Guzman et al., 2018; Milutinov et al., 2023).

**Viscosidad:** El aumento significativo de viscosidad debido a la trietanolamina impidió su medición. La trietanolamina forma redes poliméricas que incrementan la viscosidad y dificultan su medición precisa (Pasquali & Bregni, 2006). Se sugieren ajustes en la cantidad de trietanolamina y un equipo más sensible para la medición de viscosidad (Bohórquez & Castro, 2005).

**Estabilidad Centrifuga:** No hubo separación de fases en la centrifugación a 3000 rpm durante 10 minutos, lo que indica estabilidad física gracias al Polisorbato 80 (Wang, 2008; Slifkin, 2000).

**Estabilidad a 6°C y 37°C:** No se observaron cambios de color, olor o separación de fases después de 72 horas a estas temperaturas (Akram et al., 2021).

### **Extensibilidad:**

La extensibilidad varía según la naturaleza de los excipientes, temperatura y pH (Benítez & Povedano, 2020; Alcalde, 2014). Factores como la presión y la compatibilidad del principio activo también influyen (Arévalo & Bravo, 2018).

### **Conclusiones**

Este estudio examinó cómo la concentración de Carbopol y las Revoluciones de mezclado afectan la extensibilidad del emulgel de Ibuprofeno. Con base en el análisis de varianza y el diagrama de Pareto, se concluye que la baja concentración de Carbopol y bajas Revoluciones de mezclado maximizan la extensibilidad del emulgel de Ibuprofeno, siendo estable a la centrifugación, así como a los cambios de temperatura (6°C - 37°C). Cabe señalar que aunque el aspecto del emulgel es bueno, no tuvo una neutralización adecuada con trietanolamina, ya que esta provoca una gelificación excesiva, obteniendo un valor promedio de pH de 3.56, que es inferior al pH ideal (4.5 a 6.3), por lo que se recomienda ajustar las concentraciones de Carbopol en futuros experimentos para obtener un correcto ajuste pH sin obtener una gelificación excesiva.

### **Referencias**

- Akram, M., Khan, B., Khan, M., Alqahtani, A., Alshahrani, S. & Hosny, K. (2021). Fabrication and Characterization of Polymeric Pharmaceutical Emulgel Co-Loaded with Eugenol and Linalool for the Treatment of *Trichophyton rubrum* Infections. *Polymers (Basel)* 13(22):3904. <https://doi.org/10.3390/polym13223904>
- Arévalo, A. & Bravo, Y. (2018). Estudio comparativo de agentes humectantes en una formulación de jabón líquido (Master's thesis).
- Bohórquez, C., & Castro, Á. (2005). Nitrocarburation austenítica del acero AISI-SAE 1020 con alcoholes y trietanolamina. *Ingeniería e Investigación*, 25 (1), 8–14.
- Chavez, G., Parra, I., Luzardo, M., Bravo, B., Delgado, N. y Márquez, N. (2013). Influencia de la variables de formulación en la viscosidad de emulsiones de surfactante aniónico-aceite-agua. *Quim. Nova*, 37: 200–208. <https://doi.org/10.5935/0100-4042.20140035>
- Corredor, M. (2016). Formulaciones tipo bigel como sistemas de entrega de moléculas biológicamente activas. Universidad Nacional de Colombia.
- Flores, M., Castro, A., & Nascimento, J. (2012). Analgésicos tópicos. *Revista Brasileira de Anestesiologia*, 62(2), 248–252. <https://doi.org/10.1590/S0034-70942012000200010>
- Guzmán, L., García, V., Ramírez, J., Ramón, G., & Jaramillo, C. (2018). Diseño de un gel antiinflamatorio a partir de las partes aéreas de *Portulaca oleracea* (verdolaga). *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 49(2), 12.
- Kumar, D., Singh, J., Antil, M., & Kumar, V. (2016). Emulgel-novel topical drug delivery system – a comprehensive. *International Journal of Pharmaceutical*.



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

Milutinov, J., Krstonošić, V., Ćirin, D., Pavlović, N. (2023). Emulgeles: sistemas de transporte prometedores para ingredientes alimentarios y fármacos. *Polímeros* 15(10):2302. <https://doi.org/10.3390/polym15102302>

Pasquali, R. y Bregni, C. (2006). Emulsiones líquidas-cristalinas estabilizadas con estearato de trietanolamina y ácido esteárico: influencia del método de preparación en las propiedades y en la formación de gotas secundarias. *Ars Pharmaceutica (Internet)*, 47(2), 219–237. *Sciences And Research*, 7. [https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.7\(12\).4733-42](https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.7(12).4733-42)

Slifkin, M. (2000). Tween 80 opacity test responses of various *Candida* species. *Journal of Clinical Microbiology*, 38(12), 4626–4628.

Ventura, R. (2020) Vías de administración y formas farmacéuticas de los medicamentos. Departamento de farmacología, Facultad de medicina, UNAM.

Wang, W., Wang, Y., & Wang, D. (2008). Dual effects of Tween 80 on protein stability. *International journal of pharmaceuticals*, 347(1–2), 31–38.



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## Identificación de *S. aureus*, *S. epidermidis*, *P. aeruginosa* y *Klebsiella* spp en máscaras de pestañas

Arguello Vargas Jorge Emmanuel, Leyva de la Torre José Eduardo, Martínez Aguilar Anahí, Romero González Adalia Belén, Trejo López Claudia\*

**Profesores:** Esquivel Campos Ana Laura, Miranda Hernández José Francisco\*

\* Autores de correspondencia: [2212035804@alumnos.xoc.uam.mx](mailto:2212035804@alumnos.xoc.uam.mx)  
[jmirandah@correo.xoc.uam.mx](mailto:jmirandah@correo.xoc.uam.mx)

**Módulo:** Prevención y Control de la Propagación  
Microbiana

### Resumen

El objetivo de esta investigación fue identificar la presencia de *Staphylococcus aureus* y *Pseudomonas aeruginosa* en máscaras de pestañas. Para ello se analizaron 3 muestras con distintos tiempos de uso, utilizando medios de cultivo específicos, tinción de Gram y pruebas bioquímicas con el fin de observar y describir las características microscópicas y macroscópicas, así como determinar el género y especie de las bacterias encontradas, también se realizó el conteo de UFC. Además, con fin de evaluar si la máscara es un ambiente óptimo para la proliferación bacteriana se inoculó deliberadamente con *S.aureus* y *P. aeruginosa* en una máscara nueva. Los resultados de esta investigación demuestran que la máscara de pestañas es un medio ideal para la proliferación de bacterias, así como que la cantidad de estas aumenta con el tiempo de uso. Finalmente, se detectó la presencia de *Kliebsiella*, *S.aureus*, *P. aeruginosa* y *S. epidermidis*.

**Palabras clave:** Identificación, Proliferación, Patógeno, Bacterias, Máscara

### Introducción

Las pestañas son un filtro natural para los ojos, albergando de manera normal distintos tipos de bacterias. Sin embargo, el uso de productos cosméticos como la máscara de pestañas el cual es considerado uno de los cosméticos más utilizados a nivel mundial; puede llevar a la acumulación de grandes cantidades de bacterias en el aplicador, contaminando el producto. Esto aumenta el riesgo de desarrollar infecciones como conjuntivitis, blefaritis, entre otras (Pack et al., 2008). La máscara de pestaña crea un ambiente propicio para el desarrollo microbiano debido a su composición, que incluye fuentes de carbono y nitrógeno, minerales, factores de crecimiento y mezclas a base de agua. (Sullivan et al., 2023; Dadashi & Dehghanzadeh, 2016). Así mismo Bashir y Lambert (2020) plantean que el riesgo de contaminación bacteriana aumenta significativamente una vez que el envase ha sido abierto y a medida que el producto se utiliza. Al igual que se calcula que el 97 % de los usuarios sigue utilizando la máscara de pestañas después de su fecha de vencimiento, lo que eleva la exposición a patógenos como *Staphylococcus aureus* y *Pseudomonas aeruginosa*, conocidos por causar infecciones oculares graves. De acuerdo con lo mencionado anteriormente se puede resaltar la importancia de identificar los

microorganismos presentes en las máscaras de pestañas, especialmente aquellos relacionados con un mayor riesgo de infecciones oculares.

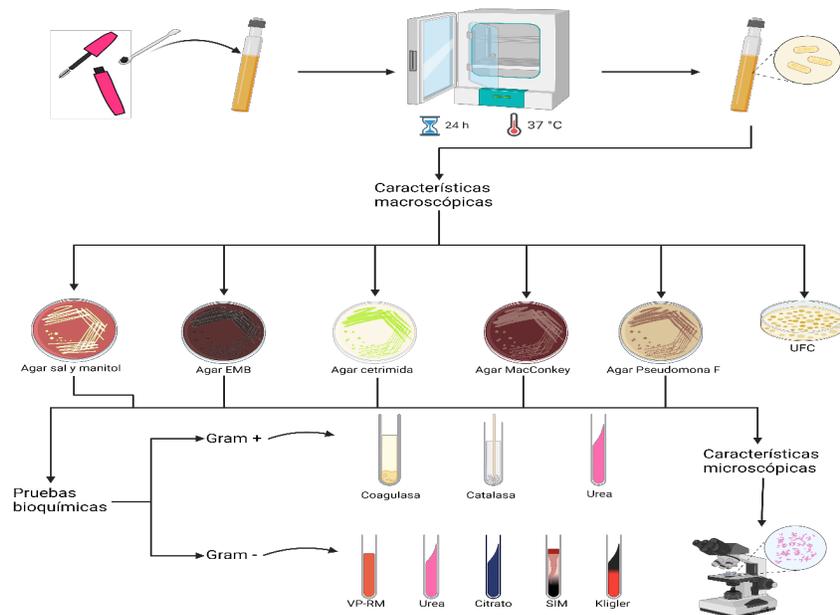
## Objetivo General

Analizar la presencia de *Staphylococcus aureus* y *Pseudomonas aeruginosa* en máscaras de pestañas.

## Objetivos Particulares

- Asociar el tiempo de uso con el nivel de crecimiento microbiano en la máscara de pestañas.
- Determinar el posible crecimiento de *Pseudomonas aeruginosa* y *Staphylococcus aureus* a partir de muestras de máscaras de pestañas, utilizando medios de cultivo selectivos.
- Identificar la presencia de *Pseudomonas aeruginosa* y *Staphylococcus aureus* mediante la caracterización macroscópica, microscópica y pruebas bioquímicas.
- Evaluar la capacidad de la máscara de pestañas para favorecer la proliferación y el mantenimiento de bacterias como *Pseudomonas aeruginosa* y *Staphylococcus aureus*.

## Metodología

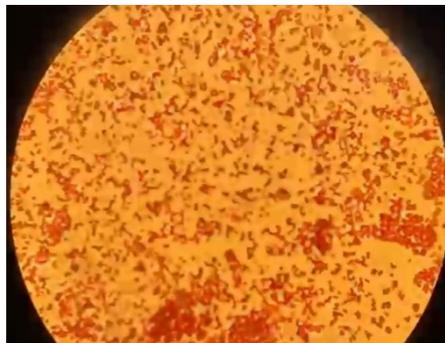


## Resultados y Discusión

De acuerdo con las características macroscópicas observadas en los medios de cultivo de la muestra de la máscara de pestañas nueva (Tabla 1) y las características microscópicas (Figura 1), se observa presencia de *S. epidermidis*.

**Tabla 5.** Descripción del crecimiento y características de las colonias observadas en distintos agares.

Medio de cultivo	Crecimiento	Características
<b>Agar sal manitol</b>	Crecimiento regular	Colonias dispersas con un color blanquecino y un viraje en el color del medio de naranja oscuro a amarillo.
<b>Agar EMB</b>	Poco crecimiento	Colonias de color negro rodeadas con un halo gris opaco y solo unas cuantas colonias cremosas.
<b>Agar Cetrimida</b>	Ausencia de crecimiento	No hay crecimiento
<b>Agar MacConkey</b>	Crecimiento deficient	Se observan solo unas cuantas colonias del color del medio muy aisladas.
<b>Agar Pseudomonas F</b>	Crecimiento satisfactorio	Colonias circulares, irregularmete distribuidas, abultadas, de color blanco brillante y rodeadas por un halo gris.



**Figura 12.** Tinción de Gram de las colonias observadas en agar sal y manitol.  
Presencia de cocos Gram positivos.

Se realizaron pruebas bioquímicas a las colonias aisladas en los medios de cultivo. Los resultados (Tabla 2) confirman la presencia de *S. epidermidis* en agar sal y manitol.

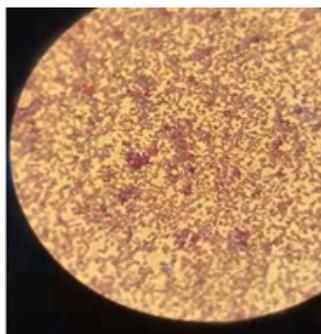
**Tabla 6.** Resultados de las pruebas bioquímicas realizados de la muestra de masara de pestañas nueva

Pruebas bioquímicas	Agar Sal y Manitol	Agar EMB	Agar pseudomonas F
<b>Coagulasa</b>	-	SR	SR
<b>Catalasa</b>	+	SR	SR
<b>Urea</b>	+	-	+
<b>SIM</b>	SR	M (+)	M (+), SH <sub>2</sub> (-) I(SR)
<b>Kligler</b>	SR	SR	Fermentación de lactosa y sacarosa (+) Producción de gas (-) Producción de H <sub>2</sub> S (-)
<b>Citrato Simmons</b>	SR	+	-
<b>VP</b>	SR	+	-
<b>RM</b>	SR	-	+

En cuanto a la muestra de la máscara de 6 meses de uso, y la descripción de las características macroscópicas (Tabla 3) y microscópicas (Figura 2), además de las pruebas bioquímicas (Tabla 4), se detectó la presencia de *S. epidermidis*.

**Tabla 7.** Descripción del crecimiento y características de las colonias observadas en distintos agares

Medio de cultivo	Crecimiento	Características
<b>Agar sal manitol</b>	Crecimiento satisfactorio	Colonias pequeñas, blancas, brillosas, uniformes y presentan una elevación pequeña.
<b>Agar EMB</b>	Ausencia de crecimiento	No hay crecimiento
<b>Agar Cetrimida</b>	Ausencia de crecimiento	No hay crecimiento
<b>Agar MacConkey</b>	Ausencia de crecimiento	No hay crecimiento
<b>Agar Pseudomonas F</b>	Crecimiento satisfactorio	Colonias pequeñas, blancas, brillosas, con apariencia cremosa, no son uniformes y presentan una pequeña elevación.



**Figura 13.** Tinción de Gram. Presencia de cocos Gram positivos. Colonias aisladas de sal y manitol

Los resultados de las pruebas bioquímicas se describen a continuación

**Tabla 8.** Resultados de las pruebas bioquímicas realizados de la muestra de masara de pestañas con 6 meses uso

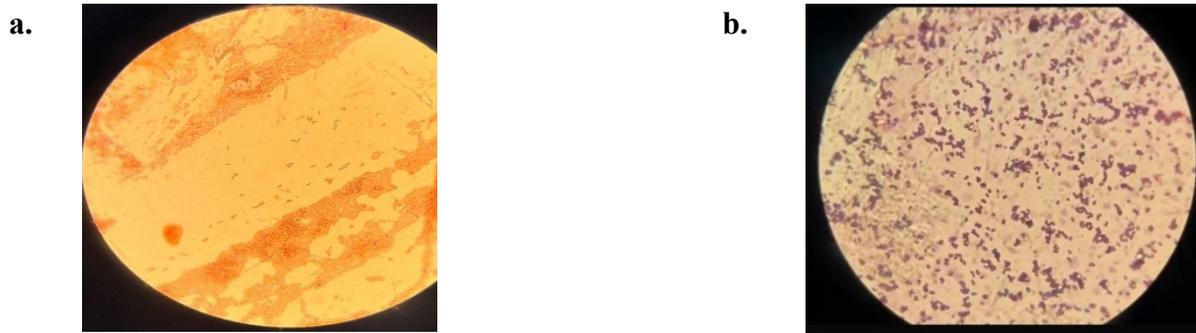
Pruebas bioquímicas	Agar Sal y Manitol	Agar EMB	Agar pseudomonas F
Coagulasa	-	SR	SR
Catalasa	+	SR	SR
Urea	+/-	SR	-
SIM	SR	SR	M (-), SH <sub>2</sub> (-) y I (SR)
Kligler	SR	SR	-
Citrato Simmons	SR	SR	-
VP	SR	SR	-
RM	SR	SR	+

En la máscara con un año de uso encontramos las siguientes características macroscópicas (Tabla 5) y microscópicas (Figura 3). Se observa crecimiento en agar EMB que en contraste con las muestras anteriores no existía.

**Tabla 9.** Descripción del crecimiento de colonias en diferentes medios de cultivo

Medio de cultivo	Crecimiento	Características
Agar sal y manitol	Crecimiento satisfactorio	Colonias de color blanco, circulares lisas, de textura cremosa con presencia de cambio de medio en ciertas secciones a color amarillo.
Agar EMB	Muy poco crecimiento	Colonias redondas lisas, con centro de color negro y la presencia de un halo blanco-cremoso con textura cremosa.
Agar Cetrimida	Ausencia de crecimiento	-
Agar MacConkey	Ausencia de crecimiento	-
Agar Pseudomonas F	Crecimiento satisfactorio	Colonias blancas, circulares de textura cremosa, con presencia de un halo grisáceo-cremoso alrededor de cada colonia.

Debido a que se observó crecimiento en el agar EMB se realizó la tinción de Gram con el fin de conocer la forma y estructura del microorganismo presente.



**Figura 14.** Tinción de Gram. a) Colonias provenientes de agar EMB. Bacilos gram negativos y b) Colonias provenientes de agar sal y manitol. Cocos gram positivos.

Para la identificación de los microorganismos presentes en los medios de cultivo se realizaron las siguientes pruebas bioquímicas (Tabla 6). Con estas pruebas identificamos a *Staphylococcus aureus* y *Klebsiella*.

**Tabla 10.** Pruebas bioquímicas de la máscara de pestañas con un año de uso.

Pruebas bioquímicas	Agar Sal y Manitol	Agar EMB	Agar pseudomonas F
Coagulasa	+	SR	SR
Catalasa	+	SR	SR
Urea	+	+	-
SIM	SR	M (-), SH2 (-) y I (SR)	M (+), SH2 (-) y I (SR)
Kligler	SR	SR	-
Citrato Simmons	SR	+	-
VP	SR	+	-
RM	SR	SR	+

De acuerdo con la comparación de los resultados obtenidos con lo descrito en diversas literaturas, podemos confirmar la presencia de *S. epidermidis* en las máscaras de pestañas nuevas y con seis meses de uso. En cambio, en la máscara de pestañas con un año de uso se identificó la presencia de *S. aureus* y bacterias del género *Klebsiella*. Este hallazgo representa un riesgo considerable en la salud de los consumidores debido a que los géneros *Staphylococcus*, *Klebsiella* y *Pseudomonas* son patógenos de relevancia clínica que causan infecciones oculares agudas (López et al., 2009).

### ***Proliferación de S. aureus y P. aeruginosa en máscara de pestañas nueva***

Se comprobó el crecimiento de *Staphylococcus aureus* y *Pseudomonas aeruginosa* en los distintos medios de cultivo. En la Tabla 7 se describen las características macroscópicas obtenidas en los distintos medios de cultivo.

**Tabla 11.** Descripción del crecimiento de colonias en diferentes medios de cultivo

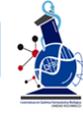
<b>Medio de cultivo</b>	<b>Crecimiento</b>	<b>Características</b>
<b>Agar sal manitol</b>	Crecimiento satisfactorio	Crecimiento satisfactorio. Colonias puntiformes. Cambio de color en el medio a amarillo. Fermentación de manitol.
<b>Agar EMB</b>	Crecimiento inhibido	-----
<b>Agar Cetrimida</b>	Crecimiento satisfactorio	Presencia de pigmento amarillo-verdoso característicos de la producción de piocianina. Colonias redondas y lisas.
<b>Agar MacConkey</b>	Crecimiento satisfactorio	Colonias cremosas con un tono ligeramente rosado. No existe cambio de color en el medio.
<b>Agar Pseudomonas F</b>	Crecimiento satisfactorio	Colonias redondas y lisas con presencia de halo blanco-cremoso alrededor de las colonias. Sin cambio de color en el medio

Se realizó el conteo de UFC con diluciones de  $1 \times 10^{-6}$  y  $1 \times 10^{-8}$ . Se obtuvo un crecimiento de  $45 \times 10^8$  y  $22 \times 10^{10}$  UFC/mL, respectivamente.

Es así como los resultados obtenidos de la inducción de *S. aureus* y *P. aeruginosa* en la máscara de pestañas confirmaron que el producto actúa como medio favorable de proliferación para bacterias Gram positivas y Gram negativas, lo que se puede corroborar con el crecimiento en los medios selectivos para ambos tipos de bacterias (Tabla 7). Los conteos bacterianos alcanzaron  $45 \times 10^8$  UFC/mL y  $22 \times 10^{10}$  UFC/mL, superando el límite establecido de  $10^2$  UFC/mL para microorganismos mesófilos aerobios. Además, según Vilášzková y Piecková (2016), patógenos como *S. aureus*, *P. aeruginosa*, *C. albicans* y *E. coli* no deberían ser detectables en cantidades de 0,5 g o 0,1 mL de producto. Lo que confirma que el crecimiento en la máscara de pestañas se favorece, encontrado niveles muy por encima lo permitido.

### **Conclusiones**

De acuerdo con los resultados previamente analizados, se demuestra que la máscara de pestañas propicia un ambiente adecuado para la proliferación de bacterias especialmente los géneros *Staphylococcus*, *Pseudomonas* y *Klebsiella*. Esto representa un asunto de interés para la sociedad debido a que puede comprometer la salud de los consumidores, desencadenando en infecciones graves. Además, se ha observado que la carga microbiana aumenta

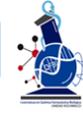


## 2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

con el tiempo de uso. Por ello, se destaca la necesidad de establecer un tiempo de vida útil para estos productos, con el fin de minimizar la contaminación microbiana.

### Referencias

- Bashir, A., & Lambert, P. (2020). Microbiological study of used cosmetic products: highlighting possible impact on consumer health. *Journal of applied microbiology*, 128(2), 598–605. <https://doi.org/10.1111/jam.14479>
- Dadashi, L., & Dehghanzadeh, R. (2016). Investigating incidence of bacterial and fungal contamination in shared cosmetic kits available in the women beauty salons. *Health Promotion Perspectives*, 6(3), 159–163. <https://doi.org/10.15171/hpp.2016.25>
- López-Cerero, L., Etxebarria, J., & Mensa, J. (2009). Diagnóstico microbiológico de las infecciones oculares. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, 27(9), 531–535.
- Pack, L.D., Wickham, M.G., Enloe, R.A., & Hill, D.N. (2008). Contaminación microbiana asociada al uso de rímel. *Optometría (St. Louis, Missouri)*, 79(10), 587–593. <https://doi.org/10.1016/j.optm.2008.02.011>
- Secretaría de Salud. (1994). PROYECTO de Norma Oficial Mexicana NOM-089-SSA1-1994, Bienes y servicios. Métodos para la determinación del contenido microbiano en productos de belleza. México.
- Sullivan, D.A., da Costa, A.X., Del Duca, E., Doll, T., Grupcheva, C.N., Lazreg, S., Liu, S.H., McGee, S.R., Murthy, R., Narang, P., Ng, A., Nistico, S., O'Dell, L., Roos, J., Shen, J., & Markoulli, M. (2023). TFOS Lifestyle: Impact of cosmetics on the ocular surface. *The ocular surface*, 29, 77–130. <https://doi.org/10.1016/j.jtos.2023.04.005>
- Vilášzková, E., & Piecková, E. (2016). Microbiologically contaminated and over-preserved cosmetic products according to RAPEX 2008–2014. *Cosmetics*, 3(1), 3. <https://doi.org/10.3390/cosmetics3010003>



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## Evaluación de la sensibilidad a ceftriaxona y ampicilina de *Lacticaseibacillus casei* Shirota aislados de una bebida láctea fermentada

Ramírez López Valeria, Bautista Méndez Juliana, De la cruz Martínez Sandra Edith, Morales Ruíz Irving, Zerman Salgado Litzy Celeste

**Profesores:** Eugenia Vázquez Lizardi María Guadalupe, González Vázquez Raquel\*

\* Autores de correspondencia: [2232029580@alumnos.xoc.uam.mx](mailto:2232029580@alumnos.xoc.uam.mx) **Módulo:** Procesos Celulares Fundamentales  
[rgonzalezv@correo.xoc.uam.mx](mailto:rgonzalezv@correo.xoc.uam.mx)

### Resumen

La resistencia bacteriana y el uso concomitante de probióticos y antibióticos betalactámicos son temas de interés en microbiología, debido a su capacidad para inhibir bacterias patógenas como benéficas. Este estudio evaluó la sensibilidad de *L. casei* Shirota a ceftriaxona (1.43 mg, 2.86 mg, 5.71 mg y 14.29 mg) y ampicilina (1.00 mg, 2.00 mg, 4.00 mg y 10.00 mg) mediante difusión en disco. Los resultados mostraron inhibición completa del crecimiento bacteriano en todas las concentraciones. Se concluye que el uso de probióticos durante tratamientos con estos antibióticos debe reconsiderarse para evitar la inhibición de bacterias benéficas.

**Palabras clave:** *L. casei* Shirota, Sensibilidad antibiótica, Método de difusión en disco.

### Introducción

La resistencia bacteriana a los antibióticos es un problema creciente en la salud pública, afectando tanto a patógenos como a bacterias benéficas, como los probióticos (Davies & Davies, 2010). *L. casei* Shirota, conocido por sus beneficios en la microbiota intestinal, es una cepa probiótica ampliamente utilizada en productos lácteos fermentados (Hill et al., 2014). Esta cepa ha demostrado ser efectiva en la mejora del tránsito intestinal y el fortalecimiento del sistema inmunológico, gracias a su capacidad para sobrevivir al ambiente ácido del tracto gastrointestinal y colonizar el intestino (Nomoto, 2005).

El presente estudio evalúa la sensibilidad de *L. casei* Shirota a ceftriaxona y ampicilina, dos antibióticos betalactámicos de amplio uso clínico (Neu, 1992). La importancia de este trabajo radica en entender cómo los probióticos interactúan con estos antibióticos, lo que podría indicar que el consumo de probióticos durante tratamientos con ceftriaxona o ampicilina no sería efectivo, ya que estos antibióticos inhiben el crecimiento de estas bacterias benéficas.

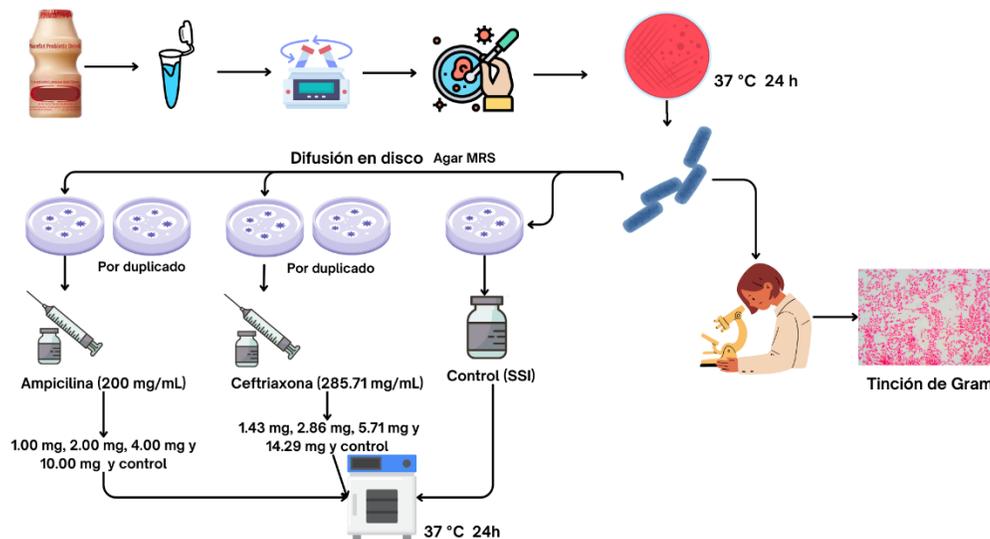
## Objetivo general

Determinar la sensibilidad de *L. casei* Shirota a diferentes concentraciones de ampicilina y ceftriaxona.

## Objetivos particulares

Determinar el efecto inhibitorio de ampicilina (200 mg/mL) y ceftriaxona (285.71 mg/mL) utilizando concentraciones de 1.00 mg, 2.00 mg, 4.00 mg y 10.00 mg de ampicilina, y 1.43 mg, 2.86 mg, 5.71 mg y 14.29 mg de ceftriaxona, sobre el crecimiento de *L. casei* Shirota.

## Metodología



**Figura 1.** Diagrama de trabajo para la identificación de *L. casei* Shirota aislados de una bebida láctea fermentada y su inhibición de crecimiento ante diferentes concentraciones de Ampicilina y Ceftriaxona por el método de difusión en disco.

## Resultados y Discusión

En todos los discos impregnados con ambos antibióticos se observó sensibilidad de *L. casei* Shirota, lo que resultó en una inhibición notable del crecimiento bacteriano, mientras que en el disco control, que contenía únicamente solución salina isotónica, no se observó inhibición del crecimiento bacteriano, estos resultados se observan en la tabla 1 y 2:

**Tabla 1.** Efecto inhibitorio de diferentes concentraciones de Ceftriaxona sobre *L. casei Shiota*

Concentración del antibiótico (Ceftriaxona 285.71 mg/mL)	Inhibición del crecimiento bacteriano
1.43 mg	SI
2.86 mg	SI
5.71 mg	SI
14.29 mg	SI
Control (SSI)	NO

**Tabla 2.** Efecto inhibitorio de diferentes concentraciones de Ampicilina sobre *L. casei Shiota*

Concentración del antibiótico (Ampicilina 200 mg/mL)	Inhibición del crecimiento bacteriano
1.0 mg	SI
2.0 mg	SI
4.0 mg	SI
10.0 mg	SI
Control (SSI)	NO

En este estudio, evaluamos el efecto de diferentes concentraciones de ceftriaxona y ampicilina sobre el crecimiento de *L. casei Shiota* utilizando la técnica de difusión en disco. Observamos que el crecimiento de *L. casei Shiota* fue inhibido en todos los discos impregnados con estos antibióticos, mientras que en el disco control, que contenía solo solución salina, no se observó inhibición del crecimiento bacteriano.

La concentración mínima inhibitoria (CMI) es un factor crucial en estudios de resistencia antimicrobiana, ya que se define como la menor concentración de un antimicrobiano que inhibe visiblemente el crecimiento bacteriano después de un periodo de incubación. En este caso, aunque no se determinó el valor exacto de la CMI, observamos inhibición significativa del crecimiento con concentraciones tan bajas como 1.43 mg de ceftriaxona y 1.00 mg de ampicilina. Este hallazgo sugiere que incluso pequeñas cantidades de estos antibióticos son efectivas para inhibir el crecimiento de *L. casei Shiota*, lo cual es relevante dada la creciente preocupación por la resistencia bacteriana.

*L. casei Shiota* es particularmente sensible a los antibióticos betalactámicos, como la ceftriaxona y la ampicilina, debido a la estructura de su pared celular. Estos antibióticos actúan alterando la síntesis de la pared celular bacteriana al unirse a las proteínas fijadoras de penicilina (PBP), esenciales en la formación de peptidoglicano, un componente clave de la pared celular. Al alterar estas proteínas, la estructura de la pared celular se ve comprometida, lo que lleva a la muerte celular, especialmente en bacterias Gram-positivas como *L. casei Shiota*. Esta susceptibilidad se debe a la mayor cantidad de peptidoglicano en la pared celular de las bacterias Gram-positivas en comparación con las Gram-negativas.

El estudio de González-Vázquez et al. (2014) proporciona más detalles sobre la capacidad de adaptación y el crecimiento de *L. casei* Shirota en medios desafiantes. Según este estudio, estas bacterias pueden modificar ciertos parámetros morfométricos bajo condiciones de estrés, como la presencia de sales biliares, lo que está relacionado con su potencial zeta y su tasa de crecimiento. Este hallazgo es relevante para nuestro estudio, ya que sugiere que las bacterias pueden ajustar su metabolismo y estructura celular en respuesta a diferentes estímulos ambientales, incluidos los antibióticos. La capacidad de *L. casei* Shirota para crecer en ambientes hostiles sugiere que estudios adicionales deberían enfocarse en determinar cómo la exposición prolongada a antibióticos como la ceftriaxona y la ampicilina afecta su viabilidad y resistencia.

Este estudio contribuye a la comprensión de la sensibilidad de *L. casei* Shirota a los antibióticos betalactámicos y puede ser relevante para el desarrollo de estrategias de tratamiento para infecciones bacterianas, así como para guiar el uso adecuado de probióticos durante terapias antibióticas.

### ***Efecto Inhibitorio de Ceftriaxona y Ampicilina***

En este estudio, se evaluó el efecto inhibitorio de diferentes concentraciones de ceftriaxona y ampicilina sobre *L. casei* Shirota mediante el método de difusión en disco. Los resultados mostrados en las Tablas 1 y 2 indican que todas las concentraciones de ceftriaxona (1.43 mg, 2.86 mg, 5.71 mg, y 14.29 mg) y ampicilina (1.00 mg, 2.00 mg, 4.00 mg, y 10.00 mg) inhibieron completamente el crecimiento bacteriano. Esta inhibición puede explicarse por la acción de los antibióticos betalactámicos, que interfieren en la síntesis de la pared celular bacteriana, componente esencial para la viabilidad de bacterias Gram-positivas como *L. casei* Shirota.

Como se observa en la Tabla 1, incluso la concentración más baja de ceftriaxona (1.43 mg) fue suficiente para inhibir el crecimiento de *L. casei* Shirota. De manera similar, la Tabla 2 muestra que la ampicilina a una concentración tan baja como 1.00 mg también logró inhibir el crecimiento bacteriano. En contraste, el disco control (solución salina) no mostró ninguna inhibición del crecimiento, lo que confirma que el efecto inhibitorio fue causado exclusivamente por los antibióticos.

### ***Efecto Inhibitorio de Ceftriaxona y Ampicilina sobre L. casei Shirota***

Los resultados obtenidos indican que tanto la ceftriaxona como la ampicilina son eficaces en la inhibición de *L. casei* Shirota. Aunque estos antibióticos están diseñados para eliminar bacterias patógenas, su acción no es específica y puede afectar a microorganismos benéficos como los probióticos. Esto se debe a que tanto las bacterias patógenas como *L. casei* Shirota tienen una pared celular rica en peptidoglicano, característica de las

bacterias Gram-positivas. Las Tablas 1 y 2 muestran claramente que ambas clases de antibióticos son capaces de inhibir eficazmente el crecimiento de bacterias que comparten estas características estructurales.

El mecanismo de acción de ambos antibióticos radica en la inhibición de las proteínas fijadoras de penicilina (PBP), lo que impide la formación de peptidoglicano en la pared celular bacteriana, resultando en la muerte celular. Este hallazgo es relevante porque muestra cómo los antibióticos betalactámicos afectan tanto a bacterias patógenas como a bacterias benéficas, como *L. casei Shirota*.

### ***Interpretación de los Resultados en Relación con Estudios Previos***

Nuestros hallazgos son consistentes con estudios previos que sugieren que las bacterias probióticas, a pesar de ser resistentes a ciertos entornos hostiles como la acidez gástrica, pueden ser inhibidas por antibióticos betalactámicos. González-Vázquez et al. (2014) demostraron que *L. casei Shirota* puede modificar su estructura en respuesta a estímulos como sales biliares. Sin embargo, nuestros resultados indican que, a pesar de su capacidad de adaptación, los antibióticos betalactámicos como la ceftriaxona y la ampicilina son efectivos para inhibir completamente su crecimiento (Tablas 1 y 2), independientemente de su capacidad de resistencia en otros entornos.

### ***Implicaciones del Estudio para el Uso de Probióticos y Antibióticos***

A partir de los resultados obtenidos, podemos concluir que el uso de probióticos como *L. casei Shirota* durante tratamientos con antibióticos betalactámicos como la ceftriaxona y la ampicilina debe reconsiderarse. La inhibición completa observada (Tablas 1 y 2) sugiere que los probióticos no tendrían los efectos benéficos esperados si se administran junto con estos antibióticos. Los profesionales de la salud deben tener en cuenta estos hallazgos al recomendar probióticos en combinación con antibióticos, para evitar la administración de suplementos que no tendrán el efecto deseado. Además, estos resultados destacan la necesidad de estudios adicionales sobre la viabilidad de los probióticos en combinación con diferentes antibióticos y terapias.

### **Conclusiones**

Con base en los resultados de este estudio, se concluye que *L. casei Shirota* es altamente sensible a las concentraciones de ceftriaxona y ampicilina utilizadas. Todos los discos impregnados con estos antibióticos inhibieron el crecimiento bacteriano, mientras que el control con solución salina no mostró inhibición. Estos

hallazgos confirman la efectividad de los antibióticos betalactámicos en la inhibición de bacterias Gram-positivas, tanto patógenas como benéficas, como *L. casei* Shirota.

Dado que las características estructurales de la pared celular de *L. casei* Shirota son similares a las de muchos patógenos Gram-positivos, los antibióticos betalactámicos actúan de manera no selectiva, inhibiendo tanto a probióticos como a bacterias patógenas. Esto sugiere que el consumo de probióticos como *L. casei* Shirota durante tratamientos con ceftriaxona o ampicilina podría no ser efectivo y, por lo tanto, debe ser evaluado cuidadosamente.

Finalmente, este estudio subraya la necesidad de futuras investigaciones para determinar la CMI exacta y explorar los efectos de la exposición prolongada de probióticos a estos antibióticos. Además, sería recomendable evaluar el impacto de diferentes combinaciones de antibióticos y probióticos para determinar si existen regímenes terapéuticos en los que el uso de probióticos pueda ser más eficaz sin verse inhibido por el tratamiento antibiótico.

## Referencias

- Davies, J., & Davies, D. (2010). Origins and evolution of antibiotic resistance. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 74(3), 417–433.
- González-Vázquez, R., Gutiérrez-López, G.F., Arellano-Cárdenas, S., López-Villegas, E.O., Téllez-Medina, D.I., & Rivera-Espinoza, Y. (2014). Morphometric parameters, zeta potential, and growth rate of *Lactobacillus casei* Shirota by the effect of different bile salts. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 13(1), 189–199. <https://www.redalyc.org/pdf/620/62031166015.pdf>
- Hill, C., Guarner, F., Reid, G., Gibson, G.R., Merenstein, D.J., Pot, B., & Sanders, M.E. (2014). The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 11(8), 506–514.
- Neu, H. C. (1992). The crisis in antibiotic resistance. *Science*, 257(5073), 1064–1073. <https://doi.org/10.1126/science.257.5073.1064>
- Nomoto, K. (2005). Review of the physiology of probiotics. *Journal of Clinical Gastroenterology*, 39(6), S2–S6.
- Yakult UK. (2020). *Lactobacillus* genus name change. <https://hcp.yakult.co.uk/news/lactobacillus-genus-name-change#>



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## Aislamiento y caracterización de microorganismos del suelo con capacidad para la biodegradación de glifosato

Estrada Lopez Armando Javier\*

**Profesores:** Azaola Espinosa Alejandro\* Martha Adriana Leyte Lugo

\* Autores de correspondencia: [2232800692@alumnos.xoc.uam.mx](mailto:2232800692@alumnos.xoc.uam.mx)  
[azaola@correo.xoc.uam.mx](mailto:azaola@correo.xoc.uam.mx)

**Módulo:** Transferencia de Tecnológica - Maestría en Ecología aplicada

### Resumen

En la actualidad las principales investigaciones se han centrado en conservar el medio ambiente, reducir el calentamiento global y cultivar más alimentos de buena calidad con el fin de lograr una agricultura sostenible. El objetivo de este trabajo es aislar bacterias de suelos con exposición al glifosato en diferentes medios de cultivos, así como su caracterización morfológica y enzimática. Se logró aislar 39 bacterias, de las cuales algunas de ellas presentaron actividades enzimáticas importantes como solubilización de fósforo, producción de ácido indolacético las cuales son importantes para el desarrollo de las plantas. Por último, se logró comprobar que el glifosato si altera las propiedades fisicoquímicas del suelo.

**Palabras clave:** Microbiota del suelo, Glifosato, Caracterización

### Introducción

La agricultura es una de las actividades más importantes para los seres humanos, ya que es la forma principal en que obtenemos alimentos, comida para animales, combustible y fibras. Sin embargo, la contaminación agrícola a causa de los agroquímicos en especial el glifosato ha generado gran preocupación por los daños que pueden ocasionar en los suelos agrícolas, ya que, afectan la salud del suelo, la actividad microbiana, los recursos hídricos y la salud humana (Aliyari et al., 2023; Gómez-Ortiz et al., 2017). El suelo es un sistema biológico complejo y dinámico está conformado por una numerosa biodiversidad, este se compone de materia orgánica, minerales, gas, agua y organismos biológicos (Thiour-Mauprivez et al., 2019; Prabhakaran et al., 2022). El suelo también nos puede servir para almacenar nutrientes, proporcionar agua y elementos esenciales para los cultivos (Xiong & Lu, 2022).

El microbioma del suelo es de suma importancia para los ecosistemas agrícolas y está conformada por bacterias, actinomicetos, protozoos y hongos. Dentro de este microbioma las bacterias son las que destacan por su elevado número y son consideradas como microorganismos claves para el suelo (Islam et al., 2020; Yang & van Elsas, 2018). El suelo es un sistema dinámico en el que existen interconexiones entre sus componentes biológicos (microorganismos), químicos y físicos, la mayoría de los microorganismos del suelo han desarrollado diversas



## 2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

estrategias las cuales hacen frente a las condiciones del suelo en los diferentes procesos del suelo (Jansson & Hofmockel, 2020; Villalobos & Fererers, 2016).

El aislamiento y caracterización de microorganismos capaces de degradar pesticidas y sus productos de degradación han sido de gran interés en las últimas décadas (Javaid et al., 2016). Las técnicas de aislamiento permiten la obtención y el cultivo de microorganismos provenientes de muestras de suelo, centrándose en el uso de medios de cultivo ricos en nutrientes y en la creación de un entorno favorable para las bacterias (Chaudhary et al., 2019).

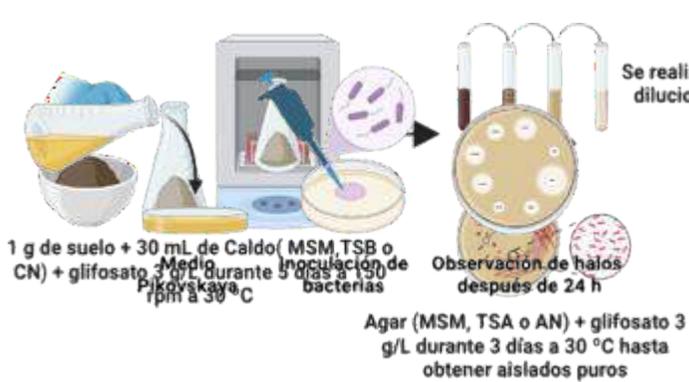
### **Objetivo General**

Aislar y caracterizar microorganismos con capacidad de biodegradar glifosato a partir de muestras de suelo con historial de uso de dicho herbicida.

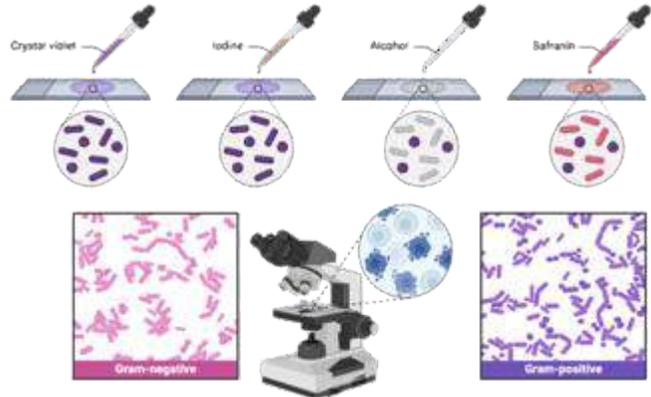
### **Objetivos Particulares**

- Aislar microorganismos capaces de degradar el glifosato de muestras de suelo.
- Caracterizar morfológica, bioquímica y molecularmente los microorganismos aislados.
- Determinar la propiedades físicas y químicas del suelo.

## Metodología



Se realizarán diluciones



**Figura 1.** Aislamiento de microorganismos del suelo

**Figura 2.** Caracterización Morfológica



**Figura 3.** Caracterización bioquímica

**Figura 4.** Determinación propiedades físicas y químicas

## Resultados y Discusión

Se obtuvieron aislados bacterianos generales después de la fermentación de las muestras de suelo, se seleccionaron para su aislamiento individual aquellos que crecieron en presencia de glifosato. A partir de los aislados generales se lograron purificar 39 aislados bacterianos de las muestras de suelos (**Figura 5**).



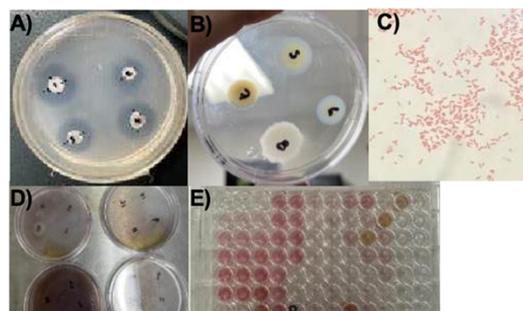
**Figura 5.** Aislados del suelo.

El objetivo de este estudio fue aislar microorganismos nativos capaces de degradar el glifosato, lo que podría ser una perspectiva prometedora para la biorremediación de suelos contaminados. Un estudio de Massot et al. (2021) mostro resultados similares ya que se pudieron aislar 24 cepas de suelos con exposición al glifosato.

Posteriormente se caracterizaron bioquímica y morfológicamente donde se observaron resultados positivos, siendo la producción de ácido indol acético (AIA), solubilización de fosfatos (**Tabla 1 y Figura 6**).

**Tabla 1.** Resultados pruebas bioquímicas y caracterización.

No.	Aislado Morfología		Pruebas						
	Gram	Estructura	AIA	AIA+ GLI	Sol. de Fosfatos	Proteasa	Celulasa	Amilasa	Lipasa
1	-	Bacilos	-	-	+	+	-	+	+
2	-	Bacilos	-	-	+	+	-	-	-
3	-	Cocobacilos	+	+	+	-	-	-	-
4	-	Cocobacilos	+	+	+	-	-	-	-
5	-	Bacilos	+	+	+	-	-	-	-
6	-	Cocobacilos	+	+	+	-	-	-	-
7	-	Bacilos	-	-	+	-	-	-	-
8	-	Bacilos	+	+	+	-	-	-	-



**Figura 6.** Pruebas enzimáticas A) Solubilización de fosforo, B) Lipasa, C) Morfología Gram, D) Celulasa y E) Ácido indol acético.

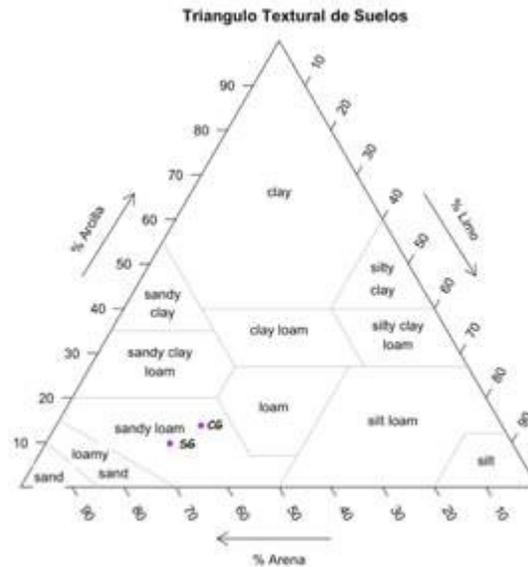
Las bacterias que degradan el glifosato también pueden producir ácido indol acético (IAA), sideróforo y bacterias solubilizadoras de fósforo que pueden ayudar a aumentar el crecimiento de las plantas a través del suministro de fósforo disponible para las plantas (Mohy-Ud-Din et al., 2023). En el estudio de Mohy-Ud-Din et al. (2023), también se puede observar las actividades enzimáticas de bacterias que fueron expuestas al glifosato, demostrando así la importancia de estas enzimas para la salud de las plantas, de esta manera el objetivo de la caracterización se logró cumplir.

Los resultados de las propiedades fisicoquímicas del suelo se pueden observar en la Tabla 2 y Figura 7 con los parámetros medidos, donde queda demostrado que el glifosato tiene un efecto sobre las propiedades del suelo.

**Tabla 2.** Propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo

Propiedad	CG	SG
pH	7.42	7.71
CE	0.29	0.29
% MO	2.88	5.75
% C	1.67	3.34
% CIC	13.15	15.78
% Ca	8.16	13.68
% Mg	6.13	6.03
% Arena	58.2	66.2
% Arcilla	13.8	9.8
% Limo	28	24
Dr	2.42	2.25
Da	1.3	1.29
% P	46.44	42.63

CG muestra con exposición al glifosato, SG muestras sin exposición al glifosato



**Figura 7.** Triangulo de textura del suelo \*CG muestra con glifosato, \*SG muestra sin glifosato

Las propiedades fisicoquímicas del suelo son un parámetro que refleja su salud y son cruciales para el bienestar de la microbiota presente (Kv et al., 2019). La aplicación de productos agroquímicos puede influir en la armonía de los ecosistemas agrícolas, lo cual puede afectar las características físicas, químicas y biológicas del suelo (Romano-Armada et al., 2019). En el artículo de Nigussie et al. (2019) se demostró también el efecto que tiene el glifosato sobre las propiedades fisicoquímicas del suelo.

## Conclusiones

Se puede concluir que los objetivos del presente trabajo se lograron cumplir ya que se pudieron aislar 39 bacterias de las cuales algunas de ellas presentaban actividades enzimáticas muy buenas que ayudan a las plantas, por otro lado, se logró comprobar que el glifosato tiene una repercusión en las propiedades del suelo. Se puede decir que existen muchas bacterias en el suelo con potenciales diferentes incluso el de degradar el glifosato un herbicida controversial, como perspectivas del trabajo se debe continuar para comprobar la degradación del glifosato por varios métodos.



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## Referencias

- Aliyari Rad, S., Nobaharan, K., Pashapoor, N., Pandey, J., Dehghanian, Z., Senapathi, V., Minkina, T., Ren, W., Rajput, V.D., & Asgari Lajayer, B. (2023). Nano-Microbial Remediation of Polluted Soil: A Brief Insight. *Sustainability*, 15(1), 876. <https://doi.org/10.3390/su15010876>
- Chaudhary, D.K., Khulan, A., & Kim, J. (2019). Development of a novel cultivation technique for uncultured soil bacteria. *Scientific Reports*, 9(1), 6666. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-43182-x>
- Gómez Ortiz, A.M., Okada, E., Bedmar, F., & Costa, J.L. (2017). Sorption and desorption of glyphosate in Mollisols and Ultisols soils of Argentina. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 36(10), 2587–2592. <https://doi.org/10.1002/etc.3851>
- Islam, W., Noman, A., Naveed, H., Huang, Z., & Chen, H.Y.H. (2020). Role of environmental factors in shaping the soil microbiome. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(33), 41225–41247. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-10471-2>
- Jansson, J.K., Hofmockel, K.S. Soil microbiomes and climate change. *Nat Rev Microbiol* 18, 35–46 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41579-019-0265-7>
- Javaid, M.K., Ashiq, M., & Tahir, M. (2016). Potential of Biological Agents in Decontamination of Agricultural Soil. *Scientifica*, 2016, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2016/1598325>
- Kv, U., Km, R., & Naik, D. (2019). Role of soil physical, chemical and biological properties for soil health improvement and sustainable agriculture. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(5): 1256–1267.
- Massot, F., Gkorezis, P., van Hamme, J., Marino, D., Trifunovic, B.S., Vukovic, G., d’Haen, J., Pintelon, I., Giulietti, A.M., Merini, L., Vangronsveld, J., & Thijs, S. (2021). Isolation, Biochemical and Genomic Characterization of Glyphosate Tolerant Bacteria to Perform Microbe-Assisted Phytoremediation. *Frontiers in Microbiology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.598507>
- Mohy-Ud-Din, W., Chen, F., Bashir, S., Akhtar, M.J., Asghar, H.N., Farooqi, Z.U.R., Zulfiqar, U., Haider, F.U., Afzal, A., & Alqahtani, M.D. (2023). Unlocking the potential of glyphosate-resistant bacterial strains in biodegradation and maize growth. *Frontiers in Microbiology*, 14. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1285566>
- Nigussie, T., Saraswathi, M., Mama, A., & Bale, E. (2019). Impact of Glyphosate on Agricultural Soil Quality in Sinana Woreda, Southeastern Ethiopia. *Chemistry and Materials Research*. <https://doi.org/10.7176/CMR/11-10-02>
- Prabhakaran, A., Meenatchi, R., Pal, S., Hassan, S., Bramhachari, P.V., Kiran, G.S., & Selvin, J. (2022). Soil Microbiome: Characteristics, Impact of Climate Change and Resilience. In *Understanding the Microbiome Interactions in Agriculture and the Environment* (pp. 285–313). Springer Nature Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-19-3696-8\\_15](https://doi.org/10.1007/978-981-19-3696-8_15)
- Romano-Armada, N., Amoroso, M.J., & Rajal, V.B. (2019). Construction of a combined soil quality indicator to assess the effect of glyphosate application. *Science of the Total Environment*, 682, 639–649. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.05.079>
- Thiour-Mauprivez, C., Martin-Laurent, F., Calvayrac, C., & Barthelmebs, L. (2019). Effects of herbicide on non-target microorganisms: Towards a new class of biomarkers? *Science of The Total Environment*, 684, 314–325. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.05.230>
- Villalobos, F.J., & Fereres, E. (2016). *Principles of Agronomy for Sustainable Agriculture* (F. J. Villalobos & E. Fereres, Eds.). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-46116-8>
- Xiong, C., & Lu, Y. (2022). Microbiomes in agroecosystem: Diversity, function and assembly mechanisms. In *Environmental Microbiology Reports* (Vol. 14, Issue 6, pp. 833–849). John Wiley and Sons Inc. <https://doi.org/10.1111/1758-2229.13126>
- Yang, P., & van Elsland, J. D. (2018). Mechanisms and ecological implications of the movement of bacteria in soil. *Applied Soil Ecology*, 129, 112–120. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2018.04.014>



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## Resistencia antimicrobiana de *Salmonella spp* aislada de materia fecal humana

Ayala Bahena Abdallan, Hilario García Kevin Michel, López Bernal Paola, Montes Flores José Manuel\*,  
Sánchez Montenegro Nailea

**Profesores:** Castrillón Rivera Laura Estela\*, Espinosa Antúnez Violeta Karen

\* Autores de correspondencia: [2212030096@alumnos.xoc.uam.mx](mailto:2212030096@alumnos.xoc.uam.mx)  
[crivera@correo.xoc.uam.mx](mailto:crivera@correo.xoc.uam.mx)

**Módulo:** Prevención y Control de la Propagación  
Microbiana

### Resumen

En este estudio, se identificó la presencia de enterobacterias Gram-negativas, y particularmente a *Salmonella spp* en una muestra de materia fecal de un individuo que no presentaba síntomas clínicos de enfermedad o infección. Se pudo llevar a cabo mediante técnicas microbiológicas lo que permitió aislar y caracterizar a *Salmonella spp*, revelando que esta cepa presentó resistencia a múltiples antibióticos, como Cefalotina, Meropenem, Amoxicilina/ácido clavulánico y Linezolid, siendo Ciprofloxacino el único antibiótico al que la cepa mostró sensibilidad. La ausencia de síntomas en el donante subraya el riesgo de diseminación de cepas multirresistentes, lo que plantea un desafío para la salud pública, es por ello que, se destaca la importancia de mejorar las prácticas higiénicas y de manipulación de alimentos, así como la necesidad de un uso adecuado de antibióticos para prevenir la resistencia bacteriana.

**Palabras clave:** *Enterobacteria*, *Salmonella*, Resistencia antimicrobiana

### Introducción

*Las enterobacterias constituyen a la familia Enterobacteriaceae*, una de las más comunes tanto en el tracto intestinal de los mamíferos como en ambientes relacionados con la producción animal, dicha familia incluye bacilos Gramnegativos, que pueden ser aerobios o anaerobios facultativos y aunque algunos de sus miembros, como *Escherichia coli*, forman parte de la microbiota normal, otros como *Salmonella* tienen la capacidad de causar infecciones y enfermedades (Morereira et al., 2024).

*Salmonella* es una de las principales bacterias patógenas (patógeno primario) que ocasiona enfermedades transmitidas por alimentos. Se caracteriza por ser un bacilo gramnegativo, con dimensiones aproximadas de 0.5  $\mu\text{m}$  de ancho por 3  $\mu\text{m}$  de largo, y presenta flagelos peritricos, lo que le confiere movilidad. Para su identificación se tienen en cuenta características como su incapacidad para fermentar lactosa, la producción de gas al fermentar glucosa y la producción de sulfuro de hidrógeno a partir de tiosulfato (Bonilla et al., 2022a).

En seres humanos, una infección originada por *Salmonella* suele causar gastroenteritis, pues tan solo se requiere la entrada de pocas células de una cepa patógena para que estas penetren el revestimiento del intestino delgado y al crecer provoquen la destrucción de las células epiteliales adyacentes y consigo síntomas como fiebre, diarrea

y dolor abdominal (Ahmad et al., 2022). Un análisis de resistencia antimicrobiana ha cobrado gran relevancia en los últimos años debido a la dificultad de la búsqueda de un tratamiento eficaz contra bacterias patógenas resistentes (Yusof et al., 2022).

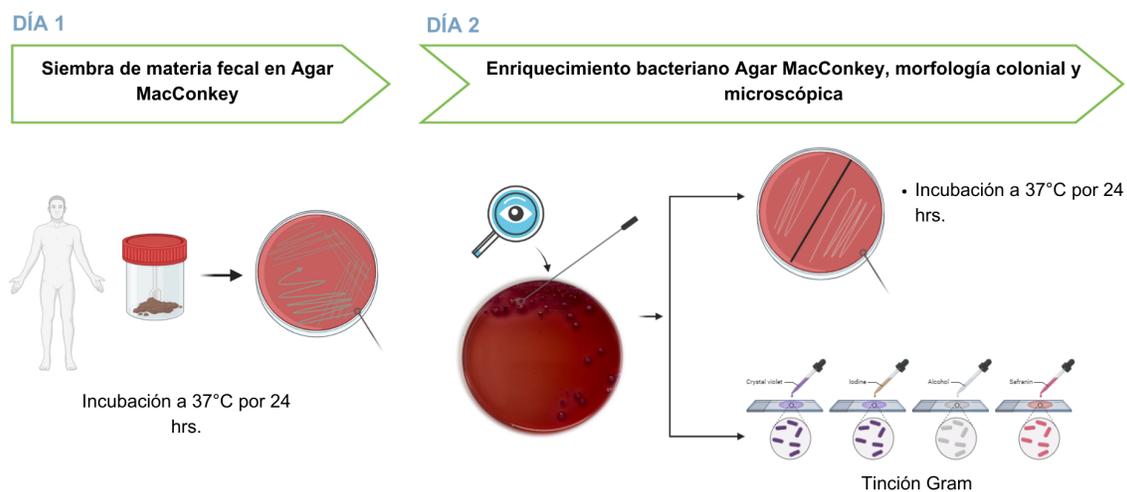
## Objetivo General

Aislar e identificar enterobacterias a partir de materia fecal de origen humano.

## Objetivos Particulares

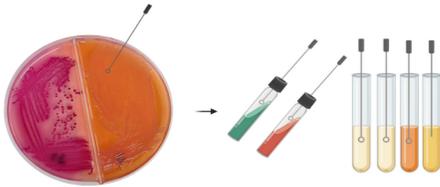
- Aislamiento en medio selectivo/diferencial para la determinación de la morfología colonial.
- Favorecer un enriquecimiento bacteriano de las enterobacterias.
- Llevar a cabo una tinción gram para determinar la morfología microscópica.
- Realizar las pruebas bioquímicas que nos permitan identificar las enterobacterias.
- Evaluar la resistencia antimicrobiana de la cepa aislada de *Salmonella spp* frente a diferentes antibióticos mediante la técnica de Kirby-Bauer.

## Metodología



DÍA 3

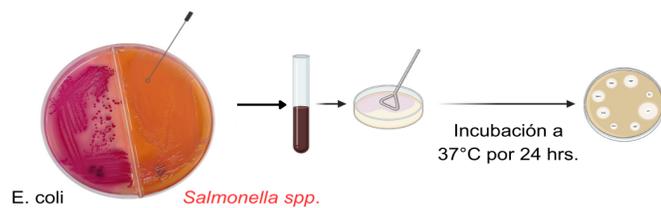
Pruebas bioquímicas\*: TSI, RM, VP, IND, UR, Cat, Oxi.



• Incubación a 37°C por 24 hrs.

DÍA 4

ANTIBIOGRAMA MÉTODO KIRBY BAUER Y COLOCACIÓN DE LOS SENSIDISCOS\*\*



\*TSI. agar hierro triple azúcar; RM. rojo de metilo; VP. Voges-Proskauer; IND. indol; CS. citrato de Simmons; UR. caldo urea; Cat. catalasa; Oxi. oxidasa

\*\* Cefalotina 30µg, Meropenem 10µg, Ciprofloxacino 5 µg, Amoxicilina/ácido clavulánico 30µg y Linezolid 30 µg

Resultados y Discusión

Morfología colonial y microscópica

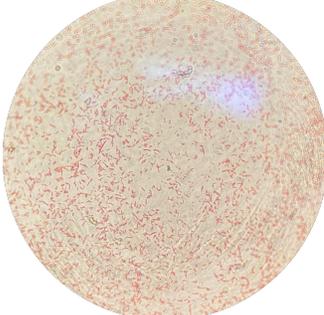
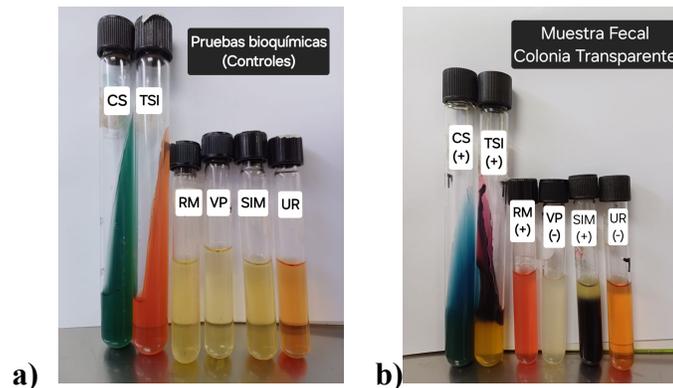
Agar	Medio de cultivo y su colonia correspondiente	Características de la morfología colonial	Características de la morfología microscópica
Agar MacConkey	Colonia transparente 	Tamaño: 2 mm Forma: circular Borde: entero Transparencia: si Brillo: si Color: no pigmentada Textura: lisa Elevación convexa	Bacilos gramnegativos 

Tabla 1. Identificación por morfología colonial y microscópica de *Salmonella spp*

El agar MacConkey es un medio selectivo y diferencial para el aislamiento de bacterias entéricas gramnegativas, las bacterias que no fermentan la lactosa se observan de un color transparente como lo es el caso de *Salmonella*, las características de la morfología microscópica de igualmente concuerdan con la descripción de *Salmonella* integrada por bacilos gramnegativos (González Pedraza et al; 2014).

### Pruebas bioquímicas



**Figura 1.** a) Control de las pruebas bioquímicas b) Resultados posterior a la inoculación de las bacterias.

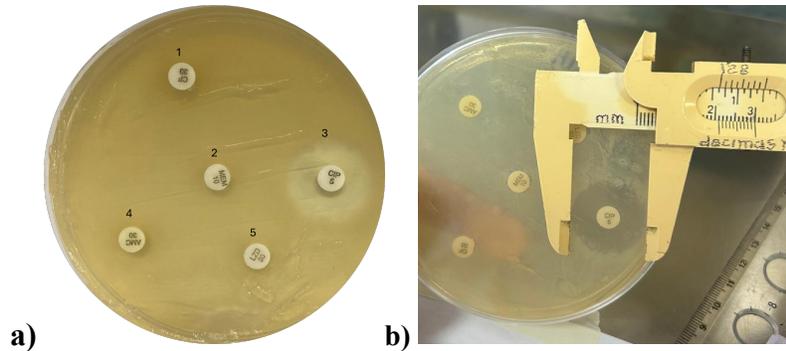
**Tabla 2.** Resultados de las pruebas bioquímicas.

TSI	GAS	H <sub>2</sub> S	RM	VP	IND	CS	UR	Mov	Cat	Oxi
Alc/A	+	+	+	-	-	+	-	+	+	-

TSI. agar hierro triple azúcar; H<sub>2</sub>S. ácido sulfhídrico; RM. rojo de metilo; VP. Voges-Proskauer; IND. indol; CS. citrato de Simmons; UR. caldo urea; Mov. movilidad; Cat. catalasa; Oxi. oxidasa; Alc/A. pico de flauta alcalino/fondo ácido.

De acuerdo los resultados obtenidos de las pruebas bioquímicas realizadas y las comparaciones hechas con tablas de caracterización para la identificación de *Enterobacteriaceae*, los resultados a *Salmonella spp* son positivos, podemos corroborar la presencia de dicho patógeno al comparar los resultados obtenidos por Bonilla et al., en 2022b en donde se demuestra la producción de ácido sulfhídrico, la fermentación de glucosa, el uso de citrato como fuente de carbono, la motilidad y la síntesis de catalasa por parte de *Salmonella*.

## Antibiograma



**Figura 2.** a) Resultado de la prueba de Kirby-Bauer b) Medida del halo de inhibición (21 mm).

**Tabla 3.** Resultados de la prueba de Kirby-Bauer.

Antibiótico	Resistencia ( R )	Sensible ( S )
1) Cefalotina 30µg	Sí	No
2) Meropenem 10µg	Sí	No
3) Ciprofloxacino 5µg	No	Sí
4) Amoxicilina/ácido clavulánico 30µg	Sí	No
5) Linezolid 30 µg	Sí	No

De acuerdo a los resultados obtenidos la tabla 3 de el antibiograma, se percibe que la *Salmonella spp* mostró una resistencia a los antibióticos Cefalotina 30µg, Meropenem 10µg, Amoxicilina/ácido clavulánico 30µg y Linezolid 30 µg de los cuales a excepción de este último se conoce que su principal mecanismo de acción es sobre la síntesis de la pared celular, además para el caso de Cefalotina se conoce que llega a ser no activa contra la mayoría de las bacterias gramne-gativas sin embargo dentro del grupo minoritario para las cuales aun siendo gramnegativas es activa incorpora a la *Salmonella* (Rodríguez, 2015a). Por otro lado el Linezolid muestra su mecanismo en la inhibición de síntesis de proteínas además que es poco activo frente a gramnegativas (Piagru & Almirante, 2009). En cuanto a la sensibilidad mostrada por la *Salmonella spp* ante el antibiótico Ciprofloxacino 5µg este actúa mediante la inhibición de la síntesis de DNA y RNA, su acción es a nivel intracelular inhibiendo la DNA girasa y se conoce que está diagnosticada contra bacterias bacilo gram negativos entéricos (Rodríguez, 2015b; CMAEP, 2020). Un factor para condicionar la resistencia bacteriana que obtuvo la *Salmonella spp* identificada se analoga con la estructura de su pared esto debido a que la mayor parte de antibióticos usados estaban enfocados en el mecanismo de acción de inhibir la síntesis de la pared bacteriana sin embargo, esta bacteria pertenece al grupo de gram negativas las cuales están conformadas no solo por una pared de peptidoglicanos sino también por una membrana externa. Sin embargo, estos resultados también demuestran una resistencia a antibióticos debido a que se esperaría ver un halo de inhibición mínimo para aquellos antibióticos

que si son administrados para la infección por *Salmonella spp* como es el caso de Cefalotina, Meropenem y Amoxicilina/ácido clavulánico, esto debido a que aunque no son utilizados como tratamiento de primera línea para esta bacteria, suelen ser una opción cuando los pacientes con infecciones graves que poseen esta bacteria muestran resistencia a sus antibióticos de primera línea (Cercenado & Saavedra, 2009).

## Conclusiones

En conclusión, este estudio permitió identificar la presencia de enterobacterias Gram-negativas, en particular *Salmonella spp*. en materia fecal humana, y por otro lado se pudo evaluar su resistencia a diversas clases de antibióticos. La cepa aislada mostró resistencia a Cefalotina (30 µg), Meropenem (10 µg), Amoxicilina/ácido clavulánico (30 µg), y Linezolid (30 µg), siendo sensible únicamente a Ciprofloxacino (5 µg).

Es relevante destacar que la muestra fue obtenida de un individuo aparentemente "sano", sin manifestaciones clínicas, lo que pone el riesgo de diseminación de cepas multirresistentes dentro de la población, sugiriendo la posibilidad de una transmisión silenciosa.

Esta situación representa un desafío importante para la salud pública, especialmente en contextos donde las prácticas higiénicas y de manipulación de alimentos no son adecuadas. Se recomienda implementar medidas preventivas, como la correcta selección de establecimientos de consumo, y una mayor vigilancia en la prevención de la transmisión de resistencia horizontal entre bacterias entéricas. Además, la concientización sobre el diagnóstico eficiente y el uso adecuado de antibióticos es crucial para evitar la propagación de cepas resistentes.

## Referencias

- Ahmad Faris, A.N., Ahmad Najib, M., Mohd Nazri, M.N., Hamzah, A.S.A., Aziah, I., Yusof, N.Y., Mohamud, R., Ismail, I., & Mustafa, F.H. (2022). Colorimetric Approach for Nucleic Acid *Salmonella spp*. Detection: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(17), 10570. <https://doi.org/10.3390/ijerph191710570>
- Bonilla-Caballero, M.A., Lozano-Puentes, M.P., Ospina, M.A., & Maryeimy Varón-López. (2022a). First report of multidrug-resistant *Salmonella infantis* in broiler litter in Tolima, Colombia. *Veterinary World*, 1557–1565. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2022.1557-1565>
- CMAEP. Comité de Medicamentos de la Asociación Española de Pediatría. (2020, octubre). *Ciprofloxacino*. Ciprofloxacino | Asociación Española de Pediatría. Recuperado 16 de septiembre de 2024, de <https://www.aeped.es/comite-medicamentos/pediamecum/ciprofloxacino#:~:text=Descripci%C3%B3n%3A,gramnegativos%20ent%C3%A9ricos%20y%20Pseudomonas%20aeruginosa>
- Cercenado, E., & Saavedra Lozano, J. (2009). El antibiograma (II): fenotipos de resistencia y lectura interpretada. *Anales de Pediatría Continuada*, 7(5), 282–287. [https://doi.org/10.1016/s1696-2818\(09\)72580-6](https://doi.org/10.1016/s1696-2818(09)72580-6)
- González Pedraza, J., Pereira Sanandres, N., Soto Varela, Z., Hernández Aguirre, E., & Villarreal Camacho, J. (2014). Aislamiento microbiológico de *Salmonella spp*. y herramientas moleculares para su detección. *Revista Salud Uninorte*, 30 (1), 73–94. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-55522014000100009&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-55522014000100009&lng=en&tlng=es)
- Pigrau, C., & Almirante, B. (2009). Oxazolidinonas, glucopéptidos y lipopéptidos cíclicos. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, 27(4), 236–246. <https://doi.org/10.1016/j.eimc.2009.02.004>



## 2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

Rodríguez Carranza R. (2015a). Cefalotina: antimicrobianos., Vademécum Académico de Medicamentos. Recuperado 15 de septiembre de 2024 de: McGraw-Hill Education. <https://accessmedicina.mhmedical.com/content.aspx?bookid=1552&sectionid=90368293>

Rodríguez Carranza R. (2015b). Ciprofloxacino: antimicrobianos., Vademécum Académico de Medicamentos. Recuperado 15 de septiembre de 2024 de: McGraw-Hill Education. <https://accessmedicina.mhmedical.com/content.aspx?bookid=1552&sectionid=90368602>

Moreira de Gouveia, M.I., Bernalier-Donadille, A., & Jubelin, G. (2024). Enterobacteriaceae in the Human Gut: Dynamics and Ecological Roles in Health and Disease. *Biology*, 13(3), 142. <https://doi.org/10.3390/biology13030142>

Yusnoraini Nik Y., Mohd Mawaddah A., Ghazali, B., Ahmad Mohamad N., Hafiz, A., Halim, A., Muhammad, Annur Ashyqin Zainal, & Ismail Aziah. (2022). Prevalence of Antimicrobial Resistance Genes in Salmonella Typhi: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Tropical Medicine and Infectious Disease*, 7(10), 271–271. <https://doi.org/10.3390/tropicalmed7100271>



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## Microbiología ambiental en diversos sitios de la uam xochimilco

Flores Zavala Kevin, González Cabello Ivonne, Palma Joel Angel Issac, Romero Caballero Axel, Valencia Arriola Leslie Berenice

**Profesores:** Castrillón Rivera Laura Estela\*, Espinosa Antúnez Violeta Karen

\* Autores de correspondencia: [2202034037@alumnos.xoc.uam.mx](mailto:2202034037@alumnos.xoc.uam.mx)  
[lcrivera@correo.xoc.uam.mx](mailto:lcrivera@correo.xoc.uam.mx)

**Módulo:** Prevención y Control de la Propagación  
Microbiana

### Resumen

Las prácticas de laboratorio del módulo Prevención y Control de la Propagación Microbiana permiten a los estudiantes adquirir habilidades técnicas en microbiología y reforzar los conocimientos teóricos adquiridos en la UEA, al aislar e identificar microorganismos presentes en muestras susceptibles a la contaminación microbiológica. En el presente trabajo se abordó la identificación microbiológica presentes en las instalaciones de la UAM-X como fueron en los laboratorios, oficinas, gimnasio y cercanías del bioterio con el fin de analizar la calidad ambiental en el medio de cultivo enriquecido como fue en el Agar Nutritivo que permite el crecimiento de hongos y bacterias se emplea cuando la bacteria presente se encuentra en baja concentración que no puede detectarse proporcionando nutrientes y condiciones ambientales que favorecen el desarrollo de estos, por ello en estas áreas hay una gran diversidad de microorganismos que están interactuando con toda la comunidad universitaria.

**Palabras clave:** Agar nutritivo, Enterobacterias, Microbiología

### Introducción

La atmósfera no posee una microbiota autóctona lo que provoca que este sea un medio para la dispersión rápida y global de los microorganismos, es por ello que la microbiología ambiental estudia la biodiversidad de los microorganismos (virus, bacterias, hongos) que pueden existir en cualquier ecosistema, como en el aire, el agua y el suelo (Berenguer & Martí, s.f. ). Estos microorganismos han creado adaptaciones que favorecen su supervivencia, de igual forma estos tienen una dispersión rápida a causa del medio de transporte que lo realizan por medio de partículas de polvo, fragmentos de hojas, piel y fibras, provocando un riesgo potencial para la salud, es por ello que es importante implementar técnicas de monitoreo ambiental como la técnica de placas de sedimentación, consiste en colocar cajas petri con agar enriquecido (Agar nutritivo) en la zona de interés durante diferentes periodos de tiempo para posteriormente incubar durante un tiempo predeterminado para proliferar el crecimiento de microorganismos (Merck, s.f.) y observar la presencia de estos; Ayudando así al monitoreo de las zonas en las que un individuo se desarrolla y poder controlar microorganismos ambientales mediante agentes físicos y químicos para reducir su presencia (Salvador, 2023). Por lo cual este estudio tiene como objetivo

determinar si hay presencia de microorganismos por contaminación ambiental en diversas instalaciones de la UAM-X.

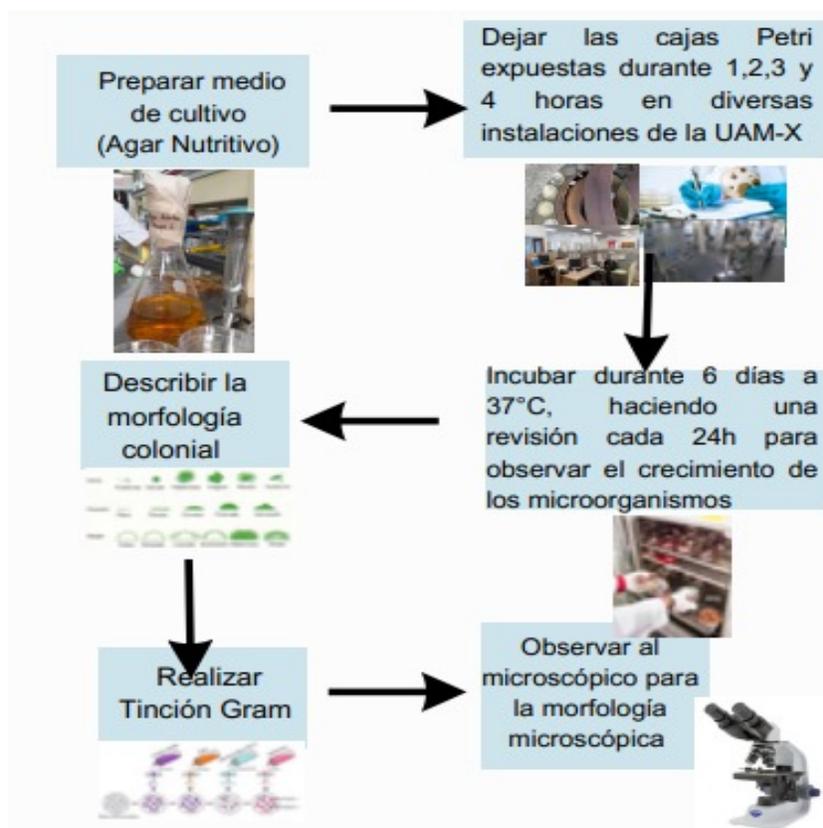
## Objetivo General

Analizar la contaminación ambiental dentro de las instalaciones de la UAM-X.

## Objetivos Particulares

- Determinar la morfología colonial en las muestras ambientales de las oficinas de control escolar, laboratorio G-003, gimnasio y cercanías del bioterio se dejaron expuestas a 4h.
- Analizar la morfología microscópica de las colonias aisladas que se obtuvieron en las placas expuestas a 4 horas en las oficinas de control escolar.

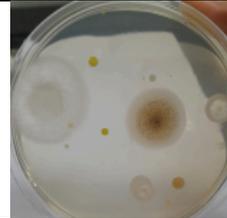
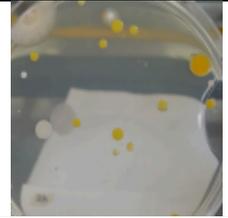
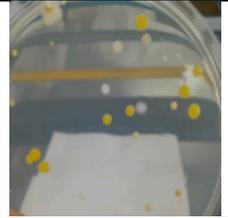
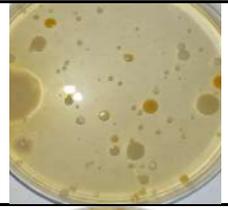
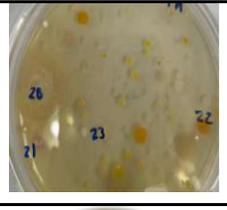
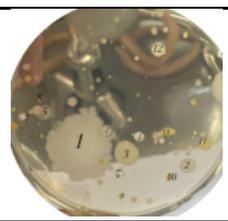
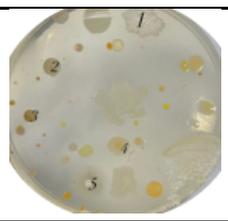
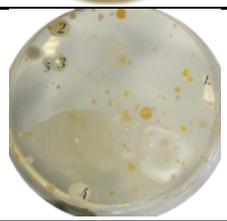
## Metodología



## Resultados y Discusión

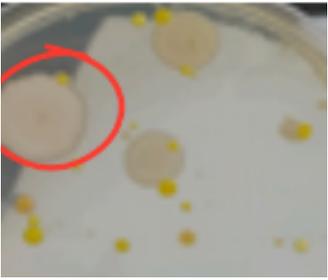
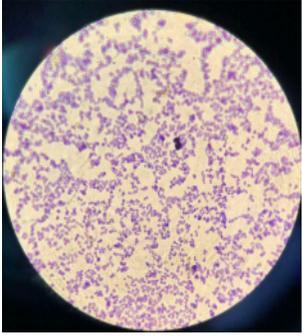
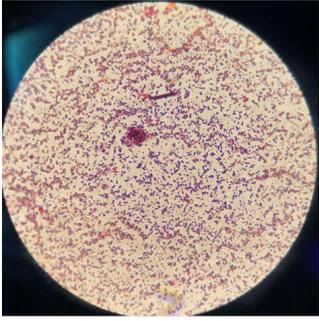
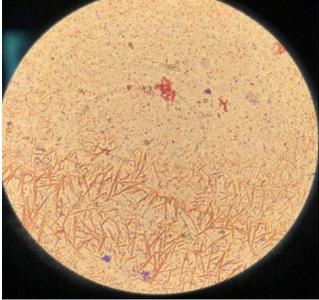
### Morfología Colonial

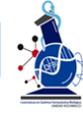
**Tabla1.** Morfología Colonial

Horas de Exposición ambiental				
Lugar	1h	2h	3h	4h
<b>Oficinas de servicios escolares</b>				
<b>Laboratorio G-003</b>				
<b>Gym</b>				
<b>Fuera del Bioterio</b>				

*Morfología Microscópica*

**Tabla 2.** Morfología Microscópica.

Lugar	Colonia	Foto	Descripción
Oficinas de servicios escolares	Colonia color blanca cremosa grande 		<b>Bacilos gram positivos (+)</b>
	Colonia color Blanca 		<b>Bacilos y cocos gram negativos(-) y Gram positivos (+)</b>
	Colonia color Naranja 		<b>Bacilos Gram Negativos (-)</b>
	Colonia color Amarilla 		<b>Bacilos Gram negativos (-)</b>



## 2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

La microbiología ambiental se enfoca en el estudio de los microorganismos presentes en el entorno que nos rodea y puede tener efectos en la salud y el bienestar de las personas. De acuerdo con Jose y Carmen mencionan que en el ámbito de trabajo (oficinas, escuelas, edificios públicos etc.) tendrán mas prolongación a los microorganismos, ya que estos sitios disponen de poca o nula ventilación natural, por ello estas áreas tiene más exposición a contaminantes, asimismo están más expuestos a la acumulacion de microorganismos ya que el monitoreo de limpieza es inadecuada o insuficientes. Por lo cual se expusieron las cajas Petri en diversos lugares de la UAM-X, donde se ha podido analizar que hay una gran interacción a los microorganismos con la comunidad universitaria por medio del ambiente (aire), asimismo que en las áreas cerradas hay presencia incluso de hongos, ya que estas áreas son propensas a crear un ambiente húmedo y asimismo al estar en un área cerrada aumenta la temperatura en la que algunos microorganismos pueden proliferar y de este modo es un riesgo para la salud de la comunidad estudiantil.

### Conclusiones

En el presente trabajo se ha podido analizar la microbiología ambiental dentro de las instalaciones de la UAM-X, ya que hay una gran diferencia en la densidad microbiológica en los diferentes sitios analizados, dando como resultado en el aislamiento una gran diversidad de interacción con los hongos y bacterias, por ello como se observó en la morfología microscópica que la mayoría de estos son bacilos Gram negativos.

Se recomienda que en trabajos posteriores se lleven a cabo pruebas bioquímicas para la identificación de las bacterias presentes ya que podría ser algún patógeno, que presenta un riesgo potencial para la salud esto dependerá del sistema inmunitario de cada individuo por ende, se sugiere que se realice un programa de sanitización y sistemas de HVAC.

### Referencias

Berenguer, J., & Martí, C. (s.f.). NTP 243: Ambientes cerrados: calidad del aire. INSST. [https://www.insst.es/documents/94886/327166/ntp\\_243.pdf/9f6cbba4-ac26-4d0b-aae7-068ca6e66914](https://www.insst.es/documents/94886/327166/ntp_243.pdf/9f6cbba4-ac26-4d0b-aae7-068ca6e66914)

De, M.C., Rosa, M.M., & Ullán, C. (2002). El aire: hábitat y medio de transmisión de microorganismos. *Observatorio medioambiental*, 5(2002), 37.

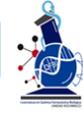
Luna, E. (2002, diciembre). Evaluación microbiológica del ambiente y diseño de un plan de monitoreo en la planta de lácteos. Server. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/c96b9ad1-0392-4481-8de9-dc18e9ec957f/content#:~:text=2.3%20AGENTES%20QU%C3%8DMICOS%20PARA%20LIMPIEZA,a%20los%20microorganismos%20por%20contacto>

Placas de sedimentación para control microbiológico activo y pasivo del aire | Microbiología industrial | Merck. (s. f.). <https://www.merckmillipore.com/MX/es/products/industrial-microbiology/environmental-monitoring/environmental-monitoring-for-pharmaceutical-and-cosmetics-industry/air-monitoring-media/settle-plates/Rd2b.qB.EDcAAAFAWAI.1Zwo.nav>



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

Salvador, D. G. C. E. N. F. R. R. G. J. C. R. (2023, 28 marzo). La función de los microorganismos en los ecosistemas. Ciencia UNAM. <https://ciencia.unam.mx/leer/1411/a-veces-limpian-contaminantes-otras-nos-enferman-la-funcion-de-los-microorganismos-en-los-ecosistemas#:~:text=La%20microbiolog%C3%ADa%20ambiental%20es%20una,el%20agua%20y%20el%20suelo>



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## Evaluación de la metilación de la región promotora del gen *TORIA*

Rodríguez Gutiérrez Alitzel\*<sup>1</sup>, Sánchez Hernández Beatriz E.<sup>2</sup>, Ortega Vázquez Alberto<sup>1</sup>, López López Marisol<sup>1</sup>, Monroy Jaramillo Nancy<sup>3</sup>, Ramírez García Miguel Ángel<sup>3</sup>

**Profesores:** López López Marisol, Ortega Vázquez Alberto\*

\* Autores de correspondencia: [2183027216@alumnos.xoc.uam.mx](mailto:2183027216@alumnos.xoc.uam.mx) **Módulo:** Servicio Social  
[aortega@correo.xoc.uam.mx](mailto:aortega@correo.xoc.uam.mx)

### Resumen

**Introducción:** La mayoría de los pacientes con distonía asociada al gen *TORIA* (*DYT-TORIA*) porta la delección *TORIA*\_delGAG; sin embargo,  $\approx 30\%$  de los portadores son asintomáticos (penetrancia incompleta). Se ha postulado la participación de la variante rs1801968, así como mecanismos epigenéticos en *TORIA* para explicar este fenómeno. **Objetivo:** Analizar la variante *TORIA*\_rs1801968 y la metilación de *TORIA* para determinar la causa de penetrancia incompleta en pacientes, portadores asintomáticos y controles. **Metodología** (Protocolo INN\_161/22): Genotipado de *TORIA*\_rs1801968 por discriminación alélica y metilación-cuantitativa de 9 sitios CpG\_*TORIA* por pirosecuenciación. La proporción de genotipos se analizó por prueba de Fisher y la metilación mediante U-Mann-Whitney. **Resultados:** La frecuencia de *TORIA*\_rs1801968 fue similar entre grupos, mientras que la metilación de *TORIA* sí mostró diferencias. Se descartó la asociación de la variante *TORIA*\_rs1801968 con riesgo incrementado del fenotipo. **Conclusiones:** La metilación diferencial en *TORIA* podría modular la penetrancia y apoyar en el asesoramiento genético en *DYT-TORIA*.

**Palabras clave:** Distonía, *TORIA*, Metilación

### Introducción

La *DYT-TORIA* es una distonía genética generalizada de inicio temprano con herencia autosómica dominante (AD) y la mayoría de los casos son causados por la delección del triplete GAG en el exón 5 del gen *TORIA* (*TORIA*\_delGAG; c.907\_909del) (Ozelius et al., 2011). Este trastorno del movimiento se caracteriza por contracciones musculares involuntarias y sostenidas, lo que provoca torsiones, movimientos repetitivos y posturas anormales (Albanese et al., 2013) y del cual no existen estudios epidemiológicos en México. La prevalencia de esta variante patogénica se estima de 17,6 a 26,1 portadores por cada 100,000 personas y muestra una penetrancia reducida, cercana al 30%; y tiene una expresividad variable de las manifestaciones clínicas (Park et al. 2019). Uno de los factores que aparentemente influye sobre su penetrancia reducida es la variante *TORIA*\_rs1801968 (D216H), donde la presencia del alelo H en *trans* suele ser un factor protector contra la distonía, mientras que el alelo D en *cis* se asocia con la penetrancia en la enfermedad (Risch et al., 2007). Sin

<sup>1</sup> Departamento de Sistemas Biológicos, Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Xochimilco

<sup>2</sup> Departamento de Patología, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y de la Nutrición, Salvador Zubirán

<sup>3</sup> Departamento de Genética, Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía, Manuel Velasco Suárez



## 2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

embargo, se ha demostrado no ser el único factor responsable, ya que se han descrito portadores afectados y ausencia del alelo D; por lo que se han postulado mecanismos epigenéticos implicados, como la metilación del ADN que modula la expresión génica sin generar cambios en la secuencia del ADN y que podrían influir en este fenómeno (Sciamanna et al., 2022). Por ello se propuso evaluar la participación de ambos factores en esta entidad clínica evaluando la metilación en el promotor del gen *TORIA* y la variante *TORIA\_rs1801968*; lo que ayudaría a entender más sobre sus implicaciones clínicas.

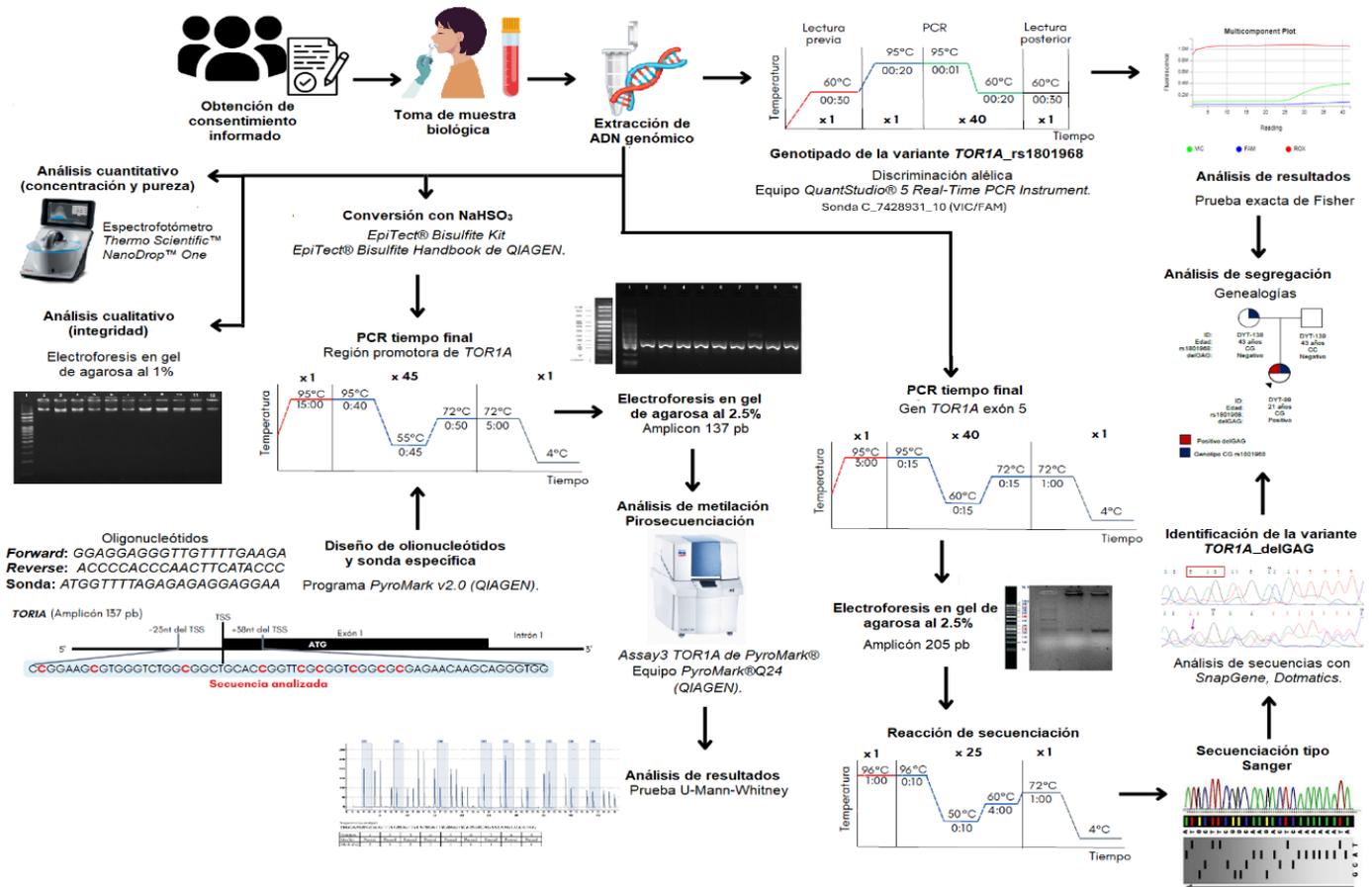
### Objetivo General

Analizar el nivel de metilación de la región promotora del gen *TORIA*.

### Objetivos Particulares

- Cuantificar el nivel de metilación de la región promotora del gen *TORIA* en pacientes con distonía, familiares e individuos control.
- Genotipar de la variante *TORIA\_rs1801968* en pacientes con distonía, familiares e individuos control.
- Identificar familiares portadores de la variante patogénica causante de DYT-*TORIA*.

## Metodología



## Resultados y Discusión

### Descripción de la muestra

Se incluyeron 62 individuos, 33 correspondientes al grupo DYT (13 pacientes y 20 familiares de los cuales 7 fueron portadores de *TOR1A\_delGAG* y uno de ellos presentó síntomas clínicos de distonía por lo que, posterior a los resultados moleculares, se reclasificó como paciente) y 29 del grupo control (CTU) (Tabla 1).

**Tabla 1.** Características demográficas de la muestra de estudio.

GRUPO	Características			
	Individuos (N)	Sexo		Edad (años) media ± DE
Masculino N (%)		Femenino N (%)		
CTU	29	13 (44.8)	16 (55.2)	38.48 ± 16.86
DYT	33	13 (39.4)	20 (60.6)	37.87 ± 17.02
P	14	7 (50.0)	7 (50.0)	
F	19	6 (31.58)	13 (32.42)	
FPAS	6	2 (33.3)	4 (66.7)	
FNP	13	4 (30.8)	9 (69.2)	
<b>TOTAL</b>	<b>62</b>	<b>26 (41.9)</b>	<b>36 (58.1)</b>	

**P: PACIENTES. F: FAMILIARES. FPAS: FAMILIARES PORTADORES ASINTOMÁTICOS. FNP: FAMILIARES NO PORTADORES.**

#### Identificación de la variante *TORIA\_rs1801968*

La variante *TORIA\_rs1801968* (c.646C>G: D216H) se genotipó en 29 individuos del grupo CTU y 30 del grupo DYT (3 muestras están por duplicado porque fueron tomadas a tiempos diferentes para comparar porcentajes de metilación longitudinales). La frecuencia de la variante en la muestra estudiada fue de 0.89 para el alelo C de referencia y de 0.11 para el alelo alternativo G (**Tabla 2**); mostrando concordancia con lo reportado previamente en bases de datos públicas para la población mexicana, en donde  $f(C)=0.90$  y  $f(G)=0.10$  (NCBI, 2023). Sin embargo, no se observaron diferencias en la frecuencia al comparar los diferentes grupos (**Tabla 2**).

**Tabla 2.** Genotipado de la variante *tor1a\_rs1801968*.

GRUPO	Características					
	Individuos (N)	Genotipo (Frecuencia genotípica)		Frecuencia alélica		Prueba de Fisher Valor de P
CC		CG	C	G		
CTU	29	22 (0.76)	7 (0.24)	51(0.88)	7(0.12)	0.7611*
DYT	30	24 (0.80)	6 (0.20)	54(0.90)	6(0.10)	0.7753**
P	12	10 (0.83)	2 (0.16)	22(0.92)	2(0.08)	1.000*
F	18	14 (0.78)	4 (0.22)	32(0.89)	4(0.11)	1.000**
FNP	13	10 (0.77)	3 (0.23)	23(0.88)	3(0.12)	1.000*
FPA	5	4 (0.80)	1 (0.20)	9(0.90)	1(0.10)	1.000**
<b>TOTAL</b>	<b>59</b>	<b>46 (0.78)</b>	<b>13 (0.22)</b>	<b>105(0.89)</b>	<b>13(0.11)</b>	

**CTU: INDIVIDUOS SANOS. DYT: PACIENTES Y FAMILIARES. P: PACIENTES. F: FAMILIARES. FNP: FAMILIARES NO PORTADORES. FPA: FAMILIARES PORTADORES ASINTOMÁTICOS. \*COMPARACIÓN DE FRECUENCIA GENOTÍPICA. \*\*COMPARACIÓN DE FRECUENCIA ALÉLICA.**



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

### ***Identificación de la variante $TORIA\_delGAG$***

Se identificó la variante  $TORIA\_delGAG$  en 19 familiares de pacientes con DYT- $TORIA$  ( **Tabla 3**). De los familiares del paciente DYT-123, seis resultaron portadores de la variante  $TORIA\_delGAG$ ; (DYT-128, 134, 135, 143, 144 y 124); siendo DYT-134 el único que presentaba manifestaciones clínicas y se reclasificó como paciente; mientras que el resto fueron clasificados como familiares portadores asintomáticos. Ningún familiar de los pacientes DYT-99 y DYT-146 resultó ser portador de la variante  $TORIA\_delGAG$ .

### ***Análisis de segregación***

Se pudo determinar la fase de segregación en que se encontraba la variante  $TORIA\_rs1801968$  con respecto a la variante  $TORIA\_delGAG$ , por medio de la extensión del estudio en genealogías. En la **Figura 1A** se muestran la genealogía del paciente DYT-123, quien es portador de la variante  $TORIA\_delGAG$ , pero no de la variante  $TORIA\_rs1801968$ . Se identificaron 5 familiares portadores de la variante  $TORIA\_delGAG$  (DYT-124, 128, 134, 135, 143 y 144), un portador de la variante  $TORIA\_rs1801968$  (DYT-133) y un portador de ambas variantes (DYT-135). Con lo anterior se puede inferir que en el paciente DYT-123 y sus familiares DYT-124, 128 y 134, el alelo H (variante  $TORIA\_rs1801968$ ) y la  $TORIA\_delGAG$  se encuentran en *cis*; mientras que en el familiar DYT-135 el alelo D de la variante se encuentra en *trans* con respecto a la  $TORIA\_delGAG$ . La genealogía del paciente DYT-99 (**Figura 1B**) quien es portador de ambas variantes; muestra a un familiar portador de la variante  $TORIA\_rs1801968$  (DYT-138) pero ninguno portador de  $TORIA\_delGAG$ ; por lo que se infiere que en el paciente DYT-99 la segregación se encuentra en *trans* y debido a que ninguno de los progenitores son portadores de la  $TORIA\_delGAG$ , el paciente DYT-99 fue un caso de *novo*. Sin embargo, no se realizaron pruebas de paternidad para confirmarlo. No se realizó genealogía del paciente DYT-146; ya que en ninguno de sus familiares resultaron portadores de la variante  $TORIA\_delGAG$ .

**Tabla 3.** Resultados de la secuenciación para determinar a los portadores de la variante patogénica *tor1a*\_delgag.

PACIENTE	Familiar	Variante <i>TORIA</i> _delGAG
<b>DYT-123</b>	DYT-124	Portador
	DYT-128	Portador
	DYT-129	No portador
	DYT-130	No portador
	DYT-131	No portador
	DYT-132	No portador
	DYT-133	No portador
	DYT-134	Portador
	DYT-135	Portador
	DYT-136	No portador
	DYT-137	No portador
	DYT-143	Portador
	DYT-144	Portador
	DYT-145	No portador
<b>DYT-99</b>	DYT-138	No portador
	DYT-139	No portador
<b>DYT-146</b>	DYT-140	No portador
	DYT-141	No portador
	DYT-142	No portador

Previamente se había reportado un efecto protector del alelo H de la variante *TORIA*\_rs1801968 en *trans* con la *TORIA*\_delGAG; y hubo evidencia de que el alelo D en *cis* era necesario para que la penetrancia de la enfermedad (Ozelius *et al.*, 2011); sin embargo, en la muestra estudiada, se identificaron únicamente portadores de la variante *TORIA*\_delGAG afectados con el alelo H en *cis*. Por otro lado, de los portadores del alelo D en *trans* con respecto a la variante *TORIA*\_delGAG; uno de ellos presentó manifestaciones clínicas de la enfermedad (DYT-99) y el otro fue asintomático (DYT-135). En estudios previos se ha documentado una frecuencia significativa del alelo H en los portadores asintomáticos de la deleción GAG respecto a los portadores sintomáticos (Risch *et al.*, 2007); en la muestra analizada, únicamente 4 de los 5 portadores asintomáticos de *TORIA*\_delGAG portaban el alelo H; mientras que 10 de los 11 portadores sintomáticos portaban el alelo H.

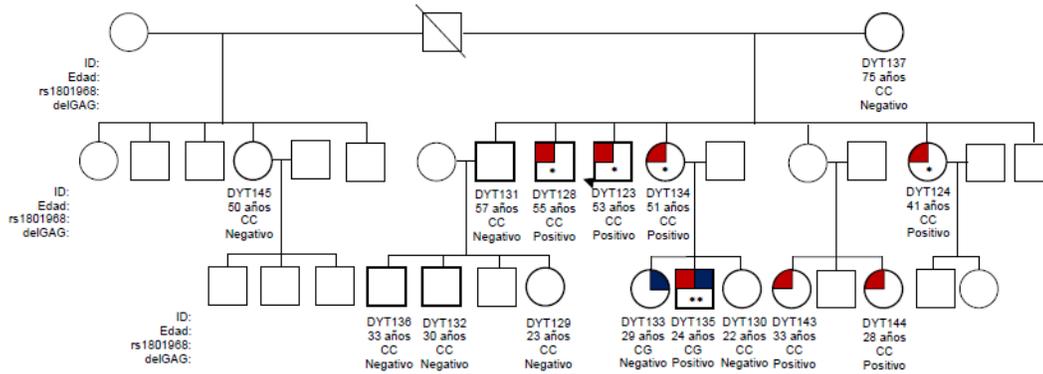


Figura 1A. Genealogía del paciente DYT-123.

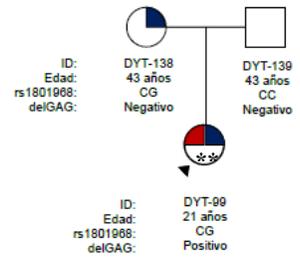


Figura 1B. Genealogía del paciente DYT-99.

Círculos: sexo femenino. Cuadrados: sexo masculino. Color rojo: variante *TORIA*\_delGAG (p.Glu303del) positiva. Color azul: genotipo CG de la variante *TORIA*\_rs1801968. \*Variantes en *cis*. \*\* Variantes en *trans*. ID: código identificador alfa-numérico.

### Análisis de metilación

En el análisis de metilación de la región promotora del gen *TORIA*, se analizaron 9 sitios CpG mediante pirosecuenciación. Este análisis se realizó en 33 pacientes y familiares (DYT) y 27 sujetos control (CTU). Se compararon las medias de los porcentajes de metilación por prueba U de Mann-Whitney entre los grupos de estudio. Además, se compararon los niveles de metilación de los pacientes DYT-123 y DYT-99 en dos diferentes tiempos, para determinar si existían cambios en los niveles de metilación. Se obtuvieron diferencias significativas al comparar pacientes vs familiares en el porcentaje total de metilación y en 7 sitios CpG (Tabla 4); y en el caso de los pacientes vs portadores asintomáticos en el nivel total de metilación y en los sitios CpG\_1 y CpG\_3; esto podría modular la penetrancia reducida de esta patología, determinando la presencia o ausencia de síntomas clínicos. En la comparación longitudinal de la metilación en los pacientes DYT-99 y DYT-123 para explorar potenciales cambios epigenéticos durante el progreso de la enfermedad (a siete y a un año, respectivamente), no se observaron diferencias estadísticas, sin embargo, pudo observarse que existe una disminución en los niveles de metilación (Tabla 4).

**Tabla 4.** Niveles de metilación del promotor del gen *tor1a*.

GRUPO	Sitio CpG analizado (media del % de metilación)									Media
	CpG_1	CpG_2	CpG_3	CpG_4	CpG_5	CpG_6	CpG_7	CpG_8	CpG_9	
CTU	2.62	1.62	2.79	4.10	2.32	1.50	1.97	1.59	1.61	2.23
DYT	2.58	1.57	2.61	3.82	2.39	1.55	1.84	1.52	1.51	2.15
SIG.	0.905	0.947	0.864	0.431	0.876	0.572	0.806	0.970	0.801	0.911
P	3,10	1,92	2,97	4,47	2,88	1,86	2,23	1,71	1,72	2.54
F	2,20	1,31	2,34	3,35	2,04	1,32	1,56	1,37	1,36	1.87
SIG.	<b>0.005*</b>	<b>0.017*</b>	<b>0.012*</b>	<b>0.026*</b>	<b>0.014*</b>	<b>0.021*</b>	<b>0.019*</b>	0.199	0.157	<b>0.004*</b>
FPA	2,15	1,26	2,22	3,36	1,94	1,28	1,58	1,31	1,23	1.81
FNP	2,22	1,34	2,39	3,35	2,08	1,35	1,55	1,40	1,42	1.90
SIG.	1.000	0.831	0.579	0.765	0.701	0.701	0.765	0.521	0.831	0.898
P	3,10	1,92	2,97	4,47	2,88	1,86	2,23	1,71	1,72	2.54
FPA	2,15	1,26	2,22	3,36	1,94	1,28	1,58	1,31	1,23	1.81
SIG.	<b>0.026*</b>	0.076	<b>0.041*</b>	0.091	0.076	0.076	0.109	0.274	0.239	<b>0.026*</b>
<b>MUESTRA DYT-123</b>										
2022	2,92	1,47	2,74	4,26	1,98	1,45	1,85	1,38	1,30	2,15
2023	1,1	1,14	1,72	2,1	1,17	0,91	1,15	1	1,11	1,27
SIG.	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
<b>MUESTRA DYT-99</b>										
2016	3,19	2,67	2,62	5,04	3,00	1,65	2,57	1,27	2,59	2,73
2023	1,2	1,19	1,53	2,13	1,36	0,96	0,99	0,87	0,9	1,24
SIG.	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

CTU: GRUPO CONTROL (27 INDIVIDUOS SANOS). DYT: PACIENTES Y FAMILIARES (33 INDIVIDUOS). P: PACIENTES (14 INDIVIDUOS). F: FAMILIARES (19 INDIVIDUOS). FPA: FAMILIARES PORTADORES DE LA VARIANTE DELGAG (6 INDIVIDUOS) SIN SÍNTOMAS CLÍNICOS DE DISTONÍA. FNP: FAMILIARES NO PORTADORES DE LA VARIANTE DELGAG (13 INDIVIDUOS). 2016,2022,2023: AÑO DE TOMA DE LAS MUESTRAS. \*DIFERENCIAS ESTADÍSTICA. SIG: SIGNIFICANCIA, VALOR DE P.

## Conclusiones

La identificación de las variantes *TORIA\_rs1801968* y *TORIA\_delGAG* en la muestra analizada y el análisis de su segregación en las genealogías de pacientes con *DYT-TORIA* permite descartar la asociación de la variante *TORIA\_rs1801968* con un riesgo incrementado para esta distonía. Mientras que la metilación diferencial de la región promotora de *TORIA* brinda una posible explicación de la penetrancia reducida que contribuye al espectro variable de sus manifestaciones clínicas. Sin embargo, es necesario ampliar la muestra de estudio y reclutar a los familiares de los pacientes faltantes para realizar un estudio más detallado y confirmar nuestros hallazgos con la finalidad de brindar un mejor asesoramiento genético a los pacientes con *DYT-TORIA* y a sus familiares.

## Referencias

- Albanese, A., Bhatia, K., Bressman, S.B., Delong, M.R., Fahn, S., Fung, V.S., Hallett, M., Jankovic, J., Jinnah, H.A., Klein, C., Lang, A.E., Mink, J.W., & Teller, J.K. (2013). Phenomenology and classification of dystonia: a consensus update. *Mov Disord* 28: 863–873. <https://doi.org/10.1002/mds.25475>
- NCBI. (s/f). SNP. rs1801968 Recuperado el 15 de diciembre de 2023. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/snp/rs1801968>
- Ozelius, L.J., & Bressman, S.B. (2011). Genetic and clinical features of primary torsion dystonia. *Neurobiology of Disease*, 42(2), 127–135. <https://doi.org/10.1016/j.nbd.2010.12.012>
- Park, J., Damrauer, S. M., Baras, A., Reid, J. G., Overton, J.D., & Gonzalez-Alegre, P. (2019). Epidemiology of DYT1 dystonia: Estimating prevalence via genetic ascertainment. *Neurology. Genetics*, 5(5), e358. <https://doi.org/10.1212/NXG.0000000000000358>
- Risch, N.J., Bressman S.B., Senthil, G., & Ozelius, L.J. (2007). Intragenic Cis and Trans modification of genetic susceptibility in DYT1 torsion dystonia. *Am J Hum Genet.* 80:1188-93. <https://doi.org/10.1086/518427>



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

Sciamanna, G., El Atiallah, I., Montanari, M., & Pisani, A. (2022). Plasticity, genetics and epigenetics in dystonia: An update. *Handbook of Clinical Neurology*. 184: 199–206. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819410-2.00011-4>



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## Evaluación de disolución e intercambiabilidad del metronidazol de un medicamento genérico en comparación con una formulación de patente

Castillo Poncet Gabriel\*, Mendoza Mota Hannya Valeria, González Hernández José Antonio, Castañeda Reyna Tania Ainhoa

**Profesores:** Sorroza Martínez Kendra Ivon, Vázquez Ramírez María Luisa Margarita\*

\* Autores de correspondencia: [2213019206@alumnos.xoc.uam.mx](mailto:2213019206@alumnos.xoc.uam.mx)  
[lramirez@correo.xoc.uam.mx](mailto:lramirez@correo.xoc.uam.mx)

**Módulo:** Evaluación de la Calidad de los Medicamentos

### Resumen

El metronidazol es un fármaco utilizado para tratar infecciones bacterianas y protozoarias en el cuerpo. Al ser un medicamento ampliamente utilizado se encuentra en presentación de patente y genérica. Para garantizar la calidad y eficacia de la presentación genérica, es necesario realizar pruebas para evaluar la disolución, intercambiabilidad y estabilidad. El objetivo de este trabajo fue determinar si el medicamento genérico es equivalente en seguridad, calidad y eficacia a un medicamento de referencia. Se determinó el cumplimiento de los estándares normativos de bioequivalencia y biodisponibilidad en tabletas de metronidazol del medicamento genérico de "Farmacias similares" en comparación con el medicamento de referencia "Flagyl". Al realizar dichas pruebas se encontró que el medicamento genérico no es bioequivalente según las pruebas de disolución e intercambiabilidad.

**Palabras clave:** Metronidazol, Intercambiabilidad, Disolución

### Introducción

El metronidazol es un antibiótico ampliamente utilizado en el tratamiento de infecciones bacterianas y parasitarias, por lo que su correcto desempeño como medicamento genérico resulta fundamental para el sistema de salud (Dingsdag et al., 2018). La regulación de los medicamentos genéricos en México se basa en la NOM-177-SSA1-2013, donde se establecen los requisitos para la intercambiabilidad y bioequivalencia de estos productos.

La creciente comercialización de medicamentos genéricos en el país demanda que estos productos deben someterse a rigurosas pruebas para verificar su equivalencia terapéutica con los productos innovadores. Sin embargo, se ha cuestionado acerca de la eficacia y seguridad de estos productos en comparación con los medicamentos de patente, llevando a la realización de estudios de bioequivalencia (Child, 2019; Ralph, 2021).

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar si el medicamento genérico de metronidazol, comercializado por "Farmacias Similares", cumple con los estándares de calidad, seguridad y eficacia establecidos por las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y la Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos (FEUM). En específico, se busca determinar si este medicamento puede ser considerado intercambiable con el medicamento de patente (Flagyl),

evaluando parámetros críticos como la disolución y bioequivalencia. La importancia de esta investigación radica en la necesidad de garantizar que los medicamentos genéricos disponibles en el mercado ofrezcan la misma calidad y seguridad que su contraparte de patente, asegurando así la protección de la salud pública (Gozzo et al., 2022).

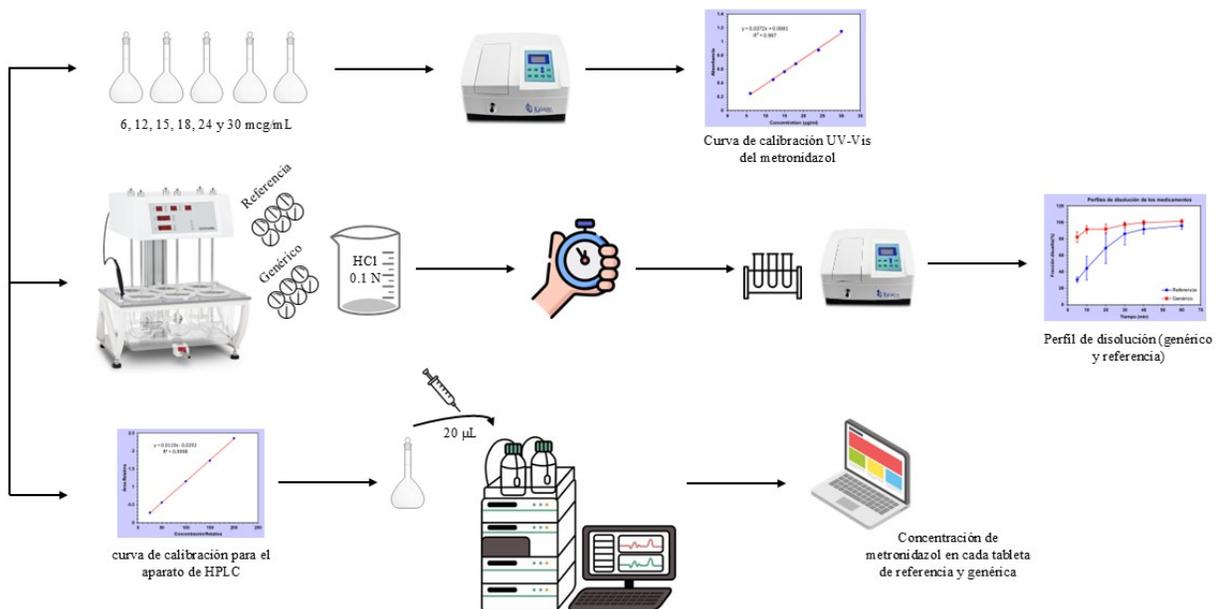
## Objetivo General

Determinar si el metronidazol genérico de "farmacias similares" cumple con los estándares de calidad, seguridad y eficacia, comparando su intercambiabilidad y perfil de disolución con el medicamento de patente.

## Objetivos Particulares

- Llevar a cabo los perfiles de disolución del medicamento genérico y de patente a pH 1.2.
- Determinar si el medicamento genérico cumple o no con los parámetros para ser considerado intercambiable con el medicamento de patente.

## Metodología

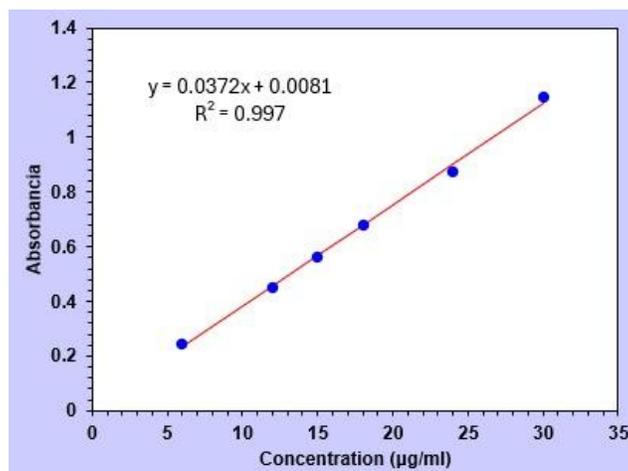


**Figura 1.** Procedimiento para obtener el perfil de disolución y la concentración de fármaco en las tabletas de referencia y genéricas

## Resultados y Discusión

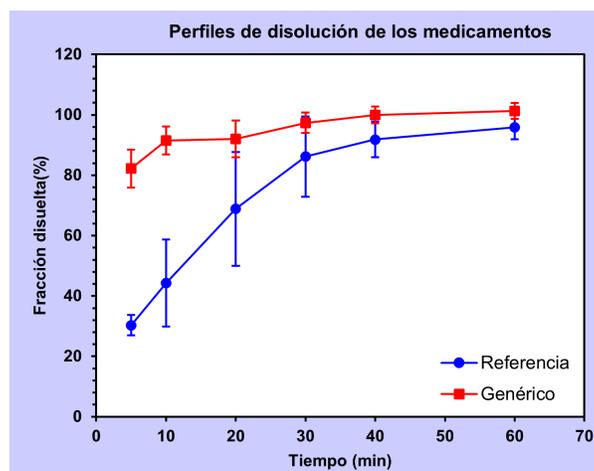
### *Perfil de disolución*

Se realizó una curva de calibración y con los datos obtenidos se calculó la regresión lineal obteniendo para el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) un valor de 0.997 el cual se consideró lineal dentro de los parámetros estadísticos (figura 2).



**Figura 2.** Curva de calibración UV-Vis del metronidazol.

Utilizando el programa de excel “DD Solver” se realizó una comparación estadística de los resultados obtenidos en los perfiles de disolución del medicamento de referencia y del genérico (figura 3).



**Figura 3.** Comparación de los perfiles de disolución de los medicamentos (genérico y referencia).

Al calcular el factor de similitud F1 para las pruebas de disolución se obtuvo un valor de 35.24 (tabla 1) el cual indica que no son similares debido a que el criterio de aceptación establece que, para que dos medicamentos sean considerados bioequivalentes se debe obtener un valor numérico menor a 15.

**Tabla 1.** Cálculo de factor de similitud F1 y F2.

	f2	f1	Eficiencia de Disolución	
			Referencia	Genérico
<b>Criterio</b>	<b>f2 entre 50 y 100</b>	<b>f1 menor a 15</b>	<b>Valor cercano al 100%</b>	
<b>Valor Similitud entre R y G</b>	22.021	35.24	91.72%	72.82%
	Se rechaza	Se rechaza		

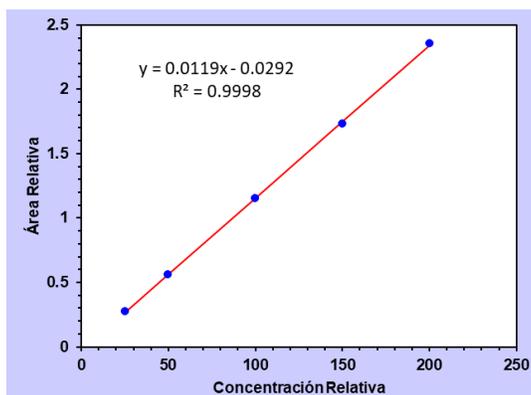
Asimismo, para la prueba de disolución se calculó el factor de similitud F2, el cual arrojó un valor de 25.591 (tabla 1), indicando que no son similares debido a que, el criterio de aceptación establece que para que dos medicamentos sean considerados bioequivalentes se debe obtener un valor numérico que se encuentre en un rango 50 a 100.

### *Eficiencia de disolución*

Al realizar el cálculo estadístico en el programa de Excel se obtuvo un valor del 91.72% de eficiencia para el medicamento genérico y un 72.82% para el medicamento de referencia (tabla 1).

### *Intercambiabilidad mediante cromatografía de líquidos de alta resolución (HPLC)*

Se realizó una curva de calibración y con los datos obtenidos se calculó la regresión lineal obteniendo para el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) un valor de 0.9998 el cual se consideró lineal dentro de los parámetros estadísticos (figura 4).



**Figura 4.** Curva de calibración HPLC del metronidazol mediante técnica de estándar interno.



## 2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

Las pruebas sobre los medicamentos se realizaron por triplicado y al calcular el valor promedio se obtuvo que las tabletas de metronidazol genérico presentaron una concentración de 1.1464 ( $\mu\text{g}/\text{mL}$ ) en los 20 $\mu\text{L}$  de muestra, la cual al multiplicarse por los factores de dilución se obtuvo un peso de 573.2 mg de metronidazol por tableta genérica. Se realizó el mismo procedimiento para las tabletas de metronidazol de patente obteniendo una concentración de 0.9699 ( $\mu\text{g}/\text{mL}$ ) en los 20 $\mu\text{L}$  de muestra, que al multiplicarse por sus factores de disolución dan un peso de 484.95 mg de metronidazol para la tableta de patente.

Los resultados de disolución y de HPLC demuestran que el medicamento genérico fabricado por “Farmacias Similares” no es bioequivalente de acuerdo con la normativa, debido a que presenta una concentración mayor de principio activo mayor a lo permitido por la NOM-177-SSA1-2013.

### Conclusiones

Las pruebas de disolución e intercambiabilidad mostraron que el medicamento genérico presenta diferencias significativas en sus perfiles de disolución y no alcanza los criterios establecidos para ser considerado bioequivalente. Con estos resultados se resalta la importancia de realizar las respectivas pruebas que garanticen la seguridad y eficacia de los medicamentos genéricos disponibles en el mercado.

### Referencias

- Child, J., Chen, X., & Mistry, R.D. (2019). Pharmacokinetic and pharmacodynamic properties of metronidazole in pediatric patients with acute appendicitis: a prospective study. *Journal of the Pediatric Infectious Diseases Society*, 8(4), 297–302.
- Dingsdag, S.A., Hunter, N. (2018). Metronidazole: an update on metabolism, structure-cytotoxicity and resistance mechanisms. *J Antimicrob Chemother.* 73(2), 265–279.
- Gozzo, L., Caraci, F., & Drago, F. (2022). Bioequivalence, drugs with narrow therapeutic index and the phenomenon of biocrep: A critical analysis of the system for generic substitution. *Healthcare.* 10(8), 1392–1398.
- Nagadurga, D. (2019). Bioavailability and bioequivalence studies. In *Pharmaceutical Formulation Design-Recent Practices. IntechOpen.*
- Ralph, ED. (2021) Farmacocinética clínica del metronidazol. *Clin Pharmacokinet.*, 8, 43–62.
- Ramírez, Y. (2021) Desarrollo de una formulación de metronidazol de liberación modificada [Tipo de tesis para optar un grado de licenciado en Química Farmacéutica Biológica, UNAM].
- Rodríguez, L., & Cruz, L. (2021). Calidad biofarmacéutica e intercambiabilidad de medicamentos. *Ars Pharmaceutica*, 69, 27–31.
- Saghaug, C. (2023). Genetic diversity in the metronidazole metabolism genes nitroreductases and pyruvate ferredoxin oxidoreductases in susceptible and refractory clinical samples of *Giardia lamblia*. *International Journal for Parasitology*, 21, 51–60.



Unidad Xochimilco



DEPARTAMENTO DE  
SISTEMAS BIOLÓGICOS



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## Verificación de la calidad de tabletas de paracetamol de 500 mg, a partir de la determinación de su principio activo mediante espectrofotometría UV-Vis

Aguilar García Karina, Escalante Nava Héctor Ángel, Hernández Jiménez, Torres Mendoza Claudia Gabriela, Vega Huaracha Luis Ángel, Zariñana Cruz Hugo Salvador

**Profesores:** Gómez Hernández Martín, López Naranjo Francisco\*

\* Autores de correspondencia: [2223024095@alumnos.xoc.uam.mx](mailto:2223024095@alumnos.xoc.uam.mx)  
[flopez@correo.xoc.uam.mx](mailto:flopez@correo.xoc.uam.mx)

**Módulo:** Evaluación de Materias Primas para la  
Producción de Medicamentos

### Resumen

El paracetamol es un medicamento comúnmente utilizado para aliviar el dolor y reducir la fiebre. Verificar la cantidad de principio activo en este medicamento es importante ya que de esta depende su efectividad. Si la cantidad de paracetamol en el producto no coincide con la indicada en el empaque, puede no proporcionar el alivio esperado o causar efectos secundarios, que pueden poner en riesgo la salud del consumidor. Los productores de este fármaco deben garantizar la calidad del fármaco apegándose a los parámetros establecidos por la FEUM, para la producción de este medicamento. Se cuantificó paracetamol en comprimidos de 4 laboratorios farmacéuticos diferentes, mediante espectrofotometría UV-Vis, para obtener la concentración de paracetamol en una muestra de comprimido mediante la absorbancia obtenida. Se determinó que los comprimidos de todos los laboratorios seleccionados cumplen con los parámetros establecidos por la FEUM, en cuanto a los miligramos presentes de principio activo en cada tableta.

**Palabras clave:** Paracetamol, Cuantificación, Espectrofotometría UV-Vis

### Introducción

El paracetamol (acetaminofén), es un fármaco que pertenece a la familia de los analgésicos y antipiréticos el cual fue sintetizado en 1878 por Harmon Northrop (Matute, 2020). Está indicado para el alivio sintomático del dolor así como para reducir la fiebre, (Abad *et al.* 2020) es uno de los medicamentos con mayor demanda debido a su disponibilidad en el mercado y su bajo costo. Debido a su amplia variedad en el mercado y la existencia de diversas presentaciones es necesario realizar una cuantificación y verificación en su contenido, ya que las regulaciones farmacéuticas exigen que los medicamentos contengan la cantidad precisa de ingrediente activo que se declara en el empaque.

La espectrofotometría UV-Vis es una técnica analítica precisa que permite la verificación de la cantidad de paracetamol en los productos. La implementación de este método en el control de calidad asegura que cada lote de producto se mantenga dentro de las especificaciones establecidas, de igual manera resulta de gran utilidad porque es un método rápido, sencillo y económico. (Bates, 2019).

Por lo cual se realizó una determinación de paracetamol en comprimidos de 500 mg de este fármaco, obtenidos de 4 laboratorios diferentes, los cuales fueron RB Salute, Alpharma, Novag y Biomep, mediante la técnica de espectrofotometría UV-Vis, para verificar si el contenido señalado en el empaque coincide con el contenido experimental.

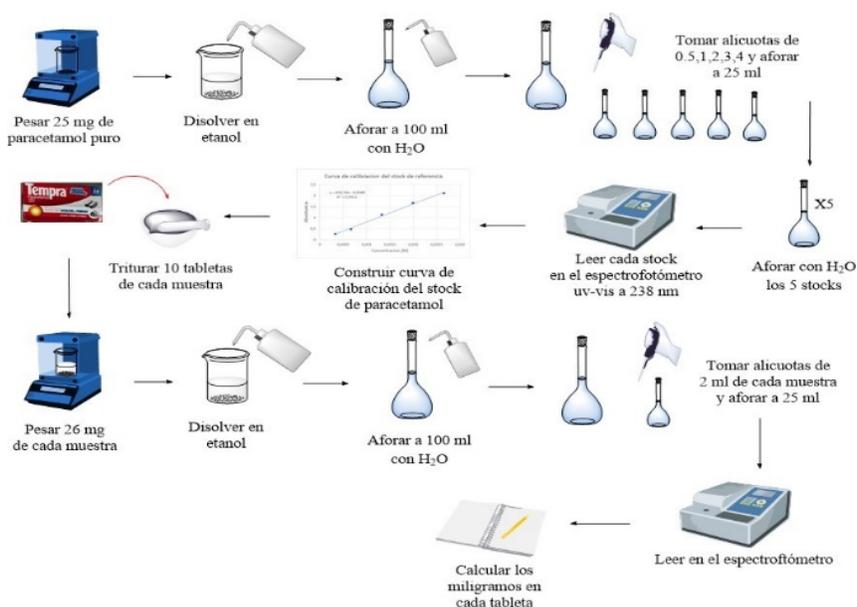
## Objetivo General

Verificar la concentración de paracetamol en comprimidos de 500 mg de diversos laboratorios farmacéuticos, mediante la técnica de espectrofotometría UV-Vis.

## Objetivos Particulares

- Verificar la identidad de un estándar de paracetamol puro, para la construcción de una curva de calibración.
- Comparar los miligramos de paracetamol obtenidos experimentalmente con los señalados por el fabricante.
- Comprobar la linealidad de un método analítico para cuantificar paracetamol.

## Metodología



**Figura 1.** Diagrama de flujo para la metodología del proyecto basado en la técnica de espectrofotometría UV-Vis.

## Resultados y Discusión

### *Pruebas de identidad para el estándar puro de paracetamol.*

Se realizaron 3 pruebas de identidad para el patrón de referencia de paracetamol que se utilizó para construir la curva de calibración. En la prueba de solubilidad el paracetamol mostro ser soluble ene etanol y metanol, poco soluble en agua e insoluble en etanol, confirmando los parámetros de la FEUM, un estudio realizado anteriormente confirma nuestros resultados en dichos disolventes. (Abad, 2020). En el caso del punto de fusión nuestro patrón entro en el rango establecido por la FEUM, el cual es 168 °C y 172 °C, mostrando un punto de fusión experimental de 169 °C (FEUM, 2022). Se calculó el porcentaje de residuos de ignición de la muestra pura el cual fue de 0.1% un estudio realizado en 2020 sobre la identidad del paracetamol señala un porcentaje de 0.06% en comparación con nuestro análisis, (Sánchez, 2019). Sin embargo, la FEUM, establece que el porcentaje de residuos de ignición en una muestra de paracetamol debe ser igual o menor a 0.1%, por lo que se comprobó la identidad del estándar para la curva de calibración.

### *Determinación de paracetamol en cada tableta.*

Después de leer cada stock en el espectrofotómetro se obtuvo la absorbancia de cada uno y se calculó su concentración, (tabla 1) para construir la curva de calibración. (Figura 2).

**Tabla 1.** Absorbancias y concentración molar de cada stock de referencia.

Stock	Volumen del stock (ml)	Longitud de onda (nm)	Absorbancia	Concentración molar (M)
1	25 ml	238	0.267	$3.3334 \times 10^{-4}$
2	25 ml	238	0.478	$6.68 \times 10^{-4}$
3	25 ml	238	1.137	$1.328 \times 10^{-3}$
4	25 ml	238	1.67	$1.992 \times 10^{-3}$
5	25 ml	238	2.114	$2.656 \times 10^{-3}$

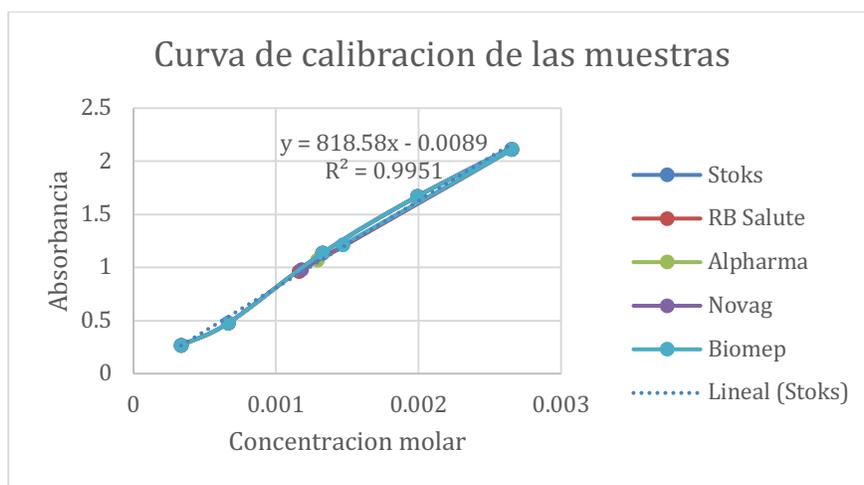
Después de realizar las lecturas en el espectrofotómetro para cada una de las muestras de laboratorio, con ayuda de la ecuación de la recta de la curva de calibración del estándar se calculó la concentración molar de cada muestra con base en la absorbancia (tabla 2).

**Tabla 2.** Concentración molar y absorbancias de las muestras de laboratorio.

Muestra	Peso de la muestra (mg)	Volumen de la muestra (ml)	Longitud de onda (nm)	Absorbancia	Concentración molar (M)
RB Salute	26	25	238	0.96	$1.1618 \times 10^{-3}$
Alpharma	26	25	238	1.068	$1.29 \times 10^{-3}$
Novag	26	25	238	0.98	$1.18 \times 10^{-3}$
Biomep	26	25	238	1.215	$1.47 \times 10^{-3}$

La ley de Lambert-Beer expresa la relación entre absorbancia de luz por la muestra y la concentración del analito. La absorbancia es directamente proporcional a la concentración, a mayor absorbancia mayor concentración. (Smith, 2020).

Se determinó la linealidad del método, colocando cada punto de muestra dentro de la curva de calibración (Figura 2).



**Figura 2.** Curva de calibración de stocks y muestras, podemos apreciar que el coeficiente de correlación de la curva es 0.99 lo cual indica linealidad y una fuerte correlación, además de que todas las curvas están sobrepuestas indican linealidad en todas las lecturas de muestras de laboratorio.

Finalmente se calcularon los gramos de principio activo por tableta una vez obtenida la concentración, mediante el peso molecular, el volumen de la solución y el peso de cada muestra. (Tabla 3).

**Tabla 3.** Miligramos de paracetamol por cada tableta.

Muestra	Peso (mg)	Concentración molar (M)	mmol de la muestra	mg de paracetamol en la muestra	mg de paracetamol en cada tableta	Porcentaje de paracetamol
RB Salute	26	$1.1618 \times 10^{-3}$	0.1452	21.9	21.9	94.4%
Alpharma	26	$1.29 \times 10^{-3}$	0.1612	24.36	24.36	103.8%
Novag	26	$1.18 \times 10^{-3}$	0.1475	22.29	22.29	99.4%
Biomep	26	$1.47 \times 10^{-3}$	0.1690	25.55	25.55	100.2%

Según la FEUM, en tabletas de paracetamol de 500 mg, el contenido de principio activo por cada tableta debe estar dentro de un rango no menor a 90.0% ni mayor a 110.0%. Los cuatro laboratorios están dentro de los rangos establecidos. (FEUM, 2022).

### Conclusiones

Se determinó con base en los datos obtenidos que las tabletas de paracetamol de los 4 laboratorios cumplen con el intervalo establecido por la FEUM para el contenido de principio activo dentro de sus productos, expresado esto en la monografía de las tabletas de paracetamol estableciendo un intervalo del 90.0%-110.0% (FEUM, 2022). Concluyendo que los 4 laboratorios pueden asegurar la calidad y seguridad de sus comprimidos. Los laboratorios Biomep y Novag mostraron una mayor precisión en el cometido, mientras que RB Salute, el valor más alejado del rango pero dentro de los límites aceptables. El uso de la espectrofotometría UV-Vis mostro ser una técnica eficaz para la determinación de paracetamol en tabletas, proporcionando resultados confiables.

### Referencias

- Abad Martínez, M., Bermejo Vicedo, T., Carrascosa Bernáldez, J., et al. (2020). Enfermería en prescripción (2ª ed). Ediciones Diaz de Santos S.A.
- Abad, V. (2020). Desarrollo de comprecasado por granulación húmeda para mejorar la solubilidad de paracetamol. Proyecto de Investigación de Servicio Social. Licenciatura en QFB. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco.
- Bates, R.G. (2019). Spectrophotometry and Spectrofluorimetry: Theory and Application. Springer.
- Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos (FEUM) 10 ed. (2022).
- Sánchez, S. (2019). Evaluación de productos relacionados con la salud. Proyecto de servicio social. Licenciatura en QFB. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco.
- Matute, M. Montero, A.(2020). Revisión del tratamiento farmacológico del dolor secundario a artrosis con paracetamol, antiinflamatorios no esteroideos clásicos (AINE) y los inhibidores selectivos de la ciclooxigenasa tipo 2. Revista de la Sociedad Española del Dolor (p 43–48). 1020986.
- Smith, J.A. (2020). Organic Chemistry: Structure and Function. Wiley.



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## Caracterización de bacterias productoras de ácido indolacético (AIA) como metabolito promotor del crecimiento vegetal

Jiménez Cruz Mauricio\*

**Profesores:** Azaola Espinosa Alejandro, Leyte Lugo Martha\*

\* Autores de correspondencia: [2232800674@alumnos.xoc.uam.mx](mailto:2232800674@alumnos.xoc.uam.mx)  
[mleyte@correo.xoc.uam.mx](mailto:mleyte@correo.xoc.uam.mx)

**Módulo:** Transferencia de Tecnológica – Maestría en Ecología Aplicada

### Resumen

En este estudio se caracterizaron bacterias aisladas del *peat moss* mediante una serie de pruebas bioquímicas para evaluar su potencial uso como bioinoculantes para suelo. Se realizó la detección de enzimas clave: proteasas, amilasas, lipasas y bacterias solubilizadoras de fosfatos. La solubilización de fosfatos fue evaluada usando medio Pikovskaya, revelando cepas con capacidad de liberar fósforo para mejorar la disponibilidad de nutrientes en suelos agrícolas. Las pruebas para detectar lipasas mostraron bacterias con capacidad de descomponer lípidos, útil en la biorremediación y la mejora del suelo. Además, las bacterias productoras de amilasas demostraron su potencial para descomponer almidones, promoviendo la ciclicidad de nutrientes. Finalmente, las proteasas identificadas facilitan la descomposición de materia orgánica compleja, contribuyendo a la fertilidad del suelo. Estos resultados sugieren que las bacterias del *peat moss* pueden ser utilizadas como biofertilizantes y en la rehabilitación de suelos agrícolas degradados.

**Palabras clave:** Microbiota, Suelo, Actividad enzimática, Caracterización

### Introducción

El aumento poblacional y el cambio climático exigen una producción agrícola mayor para la obtención de alimentos. Esto representa un reto también para las industrias agroquímicas debido a que el impacto de sus productos debe ser menor en el ambiente. El aumento poblacional es la principal causa no sólo del creciente uso de suelos, sino también del uso indiscriminado de fertilizantes químicos, los cuales afectan varios estratos de los ecosistemas. El suelo es uno de los ambientes más afectados por la erosión y por la disminución de las poblaciones bacterianas y fúngicas (Aqeel et al., 2023).

La presencia de contaminantes en los cultivos y suelos agrícolas ha cobrado relevancia en los últimos años y ha sentado las bases para la generación de nuevas y mejores formas de fertilizar el suelo. Entre las prácticas de agricultura ecológica (rotación de cultivos, uso de enmiendas ecológicas, etc.), la inclusión de poblaciones de microorganismos que pueden ser solubilizadores de fósforo, bacterias endófitas, bacterias y hongos descomponedores y aquellas bacterias consideradas como promotores de crecimiento vegetal es una de las estrategias biotecnológicas de gran interés para la industria agrícola actual (Fitriatin et al., 2021).

Se han identificado especies bacterianas y fúngicas capaces de establecer relaciones simbióticas con las plantas. A estos microorganismos se les denomina microorganismos promotores del crecimiento vegetal o PGPM (“*plant growth promoting microorganisms*”). El papel que juegan los microorganismos propios del suelo se da principalmente gracias a dos mecanismos: uno directo, el cual se centra en la estimulación del crecimiento vegetal por medio de la producción de fitohormonas, fijación de nitrógeno atmosférico y solubilización de fósforo, entre otras maneras de coadyuvar con el crecimiento vegetal, e indirecto, en donde algunos de los metabolitos secundarios presentes en el medio (suelo, en que también están presentes las raíces y los microorganismos) pueden tener funciones de protección contra fitopatógenos (Dasgupta et al., 2023; Naamala et al., 2023).

### Objetivo General

Caracterizar bacterias productoras de ácido indolacético con capacidad de promover el crecimiento vegetal a través de su acción como metabolito.

### Objetivos Particulares

- Aplicar el ensayo colorimétrico de Salkowsky para seleccionar cuatro cepas bacterianas con capacidad de producir ácido indolacético.
- Realizar pruebas bioquímicas y llevar a cabo la identificación molecular de las cepas seleccionadas como productoras de ácido indolacético.
- Evaluar el efecto de las cepas bacterianas en el crecimiento de cultivos *in vitro* mediante un análisis biológico de las radículas.
- Desarrollar un manual para la selección de bacterias productoras de ácido indolacético y la evaluación de su efecto en especies vegetales, para facilitar su consideración en el desarrollo de biopreparados.

## Metodología

Este estudio es de corte cuantitativo y experimental, de las características morfológicas y bioquímicas de cepas provenientes de peat moss (turba) para su potencial uso como bio-inoculantes en cultivos *in vitro* (Figura 1).



**Figura 1.** Esquema de los materiales y métodos utilizados para la propagación de los aislados, así como las pruebas bioquímicas realizadas.

## Resultados y Discusión

### Propagación de los aislados

Los aislados fueron provenientes de un sustrato orgánico *peat moss* (turba) previamente aislados en una investigación del posgrado en Ecología Aplicada. En total se contaron con 15 aislados los cuales fueron propagados en Agar soya Trypticaseína (BD Bioxon®) preparado conforme a las especificaciones del fabricante.

La propagación de bacterias aisladas del *peat moss* en medios de cultivo específicos, como el agar de soya tripticaseína, es una práctica común para evaluar su crecimiento y comportamiento metabólico en condiciones de laboratorio. Este tipo de medio es rico en nutrientes, lo que permite el crecimiento de una amplia variedad de bacterias, incluidas aquellas que promueven el crecimiento vegetal y otras con potencial biotecnológico. Las bacterias crecidas en agar de soya tripticaseína mostraron un desarrollo robusto.

Según lo reportado por Kurm V. et al. (2019), el uso de medios nutritivos como el agar de soya tripticaseína facilita el crecimiento de bacterias heterótrofas, muchas de las cuales están involucradas en procesos importantes como la fijación de nitrógeno y la solubilización de fosfatos, actividades clave para el crecimiento de las plantas. Este resultado está en línea con las observaciones del presente estudio, ya que varias de las cepas aisladas del peat moss mostraron una alta tasa de crecimiento en este medio, sugiriendo su capacidad de adaptación a condiciones ricas en nutrientes.

Por otro lado, Ahn y colaboradores (2019) encontraron que el agar de soya tripticaseína no solo apoya el crecimiento de bacterias comunes del suelo, sino que también puede fomentar la proliferación de microorganismos menos frecuentes o con funciones específicas, como bacterias patógenas. En nuestro estudio, si bien no se realizó una caracterización completa de las propiedades bioquímicas de los aislados, el crecimiento consistente en este medio como se observa en la tabla 1 sugiere la posibilidad de que algunas de estas bacterias puedan tener aplicaciones biotecnológicas más allá de la promoción del crecimiento vegetal.

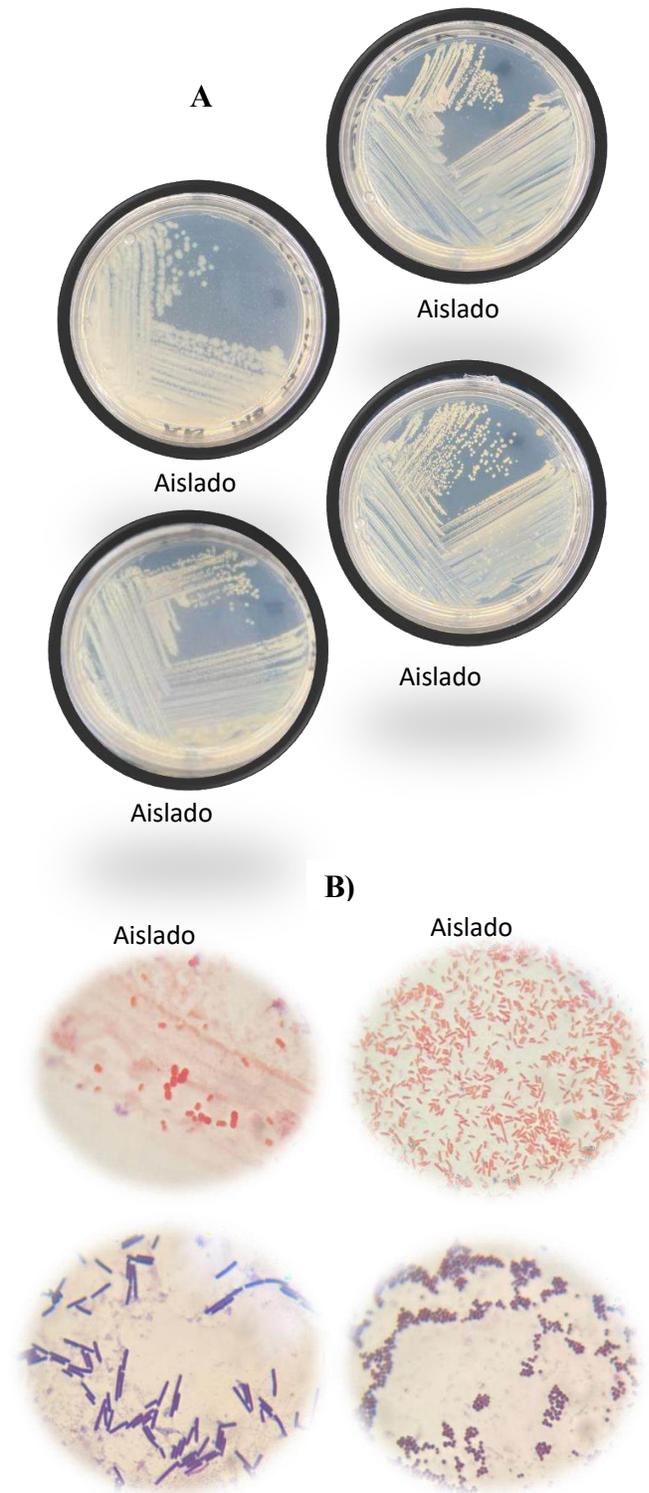
#### *Solubilización de fosfatos*

La capacidad de solubilización de fosfatos por bacterias es esencial para aumentar la disponibilidad de fósforo en suelos agrícolas, permitiendo que las plantas absorban este nutriente clave. En este estudio, se evaluó la capacidad de bacterias aisladas del peat moss para solubilizar fosfatos utilizando el medio de cultivo Pikovskaya, diseñado específicamente para detectar microorganismos solubilizadores de fosfatos (PSB, por sus siglas en inglés). Este medio contiene fosfato tricálcico como la única fuente de fósforo inorgánico, lo que permite la observación directa de halos de solubilización alrededor de las colonias bacterianas, indicativos de su capacidad de solubilización.

Los resultados de la tabla 2 muestran que un tercio de los aislados bacterianos crecieron eficazmente en el medio Pikovskaya, formando halos claros alrededor de las colonias. Estos halos son indicativos de la capacidad de solubilización de fosfato, ya que los ácidos orgánicos producidos por las bacterias disuelven los fosfatos inorgánicos presentes en el medio. De acuerdo con lo reportado con Pande, A. y colaboradores (2017), el medio Pikovskaya es altamente efectivo para detectar la capacidad solubilizadora de fosfatos de bacterias del suelo, debido a la presencia de fosfato de calcio como la única fuente de fósforo en el medio.

**Tabla 1.** Aislados de peat moss propagados en Agar soja tripticaseína y su morfología Gram

ID	Gram
A8	+
A16	+
A20.1	-
A20.2	+
A22.1	+
A22.2	-
A23	-
A29	-
A29.1	+
A30.1	+
M8	+
M16	+
M17.1	+
M17.3	-
M24.2	+



**Figura 2.** A) Aislados propagados en medio de cultivo agar soja tripticaseína por medio de la técnica de estriado por agotamiento; B) Microfotografías de los aislados bacterianos a 100x

Asimismo, un estudio realizado por Paul, D. y Sinha, S. (2017) han demostrado que los microorganismos solubilizadores de fosfatos, no solo mejoran la biodisponibilidad de fósforo en suelos deficientes y otros medios

acuáticos, sino que también promueven el crecimiento de plantas al mejorar la absorción de otros nutrientes. La habilidad de nuestras cepas aisladas para formar zonas de solubilización en el medio de Pikovskaya sugiere que podrían ser candidatos prometedores como biofertilizantes en suelos agrícolas.

Las bacterias solubilizadoras de fosfatos aisladas del *peat moss* no solo demuestran una alta capacidad para liberar fosfatos insolubles, sino que también presentan un potencial para ser utilizadas como biofertilizantes en aplicaciones agrícolas. La solubilización de fosfatos mediante la producción de ácidos orgánicos, como el ácido glucónico, junto con la capacidad de reducir el pH del entorno, son mecanismos clave que podrían ser explotados para mejorar la eficiencia en la absorción de fósforo en suelos agrícolas.

### *Detección de proteasas*

La detección de enzimas proteasas producidas por bacterias aisladas de suelos es crucial para comprender su papel en la descomposición de materia orgánica y el ciclo del nitrógeno. En este estudio, se utilizó un medio de cultivo enriquecido con leche desnatada (light) como sustrato para la detección de la actividad proteolítica, para lo cual en la tabla 3 se muestra que de los 15 aislados solo 3 tuvieron dicha actividad.

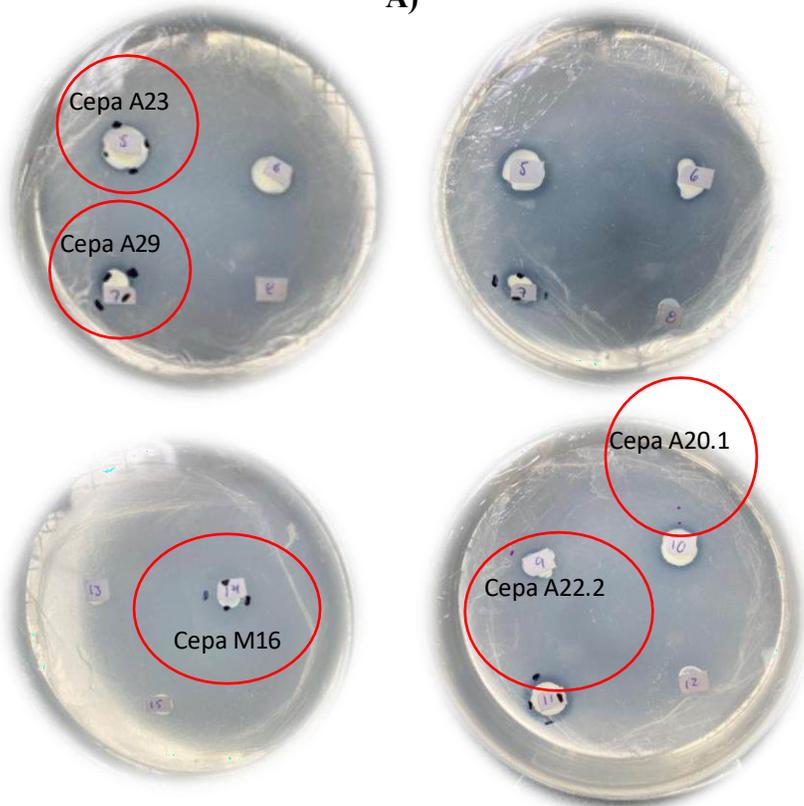
El uso de este medio enriquecido permite visualizar de manera directa la producción de proteasas extracelulares, lo que es esencial para identificar cepas bacterianas con capacidad de degradar proteínas, utilizando la caseína de la leche como sustrato. En investigaciones previas, Abrar (2018) demostraron la eficacia del uso de agar enriquecido con leche para aislar bacterias productoras de proteasas a partir de suelos, especialmente en entornos degradados. La formación de halos claros alrededor de las colonias es un indicador directo de la actividad enzimática, y en su estudio se identificaron cepas del género *Bacillus* como las más activas.

Además, Daunoras et al. (2024) destacó que el uso de medios enriquecidos con leche en el cultivo de bacterias es un método robusto para la detección de proteasas. Su investigación en ambientes industriales respalda la idea de que la presencia de caseína como sustrato proteico en los medios de cultivo facilita la identificación de cepas con alta capacidad proteolítica. Este enfoque es aplicable al presente estudio, ya que el interés en el aislamiento y la tipificación de bacterias que demuestren no solo actividad proteolítica, sino también propiedades promotoras del crecimiento vegetal como lo es la producción de ácido indolacético.

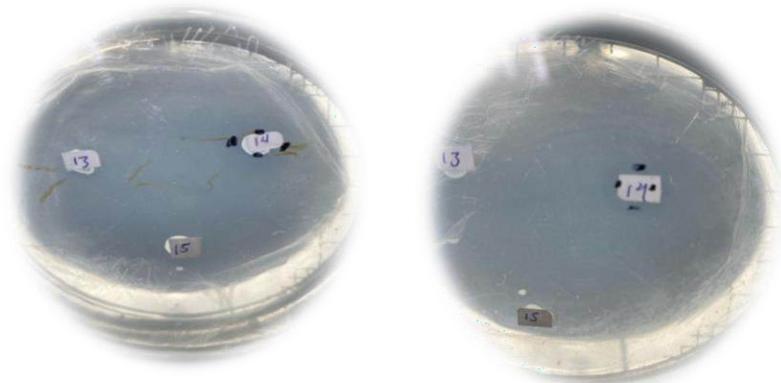
**Tabla 2.** Resultados de la solubilización de fosfatos en aislados provenientes de peat moss

ID	Respuesta (+)/(-)
A8	-
A16	-
A20.1	+
A20.2	-
A22.1	-
A22.2	+
A23	+
A29	+
A29.1	-
A30.1	-
M8	-
M16	+
M17.1	-
M17.3	-
M24.2	-

**A)**



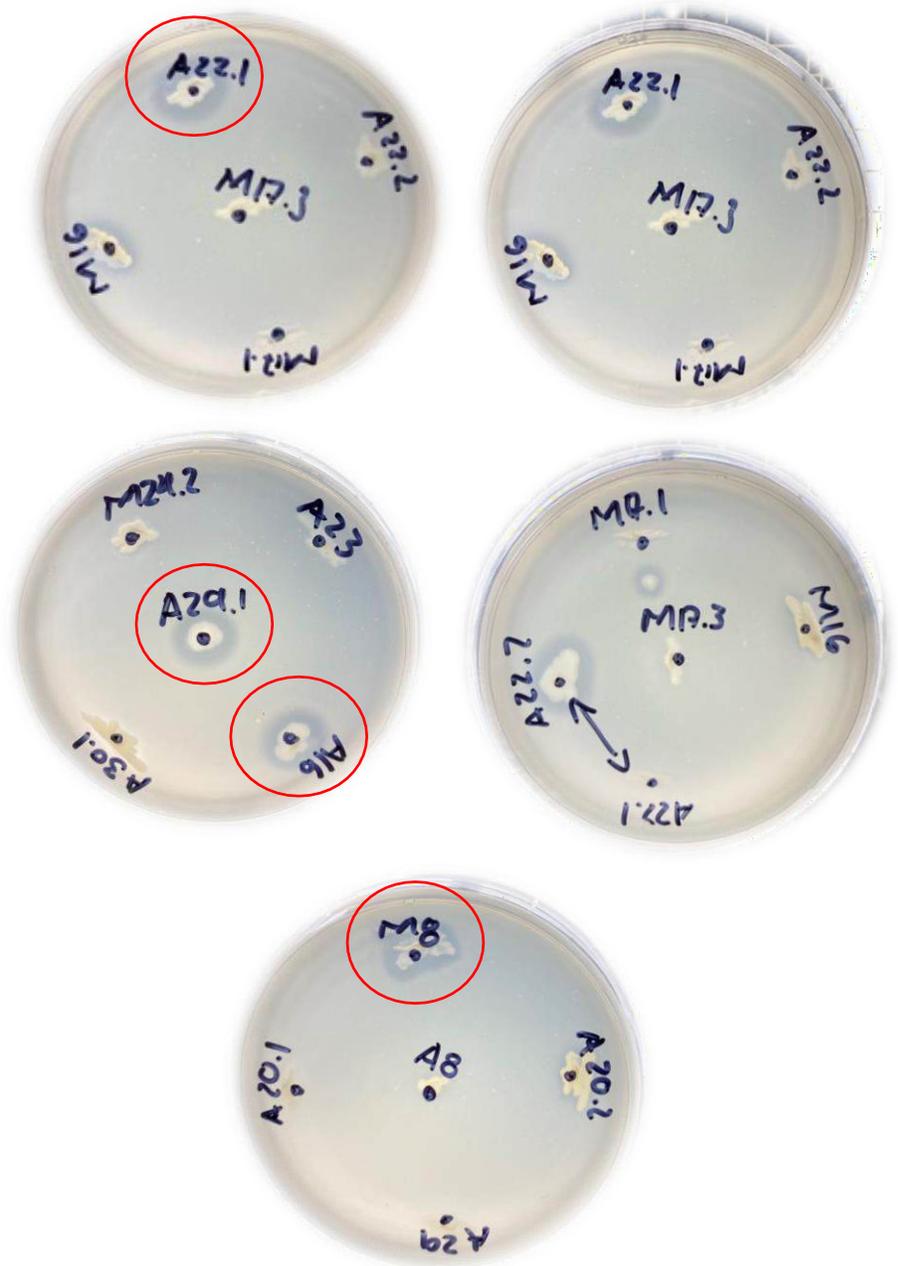
**B)**



**Figura 3.** A) Aislados provenientes del peat moss con respuesta positiva a la solubilización de fosfatos, en los círculos rojos se resalta el halo observado en el medio de cultivo; B) Aislados provenientes de peat moss que muestran una respuesta negativa a la solubilización de fosfatos.

**Tabla 3.** Resultados de la detección de proteasas en aislados provenientes de peat moss.

ID	Respuesta (+)/(-)
A8	-
A16	+
A20.1	-
A20.2	-
A22.1	+
A22.2	-
A23	-
A29	-
A29.1	+
A30.1	-
M8	+
M16	+
M17.1	-
M17.3	-
M24.2	-



**Figura 4.** Aislados probados para la producción de proteasas, se pueden observar los halos marcados con círculos rojos.

### Detección de amilasas

La detección de enzimas amilasas en bacterias provenientes del *peat moss* es fundamental para evaluar su capacidad de descomponer compuestos complejos como el almidón, lo que podría tener aplicaciones biotecnológicas en la agricultura y la industria. En este estudio, se utilizaron medios enriquecidos con almidón (1%) para aislar y detectar bacterias provenientes del *peat moss* productoras de amilasa, los resultados se pueden observar en la **tabla 4**. Este tipo de medio es adecuado para observar la actividad amilolítica a través de la formación de halos claros alrededor de las colonias bacterianas, donde el almidón es hidrolizado.

Un estudio similar realizado por Precious et al. (2022), que analizó bacterias productoras de amilasas en muestras de suelo, identificó especies de *Bacillus* como productoras eficientes de amilasas utilizando técnicas de hidrólisis de almidón. Las cepas de *Bacillus flexus* y *Bacillus cereus* mostraron altos niveles de actividad enzimática, lo que subraya la importancia de estas bacterias en la degradación del almidón

Este enfoque también es relevante en nuestro estudio, ya que el *peat moss* puede albergar microorganismos con capacidades similares, permitiendo la liberación de azúcares simples para la nutrición de plantas, además de ampliar el abanico de posibilidades de las fuentes de carbono, las cuales en suelo llegan a ser diversas. Las bacterias utilizadas para los bioinoculantes, deberán de tener la capacidad de adaptarse y utilizar una fuente de carbono distinta en condiciones adversas, las cuales pueden cambiar constantemente en el microbioma del suelo.

Asimismo, Yassin et al. (2021) aislaron bacterias productoras de amilasas en condiciones extremas de suelos salinos y demostraron que las enzimas producidas eran activas en un amplio rango de temperaturas, con actividad óptima entre 40 y 50°C. Este tipo de bacterias con capacidad para degradar almidón en condiciones extremas podría ser valioso para la utilización del *peat moss* en suelos marginales o degradados, mejorando su estructura y fertilidad.

### *Detección de lipasas*

La detección de enzimas lipasas en bacterias provenientes del *peat moss* puede tener implicaciones significativas en el contexto agrícola, especialmente en la biorremediación y el manejo sostenible del suelo. Las lipasas, al descomponer lípidos, no solo contribuyen a la transformación de materia orgánica, sino que también pueden ser esenciales en la mejora de la estructura del suelo y la liberación de nutrientes esenciales para las plantas.

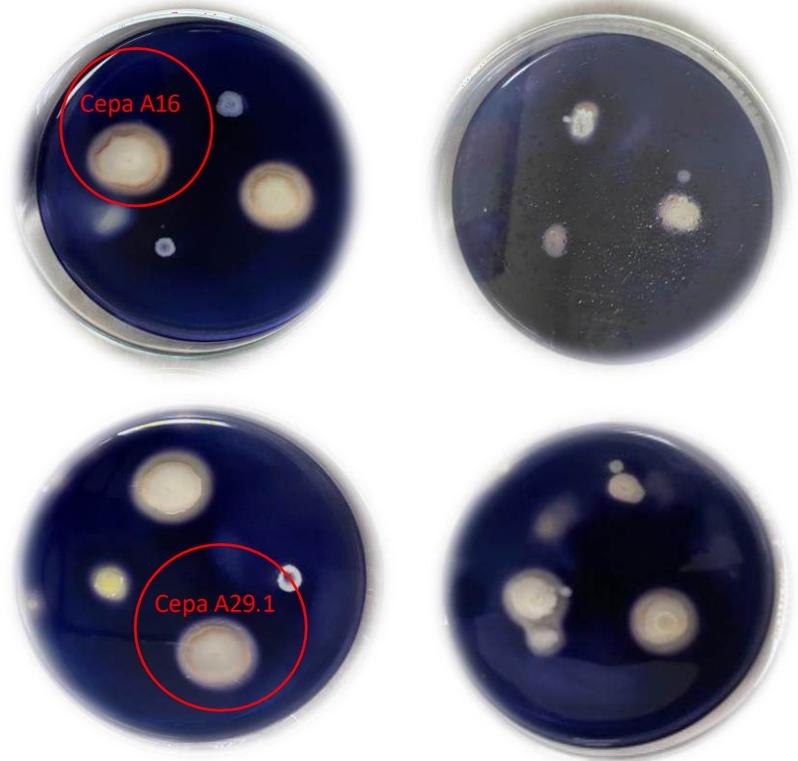
En nuestro estudio, se evaluó la actividad lipolítica de bacterias aisladas del *peat moss* utilizando medios enriquecidos en lípidos, los resultados se muestran en la tabla 5. La capacidad de estas bacterias para producir lipasas fue detectada mediante la formación de halos de hidrólisis alrededor de las colonias, lo que indica la descomposición de los lípidos presentes en el medio. Este enfoque ha sido ampliamente utilizado en estudios previos, como el de Joyruth y Growth (2020), quienes aislaron bacterias productoras de lipasa a partir de suelos contaminados con aceite. Identificaron cepas de *Bacillus* y *Stenotrophomonas* con alta actividad enzimática, lo que subraya el potencial de estos microorganismos para la degradación de lípidos en entornos complejos.

Asimismo, Kandasamy et al. (2023) destacaron la importancia de optimizar las condiciones de cultivo para maximizar la producción de lipasas. En su investigación, cepas como *Bacillus* y *Serratia* mostraron una alta producción de lipasas en medios enriquecidos con lípidos, bajo condiciones de pH y temperatura controladas.

Este tipo de estudios proporciona una base sólida para la aplicación de microorganismos del *peat moss* en la mejora de suelos agrícolas, especialmente en la descomposición de materia orgánica y la liberación de ácidos grasos que podrían actuar como fuente de energía para otros microorganismos beneficiosos.

**Tabla 4.** Resultados de la detección de amilasas de aislados provenientes de peat moss

ID	Respuesta (+)/(-)
A8	-
A16	+
A20.1	-
A20.2	-
A22.1	-
A22.2	-
A23	-
A29	-
A29.1	+
A30.1	-
M8	-
M16	+
M17.1	-
M17.3	-
M24.2	-

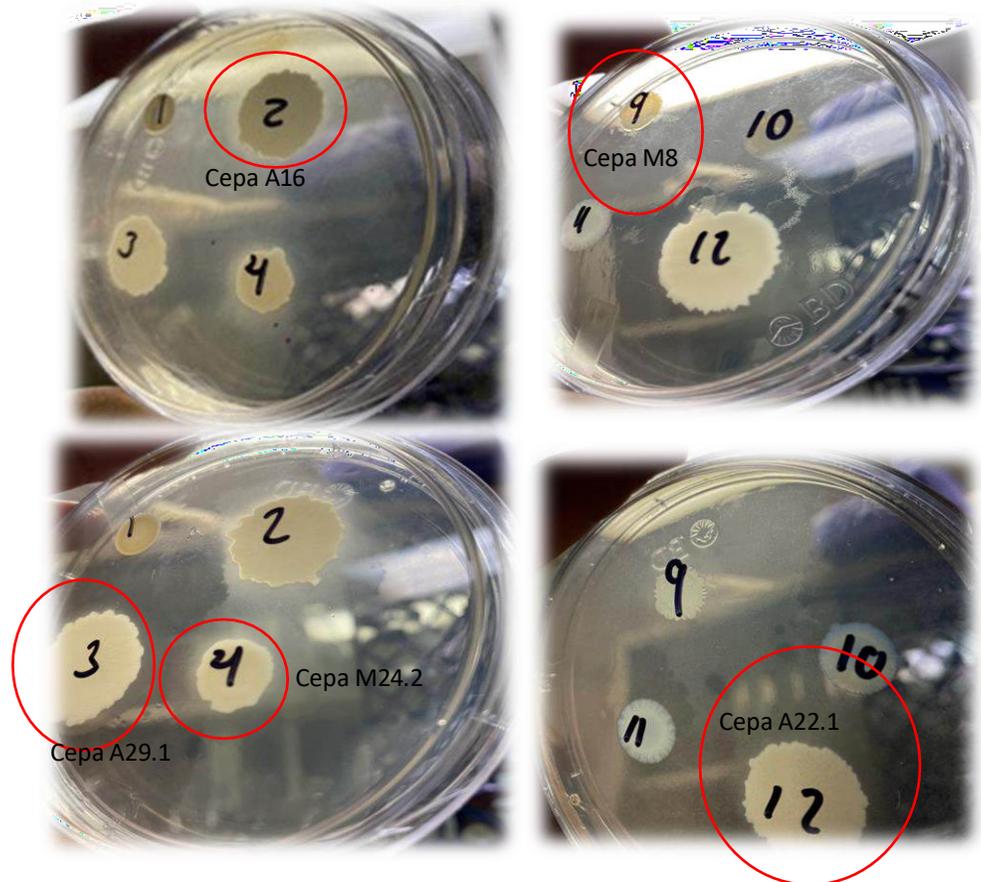


**Figura 5.** Resultados de la detección de amilasas de los aislados provenientes de peat moss, la coloración del medio de cultivo se debe al proceso de revelado en donde se utilizó una solución acuosa de yoduro de potasio y yodo.

En el contexto agrícola, la aplicación de bacterias productoras de lipasas podría ayudar a acelerar la descomposición de residuos orgánicos ricos en lípidos, mejorando la fertilidad del suelo y la disponibilidad de nutrientes. Además, estas bacterias podrían ser utilizadas en la biorremediación de suelos contaminados con grasas y aceites, lo que representa una estrategia sostenible para la recuperación de suelos degradados.

**Tabla 5.** Resultados de la detección de lipasas de aislados provenientes de peat moss.

ID	Respuesta (+)/(-)
A8	-
A16	+
A20.1	-
A20.2	-
A22.1	+
A22.2	-
A23	-
A29	-
A29.1	+
A30.1	-
M8	+
M16	-
M17.1	-
M17.3	-
M24.2	+



**Figura 6.** Se muestran los resultados de la detección de lipasas, los círculos rojos señalan el halo opaco que indica la respuesta positiva.

## Conclusiones

Para lograr la propagación de los aislados del presente estudio, el uso del agar de soya tripticaseína demostró ser efectivo, facilitando su estudio, además de ahondar en la potencial aplicación en la mejora de suelos agrícolas y en la producción de bioinoculantes.

En cuanto a la solubilización de fosfatos, los aislados del *peat moss* no solo demuestran una alta capacidad para liberar fosfatos insolubles, sino que también presentan un potencial significativo para ser utilizadas como biofertilizantes en aplicaciones agrícolas. La solubilización de fosfatos mediante la producción de ácidos orgánicos, como el ácido glucónico, junto con la capacidad de reducir el pH del entorno, son mecanismos clave que podrían ser explotados para mejorar la eficiencia en la absorción de fósforo en suelos agrícolas. Estudios futuros podrían centrarse en la optimización de las condiciones de crecimiento y la aplicación en campo de estas



## 2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

bacterias, así como en la identificación de las cepas más eficientes, con el fin de desarrollar bioinoculantes comerciales para mejorar la productividad agrícola de manera sostenible.

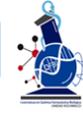
Respecto a la actividad proteasa, el uso de medios enriquecidos con leche para la detección de proteasas en bacterias aisladas de suelos resulta ser una herramienta eficiente en esta investigación sobre la microbiota del peat moss. Este método no solo nos permite identificar cepas con potencial en la descomposición de compuestos orgánicos complejos, sino también seleccionar aquellas bacterias que podrían desempeñar un rol fundamental en la mejora de la estructura y fertilidad del suelo en aplicaciones agrícolas sostenibles.

La detección de bacterias productoras de amilasas en el *peat moss* no solo revela su potencial para la degradación de compuestos complejos, sino que también abre la posibilidad de utilizar estos microorganismos en aplicaciones industriales y agrícolas, particularmente en suelos con condiciones adversas. Las bacterias aisladas podrían contribuir al ciclo del carbono en suelos, aumentando la disponibilidad de nutrientes y mejorando la productividad agrícola sostenible.

Finalmente, la detección de lipasas en bacterias aisladas del *peat moss* resalta su potencial para mejorar la fertilidad del suelo a través de la descomposición de lípidos y la liberación de nutrientes. Estas bacterias no solo contribuyen a la biorremediación de suelos contaminados con grasas y aceites, sino que también juegan un rol clave en la creación de suelos agrícolas más sostenibles.

## Referencias

- Abrar Hamza, T. (2018). Isolation and Characterization of Protease Producing Bacteria from Soil, in Arba Minch University, Abaya Campus. *American Journal of Biological and Environmental Statistics*, 4(1), 10. <https://doi.org/10.11648/j.ajbes.20180401.12>
- Ahn, Y., Lee, U.J., Lee, Y.J., LiPuma, J.J., Hussong, D., Marasa, B., & Cerniglia, C.E. (2019). Oligotrophic Media Compared with a Tryptic Soy Agar or Broth for the Recovery of Burkholderia cepacia Complex from Different Storage Temperatures and Culture Conditions. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 29(10), 1495–1505. <https://doi.org/10.4014/jmb.1906.06024>
- Aqeel, M., Ran, J., Hu, W., Irshad, M.K., Dong, L., Akram, M.A., Eldesoky, G.E., Aljuwayid, A.M., Chuah, L.F., & Deng, J. (2023). Plant-soil-microbe interactions in maintaining ecosystem stability and coordinated turnover under changing environmental conditions. *Chemosphere*, 318. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.137924>
- Daunoras, J., Kačergius, A., & Gudiukaitė, R. (2024). Role of Soil Microbiota Enzymes in Soil Health and Activity Changes Depending on Climate Change and the Type of Soil Ecosystem. In *Biology* (Vol. 13, Issue 2). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/biology13020085>
- Dasgupta, D., Paul, A., Acharya, K., Minkina, T., Mandzhieva, S., Gorovtsov, A.V., Chakraborty, N., & Keswani, C. (2023). Bioinoculant mediated regulation of signalling cascades in various stress responses in plants. In *Heliyon* (Vol. 9, Issue 1). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e12953>
- Fitriatin, B.N., Amanda, A.P., Kamaluddin, N.N., Khumairah, F.H., Sofyan, E.T., Yuniarti, A., & Turmuktini, T. (2021). Some soil biological and chemical properties as affected by biofertilizers and organic ameliorants application on paddy rice. *Eurasian Journal of Soil Science*, 10(2), 105–110. <https://doi.org/10.18393/ejss.829695>
- Joyruth, P., & Growther, L. (2020). Molecular identification, production and optimization of lipase from oil contaminated soil using submerged fermentation. *Journal of Pure and Applied Microbiology*, 14(1), 341–349. <https://doi.org/10.22207/JPAM.14.1.35>



## 2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

- Kandasamy, S., Vijayalakshmi, V.S., Salmen, S.H., Alfarraj, S., Wainwright, M., & Natarajan, D. (2023). Screening, characterization, and optimization of lipase enzyme producing bacteria isolated from dairy effluents contaminated muddy soil. *Applied Nanoscience (Switzerland)*, 13(2), 1443–1451. <https://doi.org/10.1007/s13204-021-02062-5>
- Kurm, V., van der Putten, W.H., & Hol, W.H.G. (2019). Cultivation-success of rare soil bacteria is not influenced by incubation time and growth medium. *PLoS ONE*, 14(1). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0210073>
- Naamala, J., Msimbira, L.A., Subramanian, S., & Smith, D.L. (2023). Lactobacillus helveticus EL2006H cell- free supernatant enhances growth variables in Zea mays (maize), Glycine max L. Merrill (soybean) and Solanum tuberosum (potato) exposed to NaCl stress. *Frontiers in Microbiology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.1075633>
- Paul, D., & Sinha, S.N. (2017). Isolation and characterization of phosphate solubilizing bacterium Pseudomonas aeruginosa KUPSB12 with antibacterial potential from river Ganga, India. *Annals of Agrarian Science*, 15(1), 130–136. <https://doi.org/10.1016/j.aasci.2016.10.001>
- Pande, A., Pandey, P., Mehra, S., Singh, M., & Kaushik, S. (2017). Phenotypic and genotypic characterization of phosphate solubilizing bacteria and their efficiency on the growth of maize. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 15(2), 379–391. <https://doi.org/10.1016/j.jgeb.2017.06.005>
- Precious Elechi World Bank, D., Precious Elechi, D., Chimezie Jason, O., Onyewuchi, A., & Akuma, O. (2022). Isolation and identification of amylase-producing microorganisms. *GSC Biological and Pharmaceutical Sciences*, 2022(01), 76–082. [https://doi.org/10.30574/gscbps.2022.20.1.0304\(2021\)](https://doi.org/10.30574/gscbps.2022.20.1.0304(2021))
- Yassin, S.N., Jiru, T.M., & Indracanti, M. (2021). Screening and Characterization of Thermostable Amylase- Producing Bacteria Isolated from Soil Samples of Afdera, Afar Region, and Molecular Detection of Amylase- Coding Gene. *International Journal of Microbiology*. <https://doi.org/10.1155/2021/5592885>



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## Desarrollo de una suspensión tópica de calamina con aceite esencial de romero para el tratamiento de lesiones pruriginosas

Cruz Cuevas Aimée Xiadani, Flores Islas Jocelyn Roxana, Fuentes Martínez Itzel, Martínez Elías Larisa, Rivera Beristain Diana Laura

**Profesores:** García Guzman Perla\*, Ortega Almanza Leticia

\* Autores de correspondencia: [2203058602@alumnos.xoc.uam.mx](mailto:2203058602@alumnos.xoc.uam.mx) **Módulo:** Aseguramiento de la Calidad en la [pgarcia@correo.xoc.uam.mx](mailto:pgarcia@correo.xoc.uam.mx) Industria Químico Farmacéutica

### Resumen

El estudio busca desarrollar una formulación tópica que combine calamina y aceite esencial de romero para aliviar irritaciones en la piel, especialmente las causadas por picaduras de insectos. Se utilizó un diseño factorial 2<sup>2</sup> para evaluar el efecto de la bentonita como agente floculante y la carboximetilcelulosa (CMC) como agente viscosante en las propiedades de la suspensión. La formulación óptima contiene 3% de bentonita y 1% de CMC, mostrando alta estabilidad y adecuada viscosidad. Esta combinación potencia los efectos antiinflamatorios y antimicrobianos, ofreciendo una alternativa innovadora para el tratamiento de afecciones cutáneas.

**Palabras clave:** Calamina, Suspensión, Aceite esencial de romero, Agente floculante, Agente viscosante.

### Introducción

Las plantas que contienen aceites esenciales, como el romero, han sido usadas en tratamientos medicinales y preventivos debido a sus propiedades antimicrobianas, antioxidantes y antiinflamatorias. La calamina, conocida por sus propiedades antiinflamatorias y calmantes, se combina con óxido de zinc y aceite esencial de romero para crear una suspensión eficaz contra lesiones pruriginosas. Mediante un diseño experimental factorial 2<sup>2</sup>, se estudiaron los efectos de la bentonita y la CMC en las características de la suspensión<sup>1, 2, 3, 4, 5, 6, 7</sup>.

### Objetivo General

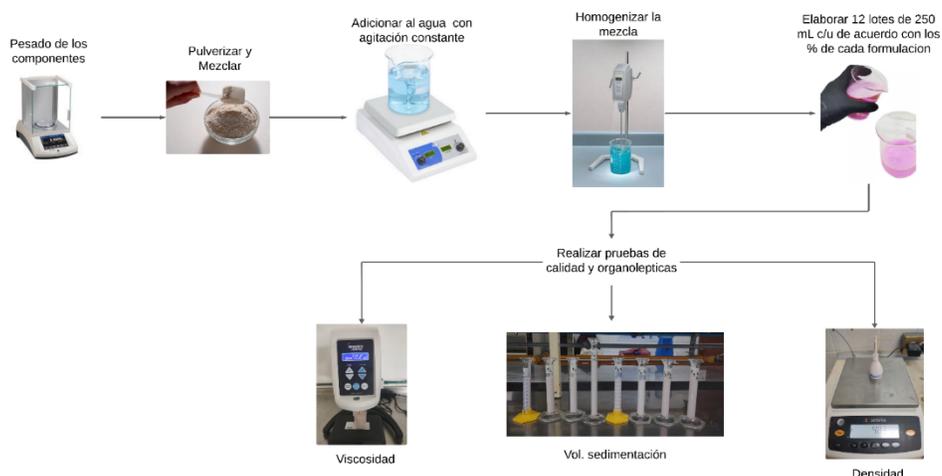
Desarrollar suspensiones tópicas de calamina con aceite esencial de romero para el tratamiento de lesiones pruriginosas por medio de un diseño de experimentos.

### Objetivos Particulares

- Evaluar el impacto del agente floculante y viscosante en la elaboración de una suspensión tópica mediante un diseño factorial de experimentos (2<sup>2</sup>).
- Desarrollar una suspensión utilizando los niveles óptimos del agente floculante y viscosante identificados a través del diseño de experimentos.

- Realizar pruebas de calidad a las suspensiones obtenidas, tales como pH, densidad relativa, viscosidad, velocidad de sedimentación, volumen de sedimentación y grado de floculación.

## Metodología



**Figura 1.** Proceso general de elaboración y pruebas de calidad de una suspensión tópica.

## Resultados y Discusión

Se evaluaron cuatro formulaciones (F1, F2, F3 y F4), cada una con diferentes combinaciones de bentonita y carboximetilcelulosa (CMC), para determinar su impacto en la viscosidad, grado de floculación y estabilidad de la suspensión.

### Resultados de las Formulaciones

#### 1. Viscosidad:

- La formulación F3, que contiene 3% de bentonita y 1% de CMC, mostró la mayor viscosidad (1398 cP) en comparación con otras formulaciones. Una alta viscosidad es deseable para mejorar la estabilidad física y la aplicación tópica del producto.
- La viscosidad se ve influenciada principalmente por la cantidad de CMC en la formulación. A mayor concentración de CMC, mayor viscosidad.

#### 2. Grado de Floculación:

- Ninguna formulación mostró diferencias estadísticamente significativas en el grado de floculación, lo que indica que la bentonita no actúa eficazmente como floculante en presencia de CMC.

- La naturaleza aniónica de ambos componentes (bentonita y CMC) causa repulsiones electrostáticas, impidiendo la formación de flóculos y promoviendo un sistema defloculado.

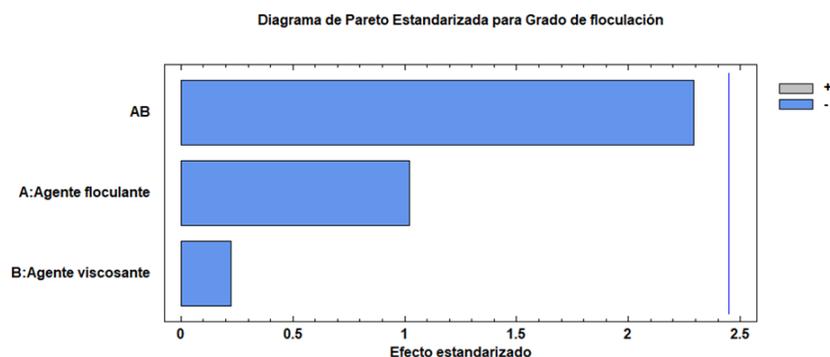
### 3. Estabilidad de la Suspensión:

- La formulación F3 mantuvo una alta estabilidad, con menor velocidad de sedimentación y menor formación de sedimentos duros. Esto se atribuye a la combinación adecuada de bentonita y CMC.
- La bentonita actúa como agente suspensor en lugar de floculante, manteniendo las partículas en suspensión sin formar sedimentos.

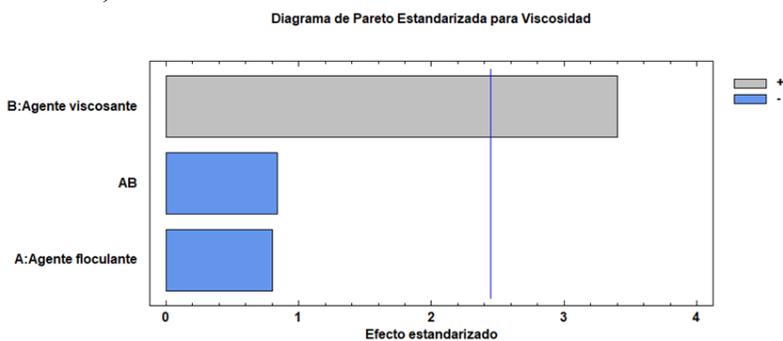
#### Análisis Estadístico

- El análisis de varianza (ANOVA) realizado con el software STATGRAPHICS reveló que la viscosidad es significativamente influenciada por el agente viscosante (CMC), mientras que la bentonita no mostró un efecto significativo en el grado de floculación (figura 2).

En el diagrama de Pareto, el agente viscosante aparece como el factor predominante en la determinación de la viscosidad (figura 3).



**Figura 2.** Diagrama de Pareto, análisis sobre el efecto de los factores de estudio en el grado de floculación.



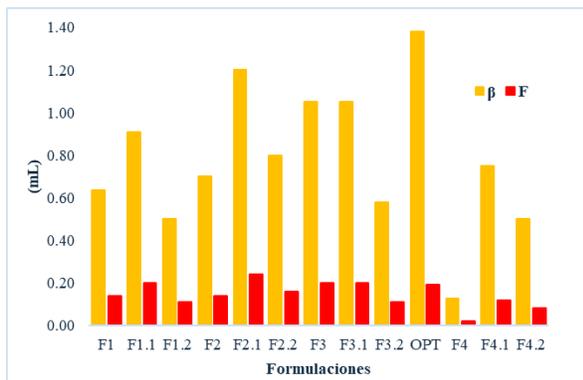
**Figura 3.** Diagrama de Pareto, análisis sobre el efecto de los factores de estudio en la viscosidad de la suspensión.

### Optimización de la Formulación

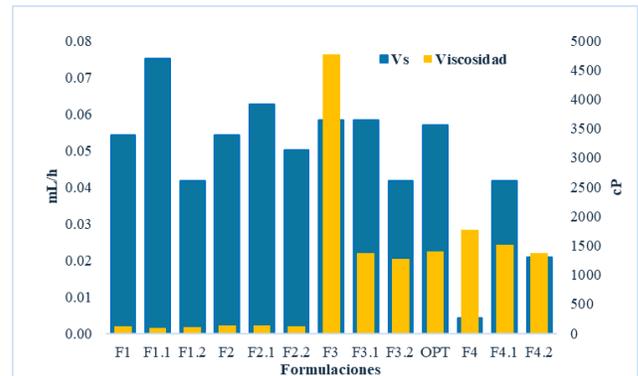
- Se concluyó que la formulación óptima es la F3, que contiene un 3% de bentonita y 1% de CMC. Esta combinación maximiza la viscosidad, manteniendo una baja velocidad de sedimentación y evitando la formación de sedimentos duros.
- Se observó que la combinación de CMC y bentonita en estas concentraciones permite una suspensión homogénea y estable durante más tiempo, mejorando la eficacia del producto al aplicarlo sobre la piel.

### Comportamiento en Diferentes pH

- La bentonita actuó como agente suspensor cuando el pH de la suspensión estuvo cerca de 6, permitiendo que las partículas se mantuvieran en suspensión.
- En medios más ácidos, la bentonita perdió esta capacidad, acelerando la sedimentación. Se recomienda mantener el pH cercano a 6 para maximizar la efectividad de la suspensión.



a) Grado de floculación y Volumen de sedimentación



b) Velocidad de sedimentación y Viscosidad

**Figura 5.** Representación gráfica de las pruebas de calidad de cada formulación

### Conclusiones

La formulación 3 es la más adecuada para su uso tópico en lesiones pruriginosas, ya que combina la estabilidad y viscosidad óptimas. Estos resultados proporcionan una base sólida para futuras investigaciones en la mejora de suspensiones tópicas para uso dermatológico.



## 2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

### Referencias

- Flores-Villa, E., Sáenz-Galindo, A., Castañeda-Facio, A.O., & Narro-Céspedes, R.I. (2020). Romero (*Rosmarinus officinalis* L.): su origen, importancia y generalidades de sus metabolitos secundarios. *TIP. Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 23, e20200266. <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2020.0.266>
- Goudjil, M., Zighmi, S., Hamada, D., Mahcene, Z., Bencheikh, S., & Ladjel, S. (2020). Biological activities of essential oils extracted from *Thymus capitatus* (Lamiaceae). *South African Journal of Botany*.
- Joy, N. (2022). Calamine lotion. *Journal of Skin and Sexually Transmitted Diseases*, 4, 83–86. [https://doi.org/10.25259/jsstd\\_77\\_2021](https://doi.org/10.25259/jsstd_77_2021)
- Montgomery, D. (2017). *Design and Analysis of Experiments*. John Wiley & Sons, Inc.
- Oliva A., & Santoveña, A. (2009). *Prácticas de Tecnología Farmacéutica II*. <https://amoliva.webs.ull.es/4.pdf>
- Santosh Kumar, R., & Satya Yagnesh, T. (2016). Pharmaceutical Suspensions: Patient Compliance Oral Dosage Forms. *Word Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*.
- Shanaida, M., & Golembiovskaja, O. (2018). Identification and component analysis of triterpenoids in *Monarda fistulosa* L. and *Ocimum americanum* L. (Lamiaceae) aerial. *ScienceRise: Pharmaceutical Science*.



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## La importancia del lavado de manos al llegar a la universidad

González González Jorge Luis, Quiroz Vazquez Yamali Berenice y Reyes Pérez Karen Itzel

**Profesores:** Gonzalez Vazquez Raquel\*, Vazquez Lizardi Maria Guadalupe Eugenia

\* Autores de correspondencia: [2233026458@alumnos.xoc.uam.mx](mailto:2233026458@alumnos.xoc.uam.mx) **Módulo:** Procesos Celulares Fundamentales  
[rgonzalezv@correo.xoc.uam.mx](mailto:rgonzalezv@correo.xoc.uam.mx)

### Resumen

Este estudio evaluó los hábitos de higiene de manos en 30 estudiantes de la Universidad Autónoma Metropolitana y su relación con enfermedades infecciosas. A pesar de que todos seguían medidas básicas de higiene, una mala práctica aumenta el riesgo de enfermedades gastrointestinales, dermatológicas y respiratorias. Se recolectaron muestras de manos "sucias" y "limpias" de un sujeto, donde las "sucias" mostraron crecimiento bacteriano. Se aislaron tres colonias de bacilos Gram negativos, catalasa positivas y oxidasa negativas, identificándose *Escherichia coli*, *Shigella spp.* *Yersinia spp.* Estos resultados destacan la importancia del lavado de manos en entornos universitarios.

**Palabras clave:** Lavado de manos, Higiene personal, Enterobacterias, Bacterias Gram negativas, Prevención.

### Introducción

El lavado de manos es una medida simple y eficaz para prevenir la transmisión de patógenos. El IMSS afirma que *“las manos son un vehículo clave en la propagación de enfermedades como la gastritis, infecciones respiratorias y dermatológicas”* (IMSS, 2022). A pesar de su importancia, *“la falta de higiene adecuada sigue siendo un problema, especialmente en entornos escolares y laborales”* (Inicial, 2023). Este estudio evaluará los microorganismos en las manos de un estudiante antes y después del lavado al llegar a la universidad, usando muestras recolectadas con hisopos y analizadas mediante pruebas enzimáticas y bioquímicas (Barnes et al., 2021). *“El CDC señala que el lavado de manos adecuado puede reducir infecciones gastrointestinales hasta en un 30%”* (CDC, 2022). Esto destaca su relevancia en la prevención de infecciones en entornos.

### Objetivo General

Concientizar la importancia y el correcto lavado de manos así como determinar e identificar algunos tipos de bacterias antes y después del lavado de manos.

### Objetivos Particulares

- Conocer la frecuencia con la que el equipo se lavan las manos.
- Saber los tipos de microorganismos a los que están expuestos sin un correcto lavado de manos.

- Comparar los microorganismos presentes en una muestra de unas manos lavadas correctamente y otras que no fueron lavadas de la manera correcta.

## Metodología

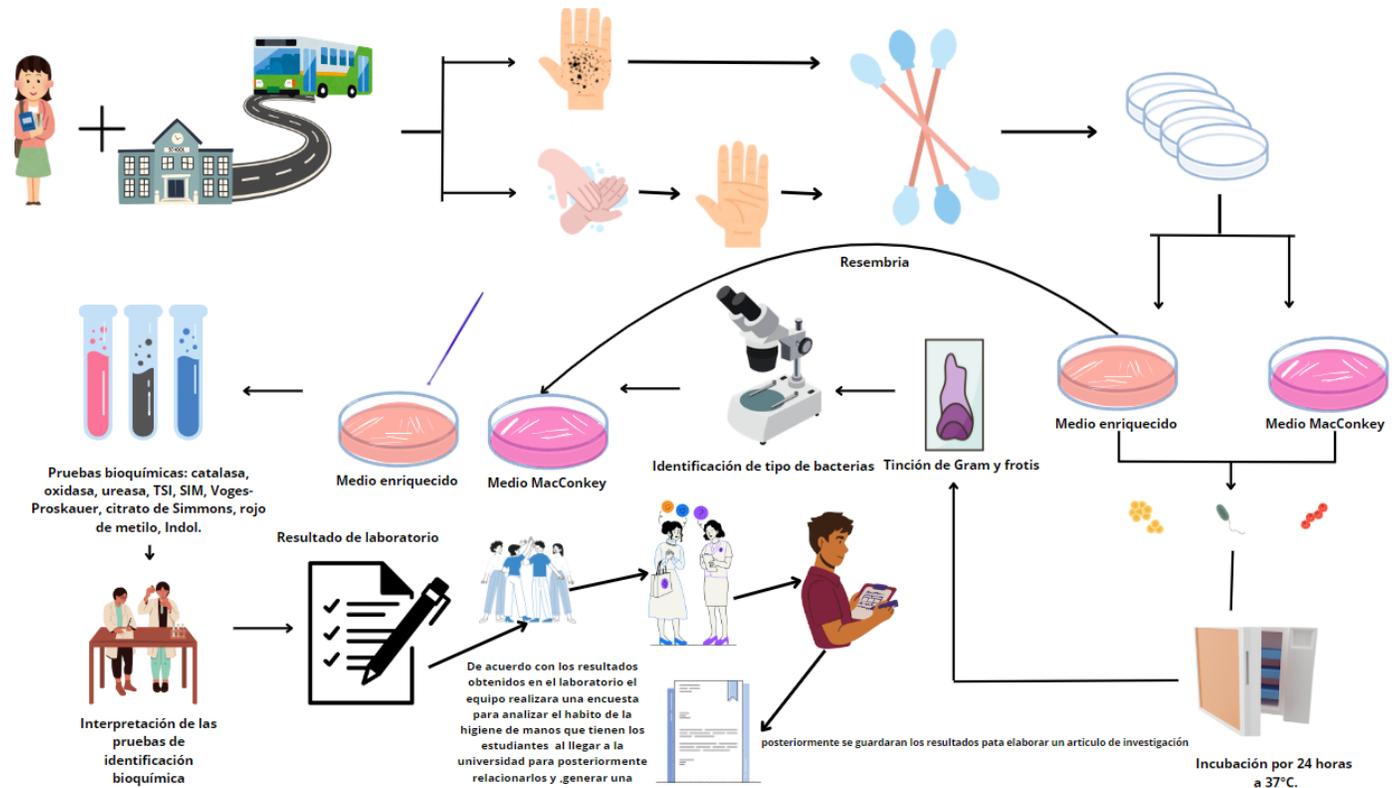


Figura 1. Muestra la metodología a utilizar para el análisis de laboratorio y la aplicación de la encuesta.

## Resultados y Discusión

### Resultados de laboratorio y de la encuesta

En este apartado se muestran los resultados obtenidos tras el análisis en laboratorio así como los resultado de la encuesta en el análisis de laboratorio se realizaron siembras de manos "sucias" y "limpias" en Agar MacConkey y Agar Nutritivo, incubadas por 24 horas. En Agar Nutritivo, no hubo crecimiento en ambas siembras. En Agar MacConkey, no se observó crecimiento en manos "limpias", pero en las "sucias" crecieron tres cepas bacterianas que fueron analizadas.

**Tabla 1:** Descripción morfológica y respuesta a la tinción de Gram (*manual de microbiología UAM,2007*)

Características	colonia 1	colonia 2	colonia 3
Tamaño	5 mm	5 mm	5 mm
Borde (forma)	circular	circular	circular
Elevación (descripción de cómo una colonia bacteriana se alza sobre la superficie)	Convexa	Convexa	Convexa
Textura	Cremosa	Cremosa	Aguda
Color	Rosadas	Rosadas	Rosadas
Opacidad	Opaco	Opaco	Opaco
Respuesta a la Tinción de Gram	Negativa	Negativa	Negativa

Todas las colonias tienen morfología circular, son bacilos Gram negativos, lo que indica una pared celular delgada. Las pruebas enzimáticas descartaron bacterias como *Pseudomonas*, sugiriendo la presencia de miembros de la familia *Enterobacteriaceae*.

**Tabla 2:** Pruebas Enzimáticas (*manual de microbiología UAM,2007*)

Prueba	Colonia 1	Colonia 2	Colonia 3
Oxidasa	Negativa	Negativa	Negativa
Catalasa	Positiva	Positiva	Positiva

Además, se realizaron pruebas bioquímicas para lograr determinar sus características y poder formar una mejor hipótesis para su identificación de bacterias las cuales sus resultados están descritos en la tabla 3.

Debido a los resultados es posible que las bacterias aisladas pertenezcan a géneros como *Escherichia coli*, *Klebsiella* o *Enterobacter* en consecuencia de los resultados obtenidos en laboratorio.

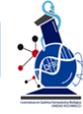
Así mismo se realizó una encuesta de 20 preguntas realizadas se rescataron 11 las cuales son las relevantes para obtener un mejor análisis de la práctica de lavado de manos que realizan los estudiantes al llegar a la universidad. La cual se obtuvieron los resultados que se muestran en la tabla 4.

**Tabla 3:** Pruebas Bioquímicas (*manual de microbiología UAM,2007*)

Prueba	Colonia 1	Colonia 2	Colonia 3
TS1	Positiva para la glucosa y lactosa	Positiva para la glucosa, negativa para la lactosa.	Positiva para la glucosa
H2S	Negativas	Negativa	Negativa
SIM	Negativas	Negativa	Negativa
Citrato de Simons	Negativas	Negativa	Negativa
VPK	Negativa	Negativa	Negativa
VPR	Positivo	Positivo	Positivo
Caldo de urea	Negativo	Negativo	Negativo

**Tabla 4:** Resultados de la encuesta realizada (*“la importancia del lavado de manos al llegar ala universidad” equipo beta , 2024*)

Pregunta	Opción	Porcentaje
1. Rango de edad	18 a 20 años	60%
	21 a 23 años	40%
3. Género	Femenino	50%
	Masculino	50%
5. Frecuencia de lavado	3-5 veces	70%
	6-8 veces	30%
6. Lavado después de transporte	Siempre	30%
	A veces	70%
8. Conocimiento técnica de lavado	Sí	80%
9. Tiempo adecuado para lavado	20-40 segundos	80%
10. Lavado antes de comer	Siempre	80%
12. Lavado después de ir al baño	Siempre	90%
13. Recursos de higiene adecuados	Sí	90%
14. Campañas informativas	Sí	90%
16. Buenas prácticas de higiene	Sí	60%
	A veces	40%



## 2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

La encuesta refleja una alta conciencia sobre el lavado de manos, aunque solo el 30% lo realiza siempre tras usar transporte público. Un 20% no conoce la técnica adecuada, indicando la necesidad de más educación. El 90% confía en la infraestructura universitaria, pero un 10% percibe carencias.

Los resultados microbiológicos confirman la presencia de enterobacterias Gram negativas, como *Escherichia coli*, *Klebsiella spp.*, y *Enterobacter spp.*, que son patógenos oportunistas en entornos universitarios. Las pruebas enzimáticas y bioquímicas sugieren que no producen H<sub>2</sub>S ni ureasa, características comunes en estos géneros.

La encuesta reveló que el 70% de los estudiantes se lava las manos de 3 a 5 veces al día, pero solo el 30% lo hace después de usar transporte público, un área de alto riesgo. Aunque el 80% conoce la técnica correcta, se requiere más educación. Los hallazgos subrayan la necesidad de mejorar los hábitos de higiene y garantizar acceso a recursos para prevenir infecciones.

### Conclusiones

La discusión destaca la relevancia del lavado de manos en el entorno universitario para prevenir infecciones. Los análisis microbiológicos identificaron enterobacterias Gram negativas como *Escherichia coli* y *Klebsiella spp.*, presentes en mayor cantidad en manos sucias, lo que confirma el riesgo asociado a una higiene deficiente. Aunque la mayoría de los estudiantes reconoce la importancia de lavarse las manos, solo el 30% lo hace siempre después de usar transporte público, una situación de alto riesgo. Estos hallazgos subrayan la necesidad de reforzar la educación sobre higiene y asegurar el acceso a recursos adecuados para reducir el riesgo de infecciones.

### Referencias

#### Artículos científicos

Barnes, R., Caro, G., Cuevas, J., Barrientos, C., Opazo, A., 2021. 'Hand hygiene practices and bacterial transmission in students: A study using bioluminescence', *Journal of Hygiene*, 58(4), 200–215.

Sultana, F., Alam, J., Islam, M., 2021. 'Handwashing practices in schools: A pilot intervention', *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 235, 113–123.

#### Plataforma digital

Initial, 2023. 'The impact of hand hygiene on infection control in health settings', *Initial Hygiene*, available at: [www.initialhygiene.com/hand-hygiene-impact](http://www.initialhygiene.com/hand-hygiene-impact).

IMSS, 2022. 'Prevención de infecciones mediante el correcto lavado de manos', *Instituto Mexicano del Seguro Social*, available at: [www.imss.gob.mx/infecciones-lavado-manos](http://www.imss.gob.mx/infecciones-lavado-manos).

CDC, 2022. 'Handwashing: Clean Hands Save Lives', *Centers for Disease Control and Prevention*, available at: [www.cdc.gov/handwashing](http://www.cdc.gov/handwashing).



Unidad Xochimilco



DEPARTAMENTO DE  
SISTEMAS BIOLÓGICOS



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## Pruebas de identificación, linealidad y precisión del diclofenaco como materia prima por espectrofotometría UV-Vis

Arteaga Patiño Daniela\*, De la Rosa Génico Odalys Guadalupe, Pineda Beltran Dayra, Rosales Guadiana Estefania, Santos Luna Dalia Montserrat

**Profesores:** López Naranjo Francisco\*

\* Autores de correspondencia: [2223022724@alumnos.xoc.uam.mx](mailto:2223022724@alumnos.xoc.uam.mx)  
[flopez@correo.xoc.uam.mx](mailto:flopez@correo.xoc.uam.mx)

**Módulo:** Evaluación de Materias Primas para la  
Producción de Medicamentos

### Resumen

El diclofenaco es un AINE utilizado para tratar dolor e inflamación, cuya efectividad depende de una correcta administración y monitoreo de su concentración. Este proyecto busca desarrollar un protocolo confiable para identificar y validar el diclofenaco sódico como materia prima, usando la espectrofotometría UV-Vis, una técnica que mide la absorción de luz ultravioleta para garantizar su pureza y concentración, conforme a la Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos (FEUM). Se evaluaron propiedades como solubilidad, aspecto, punto de fusión y fluidez, observando que el diclofenaco es fácilmente soluble en metanol y etanol. Las pruebas de absorbancia a 254 nm mostraron una alta precisión, con un coeficiente de determinación superior a 0.9709. Finalmente, se validó la técnica UV-Vis por su precisión y reproducibilidad, concluyendo que es adecuada para su análisis en la industria farmacéutica.

**Palabras clave:** Diclofenaco, UV-Vis, Concentración, Pureza, Espectrofotometría.

### Introducción

El diclofenaco, un AINE ampliamente utilizado para tratar trastornos inflamatorios y dolor, requiere un monitoreo adecuado de sus concentraciones en el cuerpo para garantizar su eficacia y seguridad. Este proyecto de investigación se enfocó en la identificación y validación del diclofenaco mediante la técnica espectrofotométrica UV-Vis, que es utilizada para análisis cuantitativos y cualitativos de compuestos farmacéuticos. La técnica se basa en la absorción de radiación ultravioleta por el diclofenaco en un rango específico de longitudes de onda, lo que permite su identificación precisa. Se evaluaron la precisión y linealidad del método, siguiendo los criterios establecidos por la Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos (FEUM, 2014). El objetivo es desarrollar un protocolo confiable y reproducible que garantice la calidad del producto, contribuyendo al avance de métodos analíticos en la industria farmacéutica.

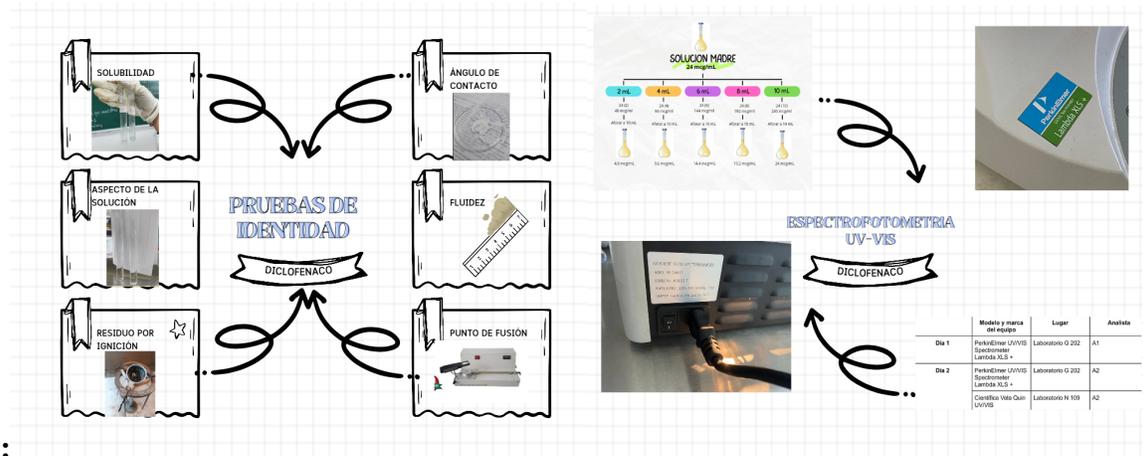
## Objetivo General

Identificar y validar el diclofenaco sódico como materia prima farmacéutica mediante la técnica de espectrofotometría UV-VIS, garantizando que cumple con las especificaciones requeridas en cuanto a pureza y concentración.

## Objetivos Particulares

- Realizar las pruebas de identificación establecidas por la FEUM.
- Desarrollar un método espectrofotométrico UV-VIS para la identificación y cuantificación del diclofenaco en su forma de materia prima.
- Evaluar la linealidad del método espectrofotométrico en diferentes concentraciones de diclofenaco para asegurar la precisión del análisis cuantitativo.
- Validar el método espectrofotométrico UV-VIS, comprobando su precisión, reproducibilidad y especificidad para garantizar su fiabilidad en el análisis de calidad del diclofenaco.

## Metodología



## Resultados y Discusión

**Tabla 1.** Pruebas de identidad con referencia en la FEUM de la materia prima Diclofenaco.

Prueba de identidad	Diclofenaco	Cumple con los criterios de la FEUM
<u>Aspecto</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Polvo Blanco</li> <li>● Higroscópico (no cumple)</li> <li>● Textura Poroso suave</li> <li>● Sabor Amargo</li> </ul>	SI CUMPLE
<u>Solubilidad</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Fácilmente soluble → Metanol (100mg/1mL)</li> <li>● Soluble → Etanol</li> <li>● Ligeramente Soluble → Agua</li> <li>● Casi insoluble → Cloroformo</li> </ul>	SI CUMPLE
<u>Punto de fusión</u>	283-285°C	SI CUMPLE
<u>Aspecto de la solución</u> (Figura 5 y 6)	Disuelto en metanol la solución es translúcida. Solución clara	NO CUMPLE
<u>Residuos de ignición</u> (Tabla 6; Figura 7)	35%	
<u>Humectación y ángulo de contacto</u> (Tabla. 8; Figura 8)	60° Fluye dejando partículas 45° Fluye poco 30° No fluye	_____
<u>Fluidez</u> (Tabla 3)	Etanol (75°) Metanol (170°) Agua (180°)	_____
<u>Espectrofotometría UV-VIS</u>	r <sup>2</sup> = 0.9709 r <sup>2</sup> = 0.9866 r <sup>2</sup> = 0.9955	_____

Se observa en la tabla 1: "Pruebas de identidad con referencia en la FEUM de la materia prima Diclofenaco" que éstas, en los aspectos de: solubilidad, punto de fusión y aspecto cumplen con los criterios establecidos por la FEUM; mientras que la prueba de aspecto de la solución no cumple con los criterios establecidos en la FEUM, esto pudo deberse a los cambios de temperatura o humedad en los compuestos.

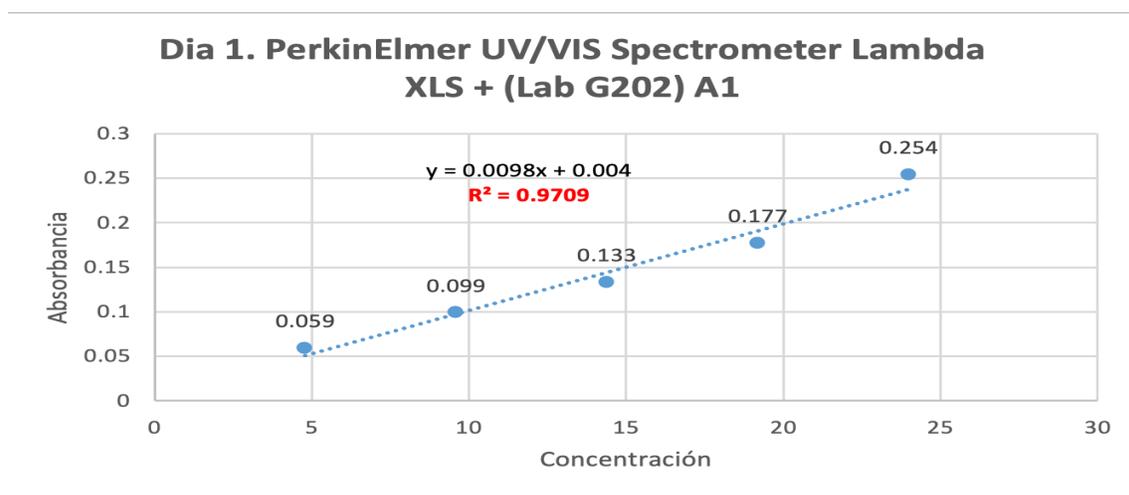
En cuanto a las prueba de humectación y ángulo de contacto se observó cómo fluye a través de la regla la materia prima (diclofenaco) y se demostró que a mayor ángulo de inclinación hay más fluidez de la materia prima y conforme este ángulo de inclinación disminuye, la materia prima fluía menos a través de la regla y quedaban partículas de mp en la misma; para la prueba de fluidez se comparó la fluidez que tenían los disolventes al arrojar una gota de los mismos en la materia prima, los disolventes en los cuales el diclofenaco era soluble mostraron una fluidez menor en comparación de los disolventes en los que la materia prima era insoluble.

Para la prueba de residuos de ignición se cumplió con los criterios establecidos en la FEUM, debido a que el porcentaje de residuos de materia inorgánica calcinados estuvieron dentro de los rangos aceptados y la combustión de la materia orgánica fue efectiva.

Por último, para la prueba de espectrofotometría UV-Vis se obtuvieron coeficientes de determinación ( $r^2$ ) de 0.9709 (Figura 1) de acuerdo al primer día de laboratorio (Tabla 2), 0.9866 (Figura 2) de acuerdo al segundo día de laboratorio con el primer equipo utilizado (Tabla 3) y 0.9955 (Figura 3) de acuerdo al segundo día de laboratorio con el segundo equipo utilizado (Tabla 4); lo que indica que el modelo explica a la variable dependiente, esto quiere decir que los resultados fueron adecuados para cuantificar la presencia del analito en la muestra.

**Tabla 2.** Día 1. PerkinElmer UV/VIS Spectrometer Lambda XLS + (Lab G202) A1.

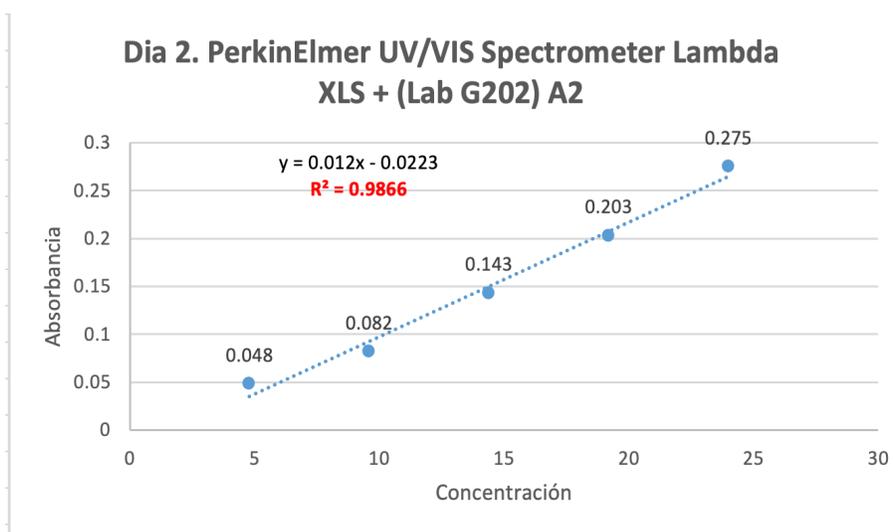
Muestra	Concentración	Absorbancia
A	4.8	0.059
B	9.6	0.099
C	14.4	0.133
D	19.2	0.177
E	24	0.254



**Figura 1.** Relación de concentración de diclofenaco y absorbancias registradas en el espectrofotómetro UV-VIS PerkinElmer Lambda XLS+ ubicado en el laboratorio 202 del edif. G. en el día 1, analista 1.

**Tabla 3.** Día 2. PerkinElmer UV/VIS Spectrometer Lambda XLS + (Lab G202) A2

Muestra	Concentración	Absorbancia
A	4.8	0.048
B	9.6	0.082
C	14.4	0.143
D	19.2	0.203
E	24	0.275

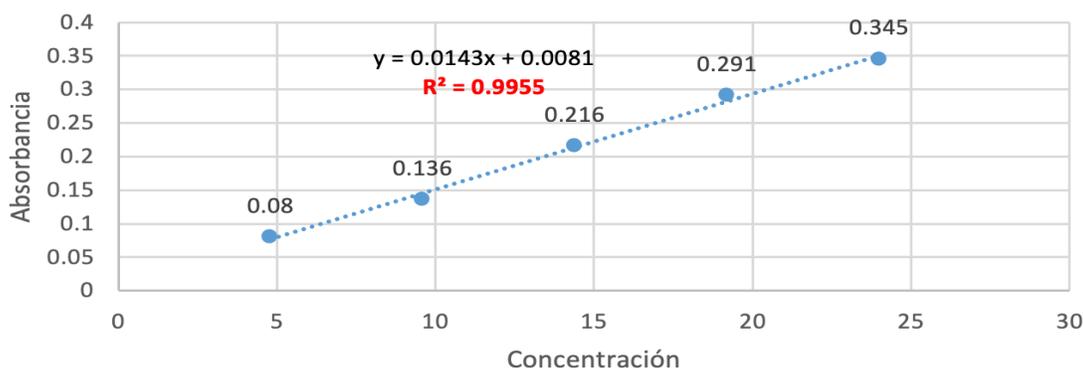


**Figura 2.** Relación de concentración de diclofenaco y absorbancias registradas en el espectrofotómetro UV-VIS PerkinElmer Lambda XLS+ ubicado en el laboratorio 202 del edif. G. en el día 2, analista 2

**Tabla 4.** Día 2. Científica Vela Quin UV/VISSpectrophotometer, modelo VE-5100UV (Lab N109) A2.

Muestra	Concentración	Absorbancia
A	4.8	0.080
B	9.6	0.136
C	14.4	0.216
D	19.2	0.291
E	24	0.345

### Día 2. Científica Vela Quin UV/VIS Spectrophotometer, modelo VE-5100UV (Lab N109) A2



**Figura 3.** Relación de concentración de diclofenaco y observancias registradas en el espectrofotómetro UV-VIS Científica Vela Quin UV/Vis Spectrophotometer, modelo VE-5100UV, ubicado en el laboratorio N-109, en el día 2, analista 2.

### Conclusiones

Las diferentes pruebas realizadas como lo son: aspecto, solubilidad, y punto de fusión nos permitieron validar los criterios establecidos por la FEUM para determinar afirmativamente la identificación y pureza del diclofenaco, así mismo se validó la relación entre la solubilidad y el comportamiento en la humectación y el ángulo de contacto. Finalmente se pudo identificar y validar el diclofenaco sódico como materia prima farmacéutica mediante la técnica de espectrofotometría UV-VIS teniendo una linealidad casi precisa con 5 concentraciones diferentes y se comprobó su reproducibilidad, en el caso de las pruebas de exactitud y precisión se tuvo ligeras variaciones para algunas de las muestras con absorbancias alejadas de la recta modelo.

### Referencias

- American Society of Health-System Pharmacists, Inc.; Diclofenaco, 2024. Recuperado el 18 de septiembre 2024 en <https://medlineplus.gov/spanish/druginfo/meds/a689002-es.html>
- Daniel C. Harris, Análisis Químico Cuantitativo, Ed. Reverté S.A., España, 2002
- Douglas A. Skoog, Química Analítica, 9na Ed. McGraw-Hill, México, 2015
- Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos (FEUM), undécima edición, 2014.
- Gary D Christian; Química analítica; Mc Graw Hill; Sexta edición, 2010
- Gilbert H. Ayres, Análisis Químico Cuantitativo, Ed. Harla, México, 1970



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## Comparación de la actividad antimicrobiana del extracto obtenido de las hojas de *Beta vulgaris*, sobre *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*

Abad Cruz Brandon, Apolinar Pérez Gustavo, Gonzalez Julian Jesus Mauricio, Pérez Noli Andrea, Salazar García Sebastián, Soria Alvarado Jaqueline Estefany

**Profesores:** Esquivel Campos Ana Laura\*, Miranda Hernández José Francisco

\* Autores de correspondencia: [2182035027@alumnos.xoc.uam.mx](mailto:2182035027@alumnos.xoc.uam.mx)  
[aesquivel@correo.xoc.uam.mx](mailto:aesquivel@correo.xoc.uam.mx)

**Módulo:** Prevención y Control de la Propagación  
Microbiana

### Resumen

El proyecto "Comparación de la actividad antimicrobiana del extracto obtenido de las hojas de *Beta vulgaris* sobre *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*" investigó la presencia de betacianinas y betaxantinas en el extracto de hojas de remolacha. Utilizando espectrofotometría UV-VIS, se confirmaron altos niveles de betacianinas (1.140) y betaxantinas (0.095), alineándose con estudios previos. Los resultados indican que las betacianinas son responsables de la actividad antimicrobiana observada, con efectividad significativa en una concentración del 100%. Sin embargo, esta alta concentración limita la aplicabilidad práctica debido a costos y posibles efectos secundarios no evaluados. El estudio subraya el potencial terapéutico de las betacianinas, destacando la necesidad de investigar alternativas más viables en términos de concentraciones menores para inhibir las bacterias estudiadas.

**Palabras clave:** Extracto, Concentración, *Beta vulgaris*, Espectrofotometría UV-VIS.

### Introducción

La creciente preocupación por la resistencia bacteriana ha llevado a un renovado interés en la búsqueda de agentes antimicrobianos naturales, como los metabolitos secundarios presentes en las plantas. En este contexto, las betacianinas y betaxantinas, compuestos encontrados en las hojas de *Beta vulgaris*, han emergido como candidatos prometedores por sus potenciales propiedades antimicrobianas. Este estudio tiene como objetivo general evaluar la actividad antimicrobiana de estos compuestos contra *Escherichia coli*, una bacteria gram negativa, y *Staphylococcus aureus*, una bacteria gram positiva, con el fin de determinar cuál de ellos presenta un mayor potencial como agente antibacteriano natural.

Para alcanzar este objetivo, se han establecido objetivos específicos que incluyen la identificación de los metabolitos mediante espectrofotometría UV-VIS, la determinación de la concentración mínima inhibitoria (CMI) y la evaluación de la actividad antibacteriana mediante la técnica de difusión en disco. Además, se explorarán los mecanismos de acción de estos compuestos activos. La metodología implica la extracción de las hojas de *Beta vulgaris* utilizando solventes orgánicos y la posterior evaluación de su efecto en el crecimiento bacteriano. Los hallazgos de este estudio no solo contribuirán a la comprensión de las propiedades

antimicrobianas de estos metabolitos, sino que también ofrecerán perspectivas sobre su uso en el desarrollo de nuevos tratamientos para infecciones bacterianas.

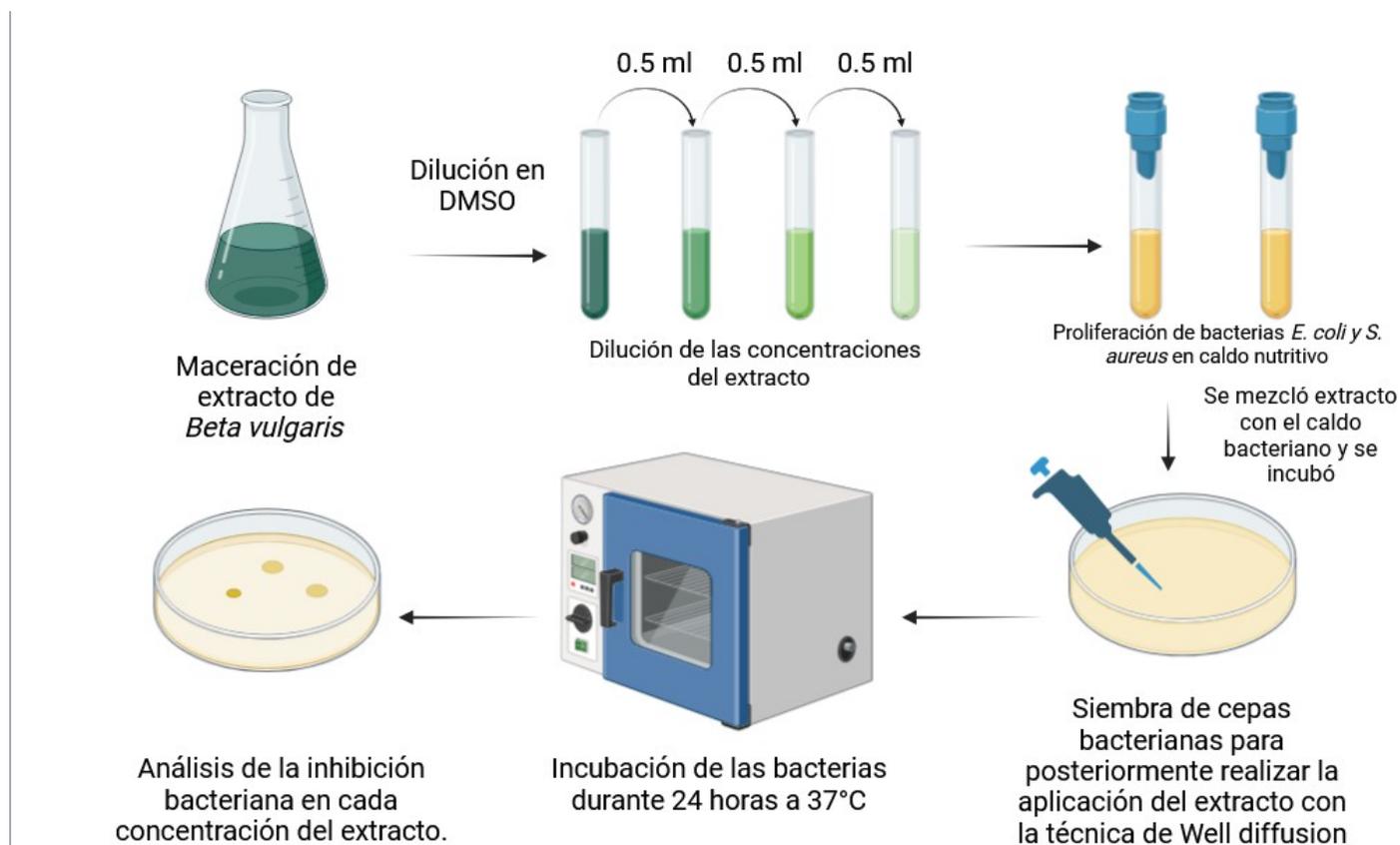
### **Objetivo General**

Evaluar la actividad antimicrobiana de betacianinas y betaxantinas, encontradas en las hojas de *Beta vulgaris* contra una bacteria gram negativa *Escherichia coli* y una bacteria gram positiva *Staphylococcus aureus*, para determinar cuál metabolito, tiene mejor potencial como agente antibacteriano natural.

### **Objetivos Particulares**

- Identificar las betacianinas y betaxantinas, presentes en los extractos de hojas de *Beta vulgaris* mediante espectrofotometría UV-VIS para correlacionar su presencia con la actividad antimicrobiana observada contra *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*.
- Determinar la concentración mínima inhibitoria de los extractos de hojas de *Beta vulgaris* contra *E. coli* y *S. aureus*.
- Determinar la actividad antibacteriana de las betacianinas y betaxantinas, contra *E.coli* y *S. aureus*, mediante la técnica de Well diffusion.

## Metodología



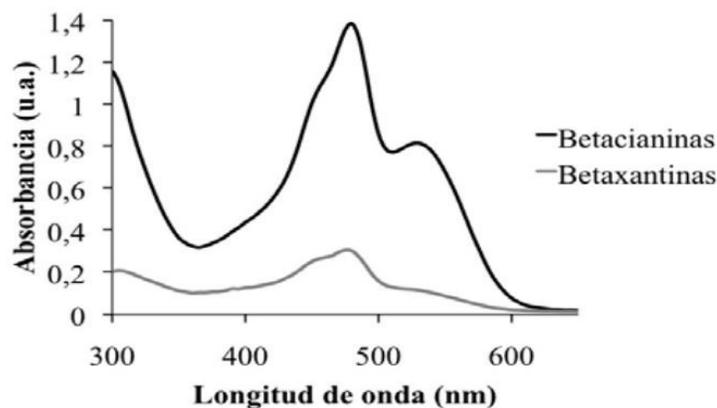
## Resultados y Discusión

### *Determinación de betacianinas y betaxantinas mediante espectrofotometría UV-VIS*

La absorbancia registrada fue de 1.140 para betacianinas (Solución B) y 0.095 para betaxantinas (Solución C), como se muestra en la Tabla 2 y la Gráfica 1.

**Tabla 2.** Resultados de soluciones de extracto de *Beta vulgaris* (Abad et al., 2024).

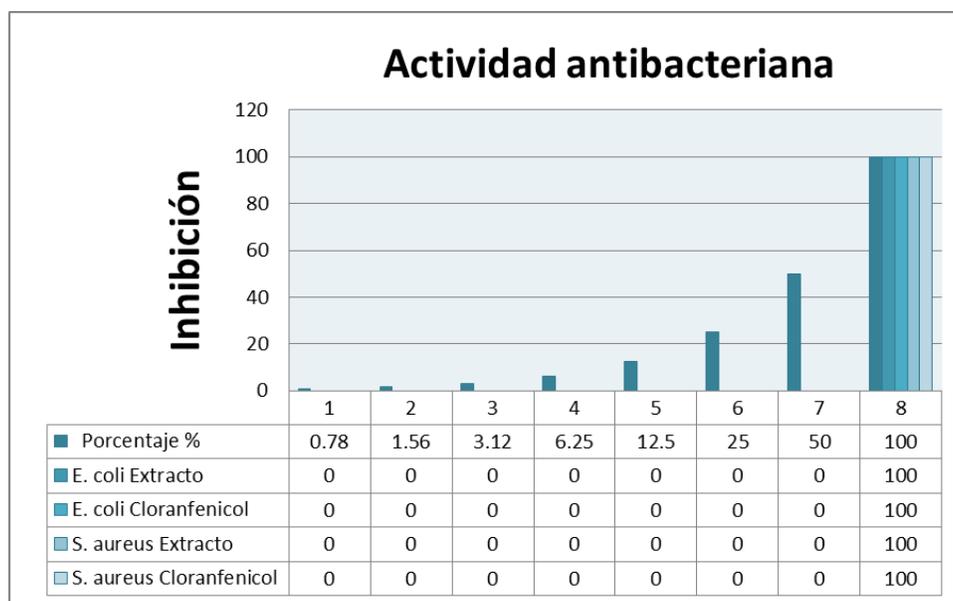
Solución	Absorbancia
B (Determinación de betacianinas)	1.140
C (Determinación de betaxantinas)	0.095



**Figura 1.** Espectros de absorción de betacianinas y betaxantinas. Obtenidos por M. Ruiz y R. de la Torre en su trabajo “Caracterización de las propiedades ópticas de Betacianinas y Betaxantinas por espectroscopía Uv-Vis y barrido en Z “realizado en 2010-

**Actividad antimicrobiana del extracto de *Beta vulgaris***

A continuación, se muestra una gráfica que explica las concentraciones diluidas del extracto frente a la inhibición de *E. coli* y *S. aureus*.



**Gráfica 1.** Comparativa de la inhibición bacteriana del extracto de *Beta vulgaris* al 100% frente a *E. coli* y *S. aureus*, en comparación con el cloranfenicol.

La investigación llevada a cabo sobre las betacianinas y betaxantinas presentes en las hojas de *Beta vulgaris* ha revelado resultados significativos que no solo contribuyen al entendimiento de estos metabolitos secundarios, sino que también abren puertas a nuevas aplicaciones en el ámbito de la microbiología y la farmacología. La espectrofotometría UV-VIS permitió identificar claramente la presencia de estas sustancias en el extracto,

confirmando que las betacianinas tienen una absorbancia notable en el rango de 400-600 nm, lo que coincide con la literatura existente.

Los resultados obtenidos en la tabla de absorbancias (Tabla 2) mostraron una concentración de betacianinas (1.140) y de betaxantinas (0.095) cuyos valores son similares a los obtenidos por Marañón & Rizo en su trabajo “Caracterización de las propiedades ópticas de Betacianinas y Betaxantinas por espectroscopía Uv-Vis y barrido en Z” de 2011, lo que valida la precisión del análisis.

Esto demuestra que las betacianinas son el principal componente responsable de la actividad antimicrobiana observada, dado su predominio en el extracto. Estos hallazgos concuerdan con la evidencia acumulada que relaciona las betacianinas con efectos antimicrobianos y antioxidantes, lo que enfatiza su potencial terapéutico.

La actividad antimicrobiana observada en el extracto a una concentración del 100% es un hallazgo crucial. Este resultado, aunque prometedor, señala una limitación importante: la dependencia de altas concentraciones para lograr la inhibición efectiva de bacterias como *E. coli* y *S. aureus*. A pesar de que la actividad a esta concentración es significativa, su aplicabilidad en un contexto práctico podría verse comprometida por costos y posibles efectos secundarios que aún no han sido investigados.

El análisis de la concentración mínima inhibitoria (CMI) determinó que la concentración al 100% del extracto (1 mg/L) fue la única efectiva para inhibir *E. coli* y *S. aureus*, lo que indica que la CMI no se alcanzó con concentraciones menores.

## Conclusiones

El análisis espectrofotométrico del extracto de *Beta vulgaris* ha demostrado la presencia de betacianinas y betaxantinas, confirmando su potencial como agentes antimicrobianos. Sin embargo, los resultados indican que se requiere una concentración alta para lograr una inhibición significativa del crecimiento de bacterias como *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*. Esto sugiere que, aunque estos metabolitos poseen actividad antimicrobiana, su efectividad se limita a condiciones específicas y plantea la necesidad de determinar la concentración mínima inhibitoria para su uso práctico.

Además, la aplicabilidad del extracto en entornos clínicos o industriales podría verse comprometida por su costo. Para maximizar su potencial, se recomienda investigar la sinergia con otros antimicrobianos, lo que podría facilitar la reducción de la concentración necesaria y mejorar la seguridad del tratamiento. Estos pasos son fundamentales para avanzar en la investigación y el desarrollo de aplicaciones prácticas de las betacianinas y betaxantinas en la lucha contra infecciones bacterianas.



## 2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

### Referencias

- Ahmadi, S., Soleimani-Zad, S., & Zaeim, D. (2020). Antibacterial and Antifungal Activity of the Aqueous and Methanolic Extracts and Essential Oils of Red Beets *Beta vulgaris* Leaves. *Zahedan Journal of Research in Medical Sciences*, 22(3). <https://doi.org/10.5812/zjrms.83725>
- Alós, J. (2015). Resistencia bacteriana a los antibióticos: una crisis global. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, 33(10), 692–699. <https://doi.org/10.1016/j.eimc.2014.10.004>
- Andrews, J. M. (2011). Determinación de concentraciones mínimas inhibitorias. *Revista De Quimioterapia Antimicrobiana*, 48(1).
- Borjas, N. (2022). *Métodos de maceración*. República Cervecera. <https://www.republicacervecerashop.com.mx/blogs/news/metodos-de-maceracion>
- Bustamante Botero, J. E., & Carrascal Franco, L. M. (2010). Estandarización de la técnica espectrofotométrica (UV-Vis) para la cuantificación de antraquinonas presentes en productos a base de *Aloe vera*.
- Carlos. (2022). *Utilización de antimicrobianos de origen natural en la conservación de alimentos*. FBK México. <https://fbkmexico.com/utilizacion-de-antimicrobianos-de-origen-natural-en-la-conservacion-de-alimentos/#:~:text=Entre%20los%20compuestos%20antimicrobianos%20de,y%20polisac%C3%A1ridos%20como%20el%20quitosano>
- Chiarle, A. (2022). Alternativas naturales para la disminución de la resistencia antimicrobiana. *nutriNews, la Revista de Nutrición Animal*. <https://nutrinews.com/alternativas-naturales-para-la-disminucion-de-la-resistencia-antimicrobiana/>
- Corzo Barragán. (2012). Evaluación de la actividad antimicrobiana del extracto etanólico. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-01952012000300009](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-01952012000300009)
- Cuadra, J.I.P. (2019). Historia de los Antimicrobianos. *Revista de la Facultad de Medicina de la Universidad de Iberoamérica*, 2(2).
- Duarte-Trujillo, A.S., Jiménez-Forero, J.A., Pineda-Insuasti, J., González-Trujillo, C.A., & García-Juárez, M. (2020). Extracción de sustancias bioactivas de *Pleurotus ostreatus* (Pleurotaceae) por maceración dinámica. *Acta biológica colombiana*, 25(1), 61–74.
- Elisha, I.L., Botha, F.S., McGaw, L.J., & Eloff, J.N. (2017). The antibacterial activity of extracts of nine plant species with good activity against *Escherichia coli* against five other bacteria and cytotoxicity of extracts. *BMC Complementary And Alternative Medicine*, 17(1). <https://doi.org/10.1186/s12906-017-1645-z>
- Fuentes-Barría, H., Muñoz Peña, D., Aguilera Eguía, R., & González Wong, C. (2018). Influencia de los compuestos bioactivos de betarraga (*Beta vulgaris* L) sobre el efecto cardio-protector: Una revisión narrativa. *Revista chilena de nutrición*, 45(2), 178–182.
- García Luján, C. (2006). Actividad antibacteriana de extractos vegetales en cepas hospitalarias de *Staphylococcus aureus* con resistencia múltiple.
- González, M.J.C., & Perozo-Mena, A.J. (2010). Mecanismos de resistencia a antibióticos-lactámicos en *Staphylococcus aureus*. *Kasmera*, 38(1), 18–35.
- Jean, & Melvin. (2017). Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing; *Clinical and Laboratory Standards Institute*, 37(1). [https://clsi.org/media/1469/m100s27\\_sample.pdf](https://clsi.org/media/1469/m100s27_sample.pdf)
- Marañón, R.V.F., & Rizo, L.C. (2011). Caracterización de las propiedades ópticas de Betacianinas y Betaxantinas por espectroscopía Uv- Vis y barrido en z. Recuperado el 25 de octubre del 2024 de [https://www.fis.cinvestav.mx/~smcsyv/supyvac/24\\_4/SV24411311.pdf](https://www.fis.cinvestav.mx/~smcsyv/supyvac/24_4/SV24411311.pdf)
- Martínez-Martínez, L., & Calvo, J. (2010). Desarrollo de las resistencias a los antibióticos: causas, consecuencias y su importancia para la salud pública. *Enfermedades infecciosas y microbiología clínica*, 28, 4–9.
- McEwen, S.A., & Collignon, P.J. (2018). Antimicrobial Resistance: a one health perspective. *Microbiology Spectrum*, 6(2). <https://doi.org/10.1128/microbiolspec.arba-0009-2017>
- Mosquito, S., Ruiz, J., Bauer, J.L., & Ochoa, T.J. (2011). Mecanismos moleculares de resistencia antibiótica en *Escherichia coli* asociadas a diarrea. *Revista peruana de medicina experimental y salud pública*, 28, 648–656.
- Novalés, M.G.M. (2011). Resistencia antimicrobiana del *Staphylococcus aureus* en México. *Boletín Médico del Hospital Infantil de México*, 68(4), 262–270.
- Nutter, J., Fernandez, M.V., Jagus, R.J., & Agüero, M.V. (2020). Alternatives for beet (*Beta vulgaris* L.) leaves revalorization.



## 2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

- OPS. (2020). *Análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP)*. Organización Panamericana De La Salud. Retrieved September 13 de 2024. <https://www.paho.org/es>
- Palacios Gorba, C. (2018). *Antimicrobianos naturales de origen marino frente a Helicobacter pylori* (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València).
- Pasachova Garzón, J., Ramírez Martínez, S., & Muñoz Molina, L. (2019). Staphylococcus aureus: generalidades, mecanismos de patogenicidad y colonización celular. *Nova*, 17(32), 25–38.
- Pesewu, G.A., Cutler, R.R., & Humber, D.P. (2008). Antibacterial activity of plants used in traditional medicines of Ghana with particular reference to MRSA. *Journal of Ethnopharmacology*, 116(1), 102–111. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2007.11.005>
- Pochteca, (2023). *¿Qué es la extracción por solventes?* | Grupo Pochteca. Grupo Pochteca | Venta de Materias Primas Para la Industria. <https://mexico.pochteca.net/que-es-y-en-que-consiste-la-extraccion-por-solventes/>
- Ramirez, L.S., & Castaño, D.M. (2009). Metodologías para evaluar in vitro la actividad antibacteriana de compuestos de origen vegetal. *Scientia et technica*, 15(42), 263–268.
- Rodríguez-Ángeles, G. (2002). Principales características y diagnóstico de los grupos patógenos de Escherichia coli. *Salud pública de México*, 44 (5), 464–475.
- Singh, D., Kumar, V., & Kumar, P. (2020). Antimicrobial activity of betalains from Chenopodium album against respiratory pathogens. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 72(1), 53–63.
- Tello, E., Castellanos, L., Arevalo-Ferro, C., & Duque, C. (2009). Cembranoid Diterpenes from the Caribbean Sea Whip Eunica knighti. *Journal of Natural Products*, 72(9), 1595–1602. <https://doi.org/10.1021/np9002492>
- Tobías, R.G.R. (2023). *Evaluación de dos métodos de extracción a partir de tres plantas silvestres por dos tipos de cromatografía*. <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/2063>
- Vargas, R.A., & Petricevich, V.L. (2018). Importancia biológica de los compuestos fenólicos. *Inventio, la génesis de la cultura universitaria en Morelos*, 14(34), 33–38.



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## Determinación del efecto antimicrobiano de leucaena (guaje) en bacterias de importancia médica, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*

Cruz Ávila Betsaida, Ruiz Esparza Castellanos Sinai, Sánchez Rodríguez Rosa María, Saldaña Hernández Salvador, Villafuerte Zúñiga Diana

**Profesores:** Esquivel Campo Ana Laura, Miranda Hernández José Francisco\*

\* Autores de correspondencia: [2212035331@alumnos.xoc.uam.mx](mailto:2212035331@alumnos.xoc.uam.mx)  
[jmirandah@correo.xoc.uam.mx](mailto:jmirandah@correo.xoc.uam.mx)

**Módulo:** Prevención y Control de la Propagación  
Microbiana

### Resumen

El uso indebido de antimicrobianos ha impulsado el desarrollo de patógenos resistentes, como *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli* (OMS, 2024). En México, se reportaron 6,808 casos de *E. coli* y 2,463 de *S. aureus* (RHOVE, 2023). Las plantas medicinales ofrecen una alternativa terapéutica prometedora, un ejemplo es la *Leucaena* conocida popularmente como “guaje” en la comunidad oaxaqueña, se utiliza como remedio herbolario en problemas gastrointestinales (Savita, 2015). Este estudio evaluó la actividad antimicrobiana de la *Leucaena*, mediante pruebas macroscópicas, microscópicas y de actividad metabólica. Se logró identificar *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*. La concentración mínima inhibitoria (CMI) se estimó mediante el método de dilución en serie (CLSI. 2020; CLSI 2012), a partir del extracto acuoso de *Leucaena* se mostró a concentraciones de 3.06 µg/mL para *E. coli* y 30.6 µg/mL para *S. aureus*.

**Palabras clave:** *Leucaena*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, Actividad antimicrobiana, CMI

### Introducción

El uso excesivo e indebido de antimicrobianos ha contribuido de manera significativa a la aparición de patógenos resistentes, lo que representa una amenaza creciente para la salud pública a nivel mundial. En 2024 la Organización Mundial de la Salud (OMS) identificó a bacterias como *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli* como agentes patógenos de gran preocupación, ya que han desarrollado resistencia a múltiples medicamentos, lo que ha llevado a millones de muertes cada año (Ikuta et al., 2019). En México, la situación es especialmente alarmante: la resistencia de *S. aureus* a varios antibióticos varía entre el 50% y el 85% (Miranda, 2011), afectando desproporcionadamente a neonatos, niños y personas con sistemas inmunológicos comprometidos susceptibles a presentar enfermedades nosocomiales, asociadas a esta bacteria dado a su alta concentración en hospitales (Bush. et al, 2023).

Ante esta crisis, surge la necesidad de explorar alternativas terapéuticas. Las plantas medicinales, que han sido utilizadas tradicionalmente en diversas culturas, presentan una opción prometedora (Waizel, 2006). Un ejemplo destacado es el guaje (*Leucaena*), una planta autóctona de México. Estudios recientes han demostrado que los extractos de guaje poseen actividad antimicrobiana significativa contra cepas de *E. coli* y *S. aureus* (Umaru,

2018). Esto se debe a la presencia de metabolitos bioactivos, como flavonoides y fenoles, que han mostrado eficacia en la inhibición del crecimiento bacteria (Deivasigamani, 2018; Dueñas, 2020).

## Objetivo General

Determinar el efecto potencial antimicrobiano de una maceración de semillas de *leucaena* (guaje) en las bacterias de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*, mediante la cuantificación de la actividad antimicrobiana por el método de dilución en serie y difusión en agar.

## Objetivos Particulares

- Identificar las cepas *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* a partir de pruebas macroscópicas, microscópicas y metabólicas.
- Evaluar el efecto antimicrobiano de una maceración de semillas de *Leucaena* (guaje) mediante en método de dilución en serie y difusión en agar en bacterias *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*.

## Metodología

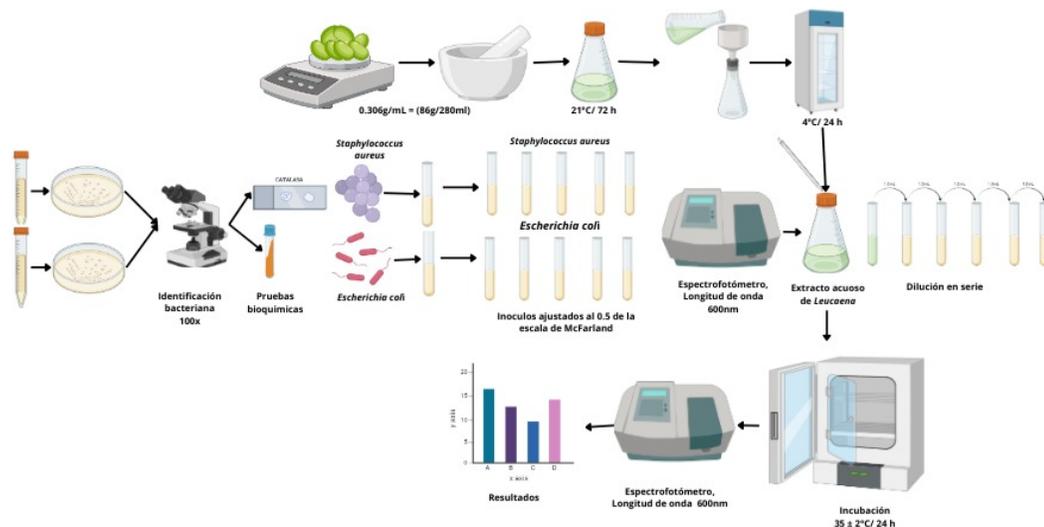


Figura 1. Identificación de *E. coli* y *S. aureus*, y prueba de concentración mínima inhibitoria.

## Resultados y Discusión

### Identificación macroscópica y microscópica de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*

Los datos obtenidos en la prueba de SIM, indol y rojo de metilo como positivo (Tabla 1), así como, una tinción rosada correspondiente a bacterias Gram (-); son características de bacilos (bastón) sin agrupación. (Tabla 1) (Rodríguez, 2002) y nos determinan que la cepa evaluada es perteneciente a *Escherichia coli*, a pesar de la

ausencia de color verde brillante en el agar eosina y azul de metilo (EMB) (Tabla 1). Se descartan bacterias como *Klebsiella pneumoniae* (negativo a indol, movilidad y H<sub>2</sub>S), posible sospecha por los datos obtenidos en la siembra de Agar EMB (BioCen 2018). Los datos obtenidos en prueba de catalasa (+) y prueba de coagulasa (+) con tinción púrpura correspondiente a bacterias Gram (+); con características de cocos con agrupación diplococo. (Tabla 2) son confirmatorios para la cepa *S. aureus*, (Tabla 2) por lo que descartan *S. epidermidis* y *S. saprophyticus*; estos microorganismos dan (-) a las mencionadas pruebas como se reporta en bibliografía (Feldman y Friedman, 2021).

**Tabla 1:** Resultados obtenidos de identificación de cepa *E. coli* por pruebas macroscópicas con técnica de aislamiento en agar selectivo eosina de metilo, así como, pruebas microscópicas de tinción de Gram y pruebas bioquímicas que determinan la actividad metabólica.

Macroscópica	Microscópica	Metabólica	Cepa Identificada
<p>Agar eosina de metilo (EMB)</p> <p>Color: Morado</p> <p>Forma: Circular</p> <p>Tamaños: Mediano</p> <p>Olor: No</p> <p>Aspecto: Cremoso, brillante, redondo, liso, elevada</p> <p>Borde: Redondo</p> <p>Cantidad de crecimiento de cultivo: abundante</p> <p>Contaminado: No</p>	<p><b>Coloración:</b> Rosa</p> <p><b>Forma Bacilo</b> (Bastón)</p> <p><b>Agrupación:</b> No</p>	<p><b>Prueba de Kligler</b></p> <p>(+) Glucosa</p> <p>(-) Lactosa y sacarosa</p> <p>(-) H<sub>2</sub>S</p>	<i>E. Coli</i>
<p>Agar Sangre</p> <p>Color: Blanco grisáceo</p> <p>Forma: Circular</p> <p>Tamaños: Mediana</p> <p>Olor: No</p> <p>Aspecto: Convexo, mate, circular, rugoso</p> <p>Borde: ondulado sin hemólisis</p> <p>Cantidad de crecimiento de cultivo: abundante</p> <p>Contaminado: No</p>		<p><b>Prueba SIM</b></p> <p>(-) Movilidad</p> <p>(-) H<sub>2</sub>S</p> <p>(+) Indol</p>	
		<p><b>Prueba Citrato Simmons</b></p> <p>(-) Verde</p> <p>Ausencia de color azul</p>	
		<p><b>Prueba Urea</b></p> <p>(-) Amarillo</p>	
		<p><b>Prueba Voger-Proskauer</b></p> <p>(-) Sin cambio de color</p>	
		<p><b>Prueba Rojo de Metilo</b></p> <p>(+) Cambio de color</p>	

**Tabla 2:** Resultados obtenidos en la identificación de cepa *S aureus* por pruebas macroscópicas con técnica de aislamiento en agar selectivo sal manitol, así como, pruebas microscópicas de tinción de Gram y pruebas bioquímicas que evalúan la actividad metabólica.

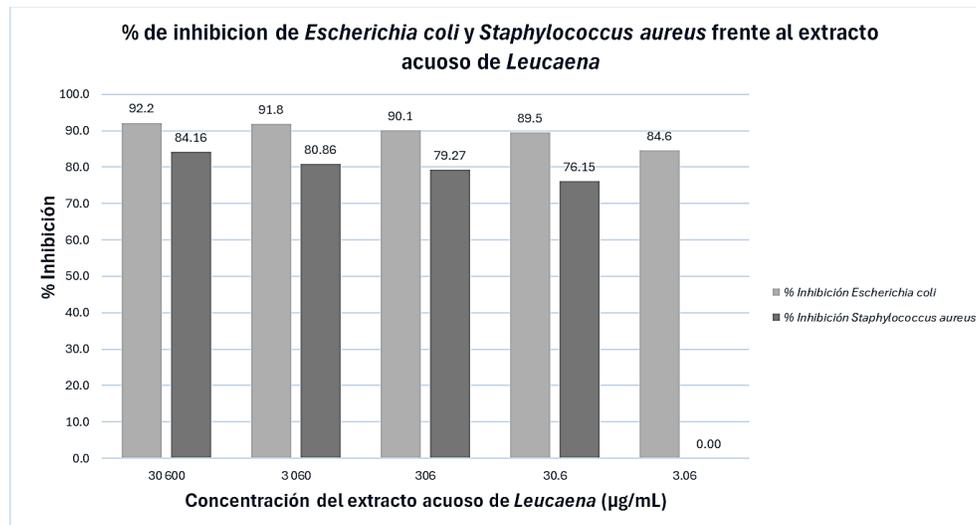
Macroscópica	Microscópica	Metabólica	Cepa Identificada
Agar sal manitol <b>Color:</b> Translúcida <b>Forma:</b> Puntiforme <b>Tamaños:</b> Pequeño <b>Olor:</b> No <b>Aspecto:</b> Convexo, cremoso, brillante, liso <b>Borde:</b> Uniforme con halo amarillo <b>Cantidad de crecimiento de cultivo:</b> Abundante <b>Contaminado:</b> No	<b>Coloración:</b> Púrpura <b>Forma:</b> Coco <b>Agrupación:</b> Diplococos	(+) Catalasa (+) Coagulasa (+) Fermentación de manitol	<i>S. aureus</i>

### **Actividad antibacteriana**

La figura 2 muestra la actividad del extracto acuoso de *Leucaena* ha mostrado una alta eficacia antibacteriana tanto contra *E. coli* como *S. aureus*, aunque con diferencias importantes en su actividad a bajas concentraciones. En el caso de *E. coli*, se observó una inhibición elevada y consistente incluso en concentraciones bajas, lo que resalta su sensibilidad a los metabolitos del extracto. En particular, la inhibición fue del 92.2% y 91.8% en las concentraciones más altas (30 600 y 3 060  $\mu\text{g/mL}$ , respectivamente), mientras que a la concentración más baja (3.06  $\mu\text{g/mL}$ ), aún se registró una inhibición significativa del 84.6%. Para *S. aureus*, si bien las concentraciones más altas del extracto también produjeron una inhibición considerable (84.16% y 80.86% a 30 600 y 3 060  $\mu\text{g/mL}$ , respectivamente), la eficacia disminuyó notablemente en concentraciones bajas, llegando a 0% en 3.06  $\mu\text{g/mL}$ . Esto sugiere que el extracto de *Leucaena* es menos eficaz contra esta bacteria Gram positiva en concentraciones bajas, en contraste con su efecto sostenido sobre *E. coli*. Comparado con estudios previos, los valores de (CMI) obtenidos en este experimento son menores que los reportados en investigaciones utilizando solventes orgánicos. Mora, 2021, reporta CMIs para *S. aureus* y *E. coli* con extractos de *Leucaena* con solventes orgánicos, de 3000-4000  $\mu\text{g/mL}$  y 2000-3000  $\mu\text{g/mL}$ , respectivamente.

La eficacia del extracto acuoso se debe a la capacidad de extraer metabolitos polares como fenoles, flavonoides y taninos, con propiedades antimicrobianas (Savita, 2015). Estos compuestos afectan la membrana externa de *E. coli* (Mora, 2023; Lee, 2013) y la membrana citoplasmática de *S. aureus*, alterando su permeabilidad (García, 2009) y causando daños que interfieren en procesos clave como la respiración celular (Olivas, 2015) y la síntesis

de ADN y pared celular (Liu et al. 2021; Gupta et al. 2021). Flavonoides como la quercetina y la catequina, inhiben las bombas de eflujo bacteriano en *E. coli* y la síntesis de peptidoglicanos en *S. aureus* (Rodríguez, 2023).



**Figura 2:** Resultados obtenidos del porcentaje de efecto inhibitorio vs diferentes concentraciones del extracto acuoso de *Leucaena* sobre *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*.

El conteo en placa de UFC no se pudo realizar ya que las colonias se presentaron en forma de césped bacteriano, haciendo imposible su conteo. El fenómeno de formación de césped bacteriano ocurre cuando bacterias como *E. coli* y *S. aureus* crecen en alta densidad (Su et al., 2012), dificultando la visualización de colonias individuales (Gallet, 2011). Esto se atribuye a la rápida tasa de crecimiento de *E. coli* y la formación de biofilms en *S. aureus*. Las diluciones seriadas adecuadas, como menciona (Kaur, 2020), pueden ayudar a evitar este problema al distribuir uniformemente las bacterias antes de su proliferación.

## Conclusiones

Las CMI del extracto acuoso de *Leucaena* fueron de 3.06 µg/mL para *Escherichia coli* y 30.6 µg/mL para *Staphylococcus aureus*, cepas identificadas previamente. Se cumplió la obtención de las CMI del extracto acuoso de *Leucaena* de 3.06 µg/mL para *Escherichia coli* y 30.6 µg/mL para *Staphylococcus aureus*, cepas identificadas previamente.

## Referencias

<https://www.biocen.cu/wp-content/uploads/2021/05/Manual-MC-2018.pdf>

CLSI (2012) Methods for Dilution Antimicrobial Susceptibility Tests for Bacteria That Grow, Aerobically; Approved Standard, (9th ed.) CLSI, document M07-A9.

CLSI. (2020). Performance Standards for Antimicrobial Disk Susceptibility Tests, Approved Standard, (30th ed.). CLSI document M100-A11.



## 2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

- Dueñas Y., Domínguez, J., Calzadilla K., Redonet M.A., Lopez Y., Hernandez L. (2020). Potential use of *Leucaena leucocephala* Lam (*leucaena*) present in agroforestry systems of Pinar del Río. *SciELO Revista Cubana de Ciencias Forestales* 8, 154–162. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2310-34692020000100154&script=sci\\_abstract&tlng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2310-34692020000100154&script=sci_abstract&tlng=en)
- Gallet, R., Kannoly, S. & Wang. (2011). Efectos de los rasgos de los bacteriófagos en la formación de placa. *BMC microbiology*, 11, 1–16. <https://doi.org/10.1186/1471-2180-11-181>
- García A. Pérez E. (2009). Metabolismo secundario de plantas. Reduca (Biología). *Serie Fisiología Vegetal*, 2(3): 119–145. <https://docta.ucm.es/rest/api/core/bitstreams/26b94db5-92de-4aaf-8822-8f063c180904/content>
- Gupta, A., Mishra, A., & Yadav., P. (2021). Extraction of bioactive compounds from *Leucaena leucocephala* and evaluation of its potential for biomass conversion. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 11(3), 1831–1840. <https://link.springer.com/article/10.1007/s13399-022-03420-1>
- Ikuta, Kevin S et al. (2019) Global mortality associated with 33 bacterial pathogens in 2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *The Lancet*, Volume 400, Issue 10369, 2221–2248. [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(22\)02185-7/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(22)02185-7/fulltext)
- Kaur, J., Singh, P., Sharma, D., Harjai, K. y Chhibber, S. (2020). Un potente enzibiótico contra *Staphylococcus aureus* resistente a la metilina. *Virus Genes*, 56, 480–497. Recuperado de: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11262-020-01762-4>
- Liu, X., Zhou, H., Liu, Y., Zhao, J., & Luo, Z. (2021). Extraction, purification, and biological activities of bioactive compounds from *Leucaena leucocephala*: A review. *BMC Complementary Medicine and Therapies*, 21, 402. <https://doi.org/10.1186/s12906-021-03402-1>
- Mora A, Estrella-Parra A, Ávila-Acevedo G, Jiménez-Estrada M, Lira-Saade R, Hernández-Delgado (2023). Estudio biodirigido de metabolitos secundarios con actividad antimicrobiana y aislamiento de D-pinitol de semillas de *Leucaena esculenta* y *L. leucocephala*. *Bol Latinoam Caribe Plant Med Aroma* 22 (5): 657–675. <https://doi.org/10.37360/blacpma.23.22.5.48>
- Mora-Villa, A., Serrano-Parrales, R., Lira-Saade, R., Jiménez-Estrada, M., & Hernández-Delgado, T. (2021). Evaluación de la actividad antimicrobiana de semillas de *Leucaena esculenta* Y *Leucaena leucocephala* recolectadas en Tlayacapan, Morelos, México. *Polibotánica*, (52), 175–191. Epub 18 de octubre de 2021. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.52.12>
- Olivas Francisco, J., Wall-Medrano, A., González-Aguilar, G.A., López-Díaz, J.A., Álvarez-Parrilla, E., de la Rosa, L.A., & Ramos-Jiménez, A. (2015), Taninos hidrolizables; bioquímica, aspectos nutricionales y analíticos y efectos en la salud. *Nutr Hosp.* ;31(1):55–66 ISSN 0212-1611 • CODEN NUH0EQ S.V.R. 318. [05revision05.pdf \(isciii.es\)](https://www.elsevier.com/locate/S02121611(15)000050)
- OMS, 2024, Lista de patógenos bacterianos prioritarios de la OMS, 2024: Patógenos bacterianos de importancia para la salud pública para orientar la investigación, el desarrollo y las estrategias de prevención y control de la resistencia a los antimicrobianos.
- Rodríguez, G. (2002). Principales características y diagnóstico de los grupos patógenos de *Escherichia coli*. *Salud Pública de México*, 44(5), 464–475. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0036-36342002000500011](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342002000500011)
- Rodríguez, B., Pacheco, L., Bernal I. & Piña, M. (2023). Mechanisms of Action of Flavonoids: Antioxidant, Antibacterial and Antifungal Properties. *Ciencia, Ambiente y Clima*, 6(2), 33–66. <https://doi.org/10.22206/cac.2023.v6i2.3021>
- Savita C. & Sharma, P. (2015). Evaluation of Antibacterial and Antimutagenic Potential of *Acokanthera oppositifolia* and *Leucaena leucocephala*. *American Journal of Pharmacy and Health Research*, (33), 2321–3647. [https://www.researchgate.net/publication/273015147\\_Evaluation\\_of\\_Antibacterial\\_and\\_Antimutagenic\\_Potential\\_of\\_Acokanthera\\_oppositifolia\\_and\\_Leucaena\\_leucocephala/citation/download](https://www.researchgate.net/publication/273015147_Evaluation_of_Antibacterial_and_Antimutagenic_Potential_of_Acokanthera_oppositifolia_and_Leucaena_leucocephala/citation/download)
- Umaru, I., Samling, B., Umaru, H. (2018). Phytochemical screening of *Leucaena leucocephala* leaf essential oil and its antibacterial potentials. *MOJ Drug Des Develop*, 2(6), 224–228. <https://doi.org/10.15406/mojddt.2018.02.00066>



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## Efecto de la variación de la concentración de surfactante (Polisorbato 60) sobre el tipo de emulsión, viscosidad y pH en una emulsión de lidocaína

Cano Martínez Ángel Emiliano Salvador, Casco Hernández Blanca Gabriela, Estrada Romero Miguel Ángel, Guzmán Bautista Aaron Tonatiuh, Pichardo Salinas Carlos Daniel

**Profesores:** Melgoza Contreras Luz María, Pérez González María Luisa de Lourdes\*

\* Autores de correspondencia: [2212035377@alumnos.xoc.uam.mx](mailto:2212035377@alumnos.xoc.uam.mx)  
[mllperez@correo.xoc.uam.mx](mailto:mllperez@correo.xoc.uam.mx)

**Módulo:** Diseño y Obtención de Medicamentos de Calidad

### Resumen

En el presente trabajo modular se elaboraron dos emulsiones tópicas de lidocaína a partir de una formulación en la que se modificó la concentración del surfactante (polisorbato 60) para evaluar los cambios en las propiedades fisicoquímicas de la emulsión al variar la concentración del surfactante. A través de pruebas organolépticas, mediciones de pH con un potenciómetro y análisis de viscosidad con un viscosímetro RV, se concluyó que la variación de la concentración del surfactante respecto a la viscosidad es de 2 a 3, por lo que la viscosidad llega a casi triplicarse cuando se duplica la cantidad de surfactante presente en la emulsión. Estos resultados son significativos y muy relevantes en la investigación actual.

**Palabras clave:** Emulsión, Surfactante, Variación

### Introducción

Una emulsión es un sistema disperso heterogéneo compuesto por dos fases líquidas inmiscibles entre sí, donde una fase interna (dispersa) está distribuida en pequeñas gotas dentro de una fase externa (dispersante). Dependiendo de la fase continua, se pueden obtener emulsiones de fase acuosa (O/W) o fase oleosa (W/O) (Friberg y Lapezynska, 1976), y la estabilidad de estas formulaciones dependen del uso de tensioactivos. Estos tensioactivos permiten que las fases inmiscibles se mezclen de manera eficiente al reducir la tensión superficial en la interfase (Griffin, 1949). Para la selección de tensioactivos, el Balance Hidrófilo-Lipófilo (HLB) es una herramienta comúnmente utilizada (Shinoda y Sagitani, 1978), aunque métodos como el punto de inversión de temperatura también pueden proporcionar información valiosa (Marszall, 1976). La lidocaína a pesar de tener múltiples aplicaciones en distintas formulaciones farmacéuticas, es mayormente utilizada como un anestésico local en formas farmacéuticas tópicas debido a su facilidad de aplicación y uso (*Vademecum.es*, 2016), sin embargo al ser una forma farmacéutica semisólida su estabilidad, eficacia y seguridad puede verse afectada más fácilmente que otras formas farmacéuticas tales como las sólidas; por lo que se requiere de una correcta formulación, buenas prácticas de producción y un diligente control de calidad para asegurar la calidad del producto. Dicha calidad depende de múltiples factores extrínsecos tales como la metodología de la elaboración,

los excipientes seleccionados en la formulación, las concentraciones en las que se encuentran dichos excipientes o el control de factores ambientales; e intrínsecos como lo son las propiedades fisicoquímicas del producto terminado (densidad, acidez o viscosidad, etc.) (Lozano, 2012). En el presente proyecto modular se pretende observar y evaluar los efectos sobre la acidez, viscosidad, tipo de emulsión y densidad que se producen al variar las concentraciones del agente surfactante (polisorbato 60), ya que por la naturaleza de la emulsión la fase estabilizadora es la más importante, en la elaboración de una emulsión de lidocaína, para así tener un mejor entendimiento sobre la importancia de elaborar la mejor formulación posible con las cantidades correctas de surfactante.

### Objetivo General

Elaborar una emulsión O/W de lidocaína a partir de 2 formulaciones diferentes en las que varían la cantidad de polisorbato 60 y evaluar los cambios en viscosidad, pH y tipo de emulsión.

### Objetivos Particulares

- Identificar el tipo de emulsión a partir de una prueba de solubilidad del colorante.
- Realizar pruebas organolépticas para evaluar la apariencia y el olor de la emulsión.
- Medir la densidad de la emulsión usando un viscosímetro RV.

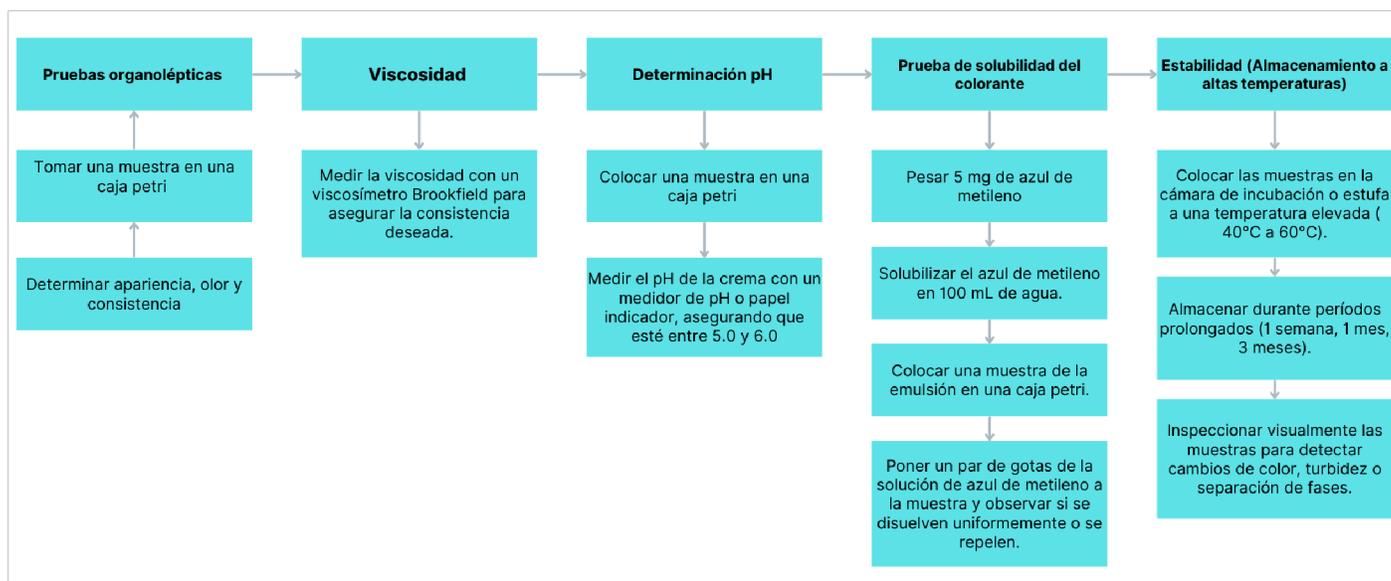
### Metodología



**Figura 1.** Diagrama de elaboración de emulsiones, ilustra el proceso de mezcla de dos líquidos inmiscibles para formar emulsiones estables.

**Tabla 1.** Fórmula de emulsión O/W de lidocaína. (Acofarma, 2013); (Acofarma, 2014); (Acofarma, 2015) 2016).

Nombre químico	Función	Límites (%)	F1 (g)	F2 (g)
Lidocaína	Principio activo	2.5 - 5	5	5
Alcohol cetosteárilico	Co-emulsificante Emoliente	1 - 15	14	14
Parafina líquida	Fase oleosa	1 - 32	8	8
Polisorbato 60	Surfactante	1 - 15	3	6
Metilparabeno	Conservador	0.02 - 1.5	0.05	0.05
Propilparabeno	Conservador	0.02 - 0.6	0.02	0.02
Agua purificada	Fase acuosa	-	69.93	63.93
<b>Total</b>	-	-	100%	100%
<b>HLB del sistema</b>			12.83	14.62



**Figura 2.** Métodos y procedimientos para asegurar que un producto cumpla con los estándares especificados.

## Resultados y Discusión

**Tabla 2.** Reporte de análisis de principio activo, lidocaína.

Prueba	Parámetros	Resultados
Punto de fusión	66-69 °C	67-69 °C
Solubilidad	Soluble en etanol, insoluble en agua	Soluble en etanol, insoluble en agua
Apariencia	Polvo cristalino blanco/amarillo	Polvo de tono blanco

**Tabla 3.** Reporte de análisis de excipientes.

Excipiente	Prueba	Parámetros	Resultados
Alcohol cetosteárilico	Punto de fusión	50 - 55°C	54-55°C
	Apariencia	Sólido blanco, inodoro	Sólido ceroso con aspecto granular, color blanco, inodoro
Parafina Líquida	Apariencia	Líquido amarillento, inodoro	Líquido incoloro ligeramente amarillento que cuenta con una consistencia aceitosa
Polisorbato 60	Apariencia	Líquido transparente, inodoro	Líquido transparente ligeramente amarillento, con un aspecto oleoso y una consistencia oleosa
Metil parabeno	Punto de fusión Apariencia	125-128°C Polvo blanco, inodoro	127-128°C Polvo blanco o ligeramente blanco
Propil parabeno	Punto de fusión Apariencia	95-105°C Polvo cristalino, inodoro	100-102°C Polvo cristalino ligeramente blanco, inodoro

**Tabla 4.** Reporte de análisis de producto terminado F1.

Prueba	Parámetros	Resultados
Organolépticas	Blanco, inodoro, sin grumos	Blanco, inodoro, sin grumos
Viscosidad	-	60940 cP
pH	5-6	5.55
Prueba de solubilidad del colorante	El colorante se distribuye uniformemente en la emulsión	El colorante se distribuyó uniformemente en la emulsión
Temperatura	-	Se espesó a los 40 °C

**Tabla 5.** Reporte de análisis de producto terminado F2.

<b>Prueba</b>	<b>Parámetros</b>	<b>Resultados</b>
Organolépticas	Blanco, inodoro, sin grumos	Blanco, inodoro, sin grumos
Viscosidad	-	177600 cP
pH	5-6	5.7
Prueba de solubilidad del colorante	El colorante se distribuye uniformemente en la emulsión	El colorante se distribuyó uniformemente en la emulsión
Temperatura	-	Se espesó a los 27 °C

Las emulsiones tuvieron un punto de fusión mayor a lo esperado lo cual puede indicar impureza tales como contaminación o productos de degradación presentes en el principio activo, ya sea por una mala manipulación de éste o por malas condiciones de almacenamiento, no obstante, las pruebas de solubilidad dieron resultados satisfactorios. Por otro lado, de acuerdo con la tabla 2 los excipientes utilizados se encontraban dentro de las especificaciones.

Los resultados de la prueba de solubilidad del colorante hidrosoluble muestra que se distribuye uniformemente en la fase acuosa de la emulsión O/W, y en el caso de ambas F1 y F2 la solución de azul de metileno se distribuyó uniformemente en dicha fase acuosa, por lo que se puede observar que el sentido de la emulsión no se modifica por el aumento de concentración de polisorbato 60 de acuerdo a las tablas 2 y 3. Por lo que, coincide con los valores teóricos de 12.83 y 14.62 respectivamente calculados previamente con la fórmula de HLB crítico, que se encuentra entre 8 y 20 para emulsiones O/W. El cambio de concentración de polisorbato 60 no causó ningún fenómeno de inversión de fases.

La viscosidad sufrió un cambio importante tal como se puede apreciar en las tablas 4 y 5, al duplicar la concentración de polisorbato 60 de F1 a F2 la viscosidad subió de 60940 cP a 177600cP, es decir, tuvo un aumento del 291.43%. Cabe mencionar que la concentración del polisorbato 60 fue utilizado dentro de los límites requeridos para tener esa función como agente surfactante

Tal como se aprecia en las tablas 4 y 5, el pH sufrió un ligero aumento de 5.55 a 5.7 al duplicarse la concentración de polisorbato 60, sin embargo, el pH del producto final sigue estando bajo los límites aceptables para una emulsión tópica.



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## Conclusiones

Se puede afirmar que la variación en las concentraciones de surfactante influye significativamente en la viscosidad de la emulsión. Al duplicar la concentración de Polisorbato 60, la viscosidad aumentó un 291.43%. Este incremento en la viscosidad podría mejorar la capacidad de la crema para permanecer en la superficie de la piel por más tiempo, prolongando la liberación y el efecto de la lidocaína, esto es especialmente importante en aplicaciones donde se requiere una acción sostenida, como en el manejo del dolor localizado. Además, el aumento de la viscosidad también mejora la sensación de suavidad en la piel y las propiedades sensoriales del producto, lo que podría aumentar la aceptación por parte de los consumidores. Con respecto a los valores de pH la variación fue mínima, de solo del 0.2%, manteniéndose dentro de los rangos aceptables.

## Referencias

Acofarma. (2013). Fichas de información técnica Tween.

Acofarma. (2014). Fichas de información técnica Nipagin y Nipazol.

Acofarma. (2015). Fichas de información técnica Vaselina líquida.

Acofarma. (2016). Fichas de información técnica Lidocaína base y Lidocaína clorhidrato.

Comisión Permanente de la Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos. (2014). Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos (11ª ed.).

ElementalBotica. (s.f.). Ficha técnica alcohol cetosteárico. AV. Morelos Sur 137, Las Palmas, Cuernavaca, 62050 Morelos, México.

Friberg, S., & Lapezynska, K. (1976). The effect of temperature on the HLB of nonionic surfactants. *Journal of Colloid and Interface Science*.

Griffin, W. C. (1949). Classification of surface-active agents by "HLB". *Journal of the Society of Cosmetic Chemists*.

Lozano, M., Córdoba, D., & Córdoba, M. (2012). Manual de tecnología farmacéutica. Elsevier España.

Marszall, A. (1976). The emulsion inversion point (EIP) of nonionic surfactants. *Journal of Surfactants and Detergents*.

Shinoda, K., & Sagitani, T. (1978). The Phase Inversion Temperature (PIT) of Nonionic Surfactants. *Journal of Colloid and Interface Science*.

Vidal Vademecum. (2016). Lidocaína anestésico local (N01BB02). Vademecum.es. <https://www.vademecum.es/principios-activos-lidocaina+anestésico+local-n01bb02>, Consultado el 18 de septiembre de 2024.

## Comparación de la producción de ácido láctico por *Lactobacillus casei* en medios de cultivo con lactosa de grado reactivo vs. lactosa proveniente de suero de leche

Barrera Ramírez María Fernanda, Martínez Torres Diana Laura, Reyna González Daniela\*, Salazar Cruz Andrea

**Profesores:** Cruz Martínez Patricia, Gutiérrez Nava María Angélica\*

\* Autores de correspondencia: [2203059038@alumnos.xoc.uam.mx](mailto:2203059038@alumnos.xoc.uam.mx)  
[agutz@correo.xoc.uam.mx](mailto:agutz@correo.xoc.uam.mx)

**Módulo:** Obtención de Metabolitos de Interés Industrial para la Salud

### Resumen

El suero, un subproducto de la industria láctea, enfrenta problemas de comercialización. El sector industrial lácteo se ha identificado como uno de los mayores contribuyentes a la contaminación ambiental, debido al vertimiento del lactosuero al agua sin previo tratamiento. El objetivo de este trabajo fue comparar el comportamiento cinético de la producción de ácido láctico en medios de cultivo con lactosa de grado reactivo y lactosa de suero de leche por *Lactobacillus casei*; para ello previamente se inoculó la bacteria y se preparó una fermentación control y una experimental, monitoreando en distintos parámetros (concentración de biomasa, concentración azúcares reductores, pH) para posteriormente evaluar la producción de ácido láctico. De acuerdo con los resultados se determinó una mayor producción de ácido láctico utilizando lactosa de suero de leche.

**Palabras clave:** Ácido láctico, *Lactobacillus casei*, Fermentación.

### Introducción

En las últimas décadas, la preocupación por la conservación del ambiente ha crecido, especialmente en la industria láctea, que es un importante contribuyente a la contaminación del agua, generando aproximadamente 9 L de suero de leche por cada kg de queso producido, lo que equivale a 110 millones de toneladas anuales a nivel mundial (Khan et. al., 2015; Padín & Díaz, 2009). El suero de leche, o lactosuero, es un subproducto claro y amarillento que, a pesar de su abundancia, enfrenta limitaciones en su comercialización, siendo en parte utilizado para alimentación animal y en parte desechado, lo que genera contaminación ambiental (Oreopoulou & Russ, 2007). Este vertimiento sin tratamiento es problemático, ya que el lactosuero contiene nutrientes valiosos que podrían ser aprovechados en fermentaciones industriales (Oreopoulou & Russ, 2007). La fermentación láctica del suero de leche se presenta como una solución viable para su aprovechamiento, permitiendo la obtención de ácido láctico (Mendoza et. al., 2020). Esta investigación tiene como objetivo evaluar la producción de ácido láctico por *Lactobacillus casei* utilizando lactosa de grado reactivo y lactosa de suero de leche, buscando determinar la eficiencia de cada fuente de carbono y optimizar procesos industriales relacionados con subproductos lácteos.

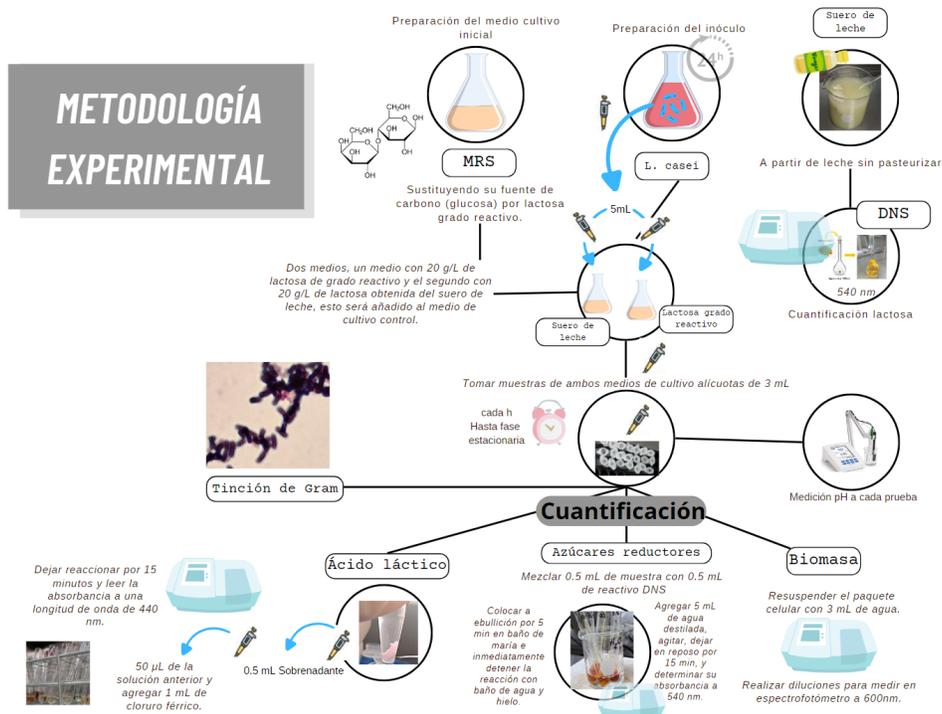
## Objetivo General

Comparar el comportamiento cinético de la producción de ácido láctico en medios de cultivo con lactosa de grado reactivo y lactosa de suero de leche por *Lactobacillus casei*.

## Objetivos Particulares

- Obtener suero de leche a partir de una leche sin pasteurizar.
- Clarificar y desproteínizar el suero de leche para su uso como medio de cultivo, asegurando la eliminación de impurezas, proteínas y sólidos que puedan interferir en el proceso de fermentación.
- Determinar la concentración de lactosa en el suero de leche para confirmar su equivalencia con la lactosa de grado reactivo en términos de contenido de azúcares.
- Realizar un análisis cinético de la fermentación de *Lactobacillus casei* en suero de leche y en un medio de cultivo control con lactosa de grado reactivo para evaluar la evolución de la fermentación.
- Cuantificar la producción de ácido láctico durante la fermentación en ambos medios de cultivo utilizando el método de cloruro férrico para medir la concentración de ácido láctico.
- Comparar los parámetros cinéticos de fermentación, producción de ácido láctico, biomasa, azúcares reductores y pH, de las fermentaciones de *Lactobacillus casei*.

## Metodología



## Resultados y Discusión

### Ácido láctico

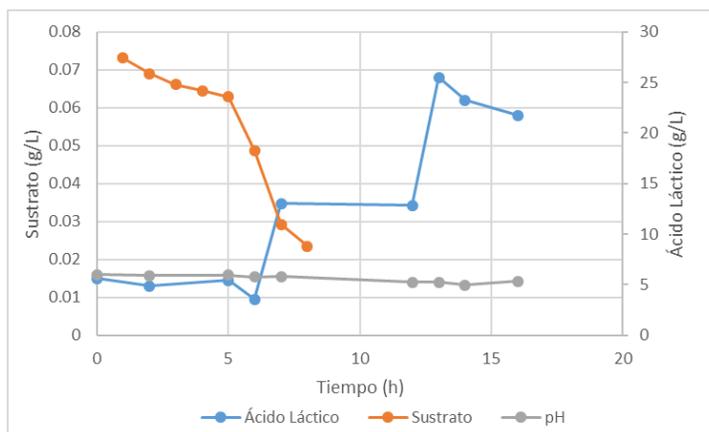
En la figura 1 y 2 se muestra la producción registrada del ácido láctico (AL) en cada sustrato, se puede observar que se obtiene una mayor concentración de este metabolito en la fermentación realizada en suero de leche, la producción más alta de AL en la fermentación control se dió dentro de las primeras 10 horas, mientras que la producción más alta de AL en la fermentación con suero de leche se dió a la hora 25, por lo que tardó más en producir el metabolito pero la concentración obtenida fue mayor.

La producción de AL en la fermentación de suero de leche mostró su pico más alto cuando solamente se había consumido el 33% del sustrato disponible, la figura 1 muestra la tendencia de aumento de producción de AL y la disminución de la lactosa (suero de leche) en el medio.

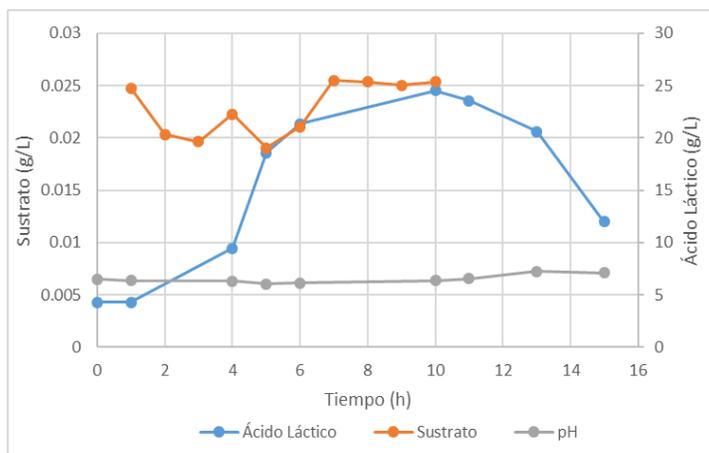
Curiosamente, ocurrió un error al calcular la concentración de lactosa agregada por una falla en la curva de calibración realizada, por lo que se pensó que se agregaron 20 g/L cuando en realidad se agregaron 0.1 g/L, pero esto no es lo que se menciona en la literatura, ya que la producción más alta de AL ocurre a una concentración de 125 g/L (Kim et al, 2006), lo cual no concuerda con el comportamiento en la producción de AL en este experimento, donde existe una mayor concentración del metabolito de interés en un medio de cultivo con menor

concentración de lactosa (suero de leche) que en el medio de cultivo con una concentración de lactosa mayor (2 g/L).

De igual manera, algunos estudios demuestran que una menor producción de AL se debe a la metabolización incompleta de la lactosa disponible y por consiguiente, a una fermentación más prolongada. Lo cual puede explicar el comportamiento observado en la producción de AL de lactosa grado reactivo (Figura 2) (Kim et al, 2006).



**Figura 1.** Cinética de producción de ácido láctico y consumo de sustrato por *Lactobacillus casei* al utilizar lactosa del suero de leche como fuente de carbono.



**Figura 2.** Cinética de la producción de ácido láctico y consumo de sustrato por *Lactobacillus casei* al utilizar lactosa grado reactivo como fuente de carbono.

## pH

Se midió el pH de cada muestra obtenida de ambas fermentaciones y se comparó con la cantidad de ácido láctico producido durante el proceso de fermentación.

En la figura 1 se observa un descenso significativo de pH mientras que la producción de ácido láctico fue aumentando en relación con el tiempo, arrojándonos un buen resultado ya que a mayor producción de ácido láctico se presenta una disminución de pH.

Por otro lado, en la figura 2 obtuvimos un resultado totalmente diferente; el pH si fue disminuyendo mientras que la producción de ácido láctico fue aumentando en la hora 6, sin embargo, después de ese tiempo el pH comenzó a aumentar de manera muy significativa.

### *Determinación de biomasa y concentración de sustrato*

La fermentación tuvo una duración aproximada de 27 h, durante las cuales se obtuvieron muestras para determinar el comportamiento de la bacteria en cada medio, dando como resultado lo observado en la figura 3 y 4. En el medio de cultivo control, notamos una fase exponencial más rápida que la del medio con suero de leche.

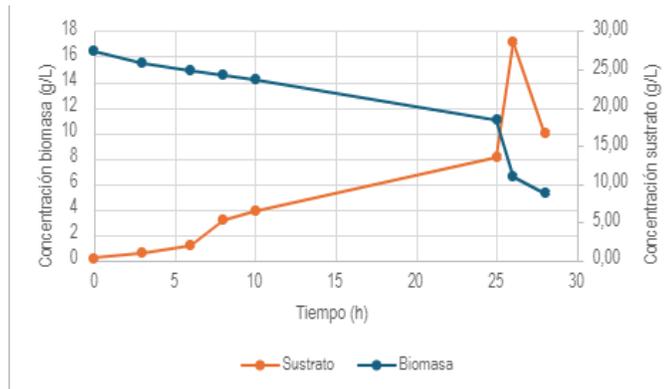
Lo anterior podemos confirmarlo con los datos obtenidos mediante parámetros cinéticos, los cuales podemos observar en la tabla 1 y 2, dando como resultado una velocidad específica de crecimiento ( $\mu$ ) de *Lactobacillus casei* menor en la fermentación con suero de leche, esto refleja la rapidez con la cual se multiplican los microorganismos durante la fermentación, en comparación con lo obtenido por Velázquez et. al, (2015), el valor obtenido es superior pues ellos reportan  $0.06\text{h}^{-1}$ . Sin embargo, es muy similar al obtenido por Tango y Ghaly (1999), quienes reportaron una velocidad específica de crecimiento de  $0.24\text{h}^{-1}$  con *Lactobacillus helveticus* empleando suero de leche como medio de crecimiento. Aunque los resultados obtenidos en nuestras dos fermentaciones no son grandes, sugerimos que su diferencia se debe al uso de sustratos diferentes.

**Tabla 1.** Parámetros cinéticos de la fermentación con control de lactosa grado reactivo.

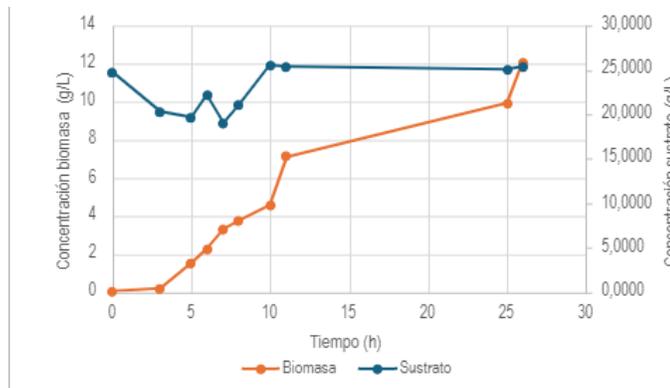
Parámetros cinéticos	
$\mu =$	0.243
Tiempo de duplicación =	2.848
Número de generaciones =	8.426

**Tabla 2.** Parámetros cinéticos de la fermentación con lactosa de suero de leche.

Parámetros cinéticos	
$\mu =$	0.191
Tiempo de duplicación =	3.628
Número de generaciones =	6.890



**Figura 3.** Relación entre el crecimiento de *L. casei* y el consumo de lactosa proveniente del suero de leche.



**Figura 4.** Relación entre el crecimiento de *L. casei* y el consumo de lactosa grado reactivo.

### *Azúcares reductores*

Dentro de la figura 3 y 4, se pudo observar que inicialmente tanto la lactosa control como la de suero de leche tuvieron descensos de sustrato, sin embargo, a partir de la hora 5 el sustrato de la lactosa control comenzó a aumentar gradualmente hasta la hora 10 en el que se mantuvo constante sin tener un cambio significativo hasta la hora 26. En comparación, el suero de leche tuvo un descenso gradual indicándonos que el sustrato fue degradado por el microorganismo hasta la hora 27. Consideramos que el aumento en la concentración del sustrato en el medio de cultivo de lactosa grado reactivo se puede deber a una disminución en el volumen de la fermentación y dado que, se observó una saturación de lactosa se podría explicar en una inhibición del metabolismo del microorganismo (Kim et al, 2006), sin embargo, este aumento es relativo y no se encontró un sustento preciso en la literatura.

Por otro lado, se realizó una comparativa de sustrato y crecimiento, observando una relación lógica entre el aumento de biomasa y el descenso en la concentración de lactosa (suero de leche) indicando una satisfactoria absorción de nutrientes (Figura 3). Mientras que en la figura 4 no se observó un notable aminoramiento de sustrato contra el tiempo por la hipótesis antes mencionada.

### ***Productividad***

Se determinó la productividad del ácido láctico teniendo en cuenta el tiempo de fermentación de los cultivos de *L. casei* con diferentes fuentes de lactosa. Esto con el propósito de evaluar la eficiencia del proceso fermentativo y analizar si la lactosa presente en el suero de leche actúa como un sustrato eficaz para la producción de ácido láctico.

En la tabla 3. Resultados de la productividad y rendimientos de medio control (Lactosa grado reactivo) y medio con lactosa proveniente de suero de leche, observamos los valores de productividad de la lactosa control la cual genera una mayor productividad de ácido láctico, lo cual podría atribuirse a su pureza y disponibilidad más uniforme como sustrato, que facilita una fermentación más eficiente por parte de *L. casei*. En contraste, la lactosa proveniente del suero de leche podría contener impurezas o variaciones en su composición, lo que podría afectar su utilización durante el proceso fermentativo.

### ***Rendimiento***

Se evaluó el rendimiento en la producción de ácido láctico por *L. casei* en ambos cultivos mediante el cálculo de las relaciones biomasa/sustrato y producto/sustrato de ambos cultivos. Con el objetivo de analizar la eficiencia con la que *L. casei* metaboliza el sustrato para generar biomasa celular y ácido láctico, permitiendo identificar la viabilidad y efectividad de la lactosa utilizada en el proceso fermentativo.

En la misma tabla de productividad (tabla 3), se muestra el rendimiento, donde se observa que tanto el rendimiento biomasa/sustrato como el rendimiento producto/sustrato son superiores en el cultivo con lactosa control. Esto podría explicarse por la mayor disponibilidad y calidad de la lactosa control, que permite una metabolización más eficiente por *L. casei*, en comparación con la lactosa proveniente del suero de leche, que puede contener impurezas o variaciones en su composición afectando negativamente su aprovechamiento durante la fermentación.

**Tabla 3.** Resultados de la productividad y rendimientos de medio control (Lactosa grado reactivo) y medio con lactosa proveniente de suero de leche.

	Control	Suero	Unidades
<b>Productividad</b>	0.0013	0.003	
<b>Rendimiento Y x/</b>	5.031	2.205	g/L de <i>L. casei</i> en 1 g/L de lactosa
<b>Rendimiento Y p/</b>	0.01	0.008	g/L de A. láctico en 1 g/L de lactosa

### Conclusiones

La presente investigación ha evaluado la producción de ácido láctico por *Lactobacillus casei* utilizando dos fuentes de carbono: lactosa de grado reactivo y lactosa proveniente de suero de leche. Los resultados indican que la lactosa de grado reactivo no solo favorece un crecimiento más rápido de la biomasa, sino que también resulta en una mayor productividad y rendimiento en la producción de ácido láctico en comparación con la lactosa derivada del suero de leche, sin embargo, el objetivo principal de este estudio fue evaluar en qué sustrato se encontraba una mayor producción de ácido láctico, por lo que se concluye que para fines industriales se encuentra más viable utilizar un sustrato con lactosa proveniente de suero de leche.

La diferencia en el desempeño puede atribuirse a la pureza y calidad más consistentes de la lactosa control, que favorecen una fermentación más eficiente. Por otro lado, la lactosa proveniente del suero de leche, pese a ser una fuente alternativa más económica y sostenible, podría estar limitada por variaciones en su composición o presencia de impurezas que afectan su aprovechamiento durante el proceso fermentativo. Estas observaciones, sugieren que, si bien el suero de leche presenta una opción viable, se requiere una optimización adicional de sus condiciones de preparación para mejorar su rendimiento en la producción industrial de ácido láctico por *Lactobacillus casei*. Estos resultados resaltan lo fundamental que es elegir la fuente de carbono adecuada en los procesos de fermentación, especialmente cuando se trata de aplicaciones industriales donde la eficiencia y la rentabilidad son importantes. Al optar por la lactosa de grado reactivo, se abre la puerta a una producción más efectiva de ácido láctico, lo que no solo beneficia a los productores, sino que también puede tener un impacto positivo en la industria alimentaria y en el campo de la biotecnología. Sin embargo, es importante destacar que el uso de suero de leche, si se estudia y optimiza adecuadamente, podría convertirse en una alternativa viable y sostenible.



## 2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

### Referencias

- García, M., Gómez, L., & Bárzana, E. (1987). Studies on the simultaneous production of single cell protein and polygalacturonase from *Kluyveromyces fragilis*. *Biotechnology Letters*, 9(6), 411–416.
- Khan, S., Deere, D., Leusch, F., Humpage, A., Jenkins, M., & Cunliffe, D. (2015). Extreme weather events: Should drinking water quality management systems adapt to changing risk profiles? *Water Research*, 85, 124–136. <http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2015.08.018>
- Kim, H.-O., Wee, Y.-J., Kim, J.-N., Yun, J.-S., & Ryu, H.-W. (2006). Production of Lactic Acid from Cheese Whey by Batch and Repeated Batch Cultures of *Lactobacillus* sp. RKY2. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 131(1-3), 694–704. <http://dx.doi.org/10.1385/abab:131:1:694>
- Mendoza, V.A., Rosero, E.A., Pineda, J.A. (2020). Obtención de ácido láctico a partir de la fermentación del suero de leche con *Lactobacillus bulgaricus* (Obtaining lactic acid from the fermentation of whey with *Lactobacillus bulgaricus*) MSC. Vicky Alejandra Mendoza. *Revista Biorrefinería*, 3(3). <https://www.cebaecuador.org/wp-content/uploads/2021/06/Biorrefineri%CC%81a-3-60-67.pdf>
- Oreopoulou, V., & Russ, W. (2007). *Utilization of byproducts and treatment of waste in the food industry*. 1st ed. Springer, 316 p.
- Padín, C., & Díaz, M. (2009). Fermentación alcohólica del lactosuero por *Kluyveromyces marxianus* y solventes orgánicos como extractantes. *Revista de Salud y Medio Ambiente*, 29, 110–116.
- Tango, M.S. and Ghaly, A.E. (1999). Effect of temperature on lactic acid production from cheese whey using *Lactobacillus helveticus* under batch conditions. *Biomass Bioenergy*, 16, p. 61–78.
- Velasquez, J.A., Giraldo, G., Padilla, L., & Giraldo, Y. M., (2015). Crecimiento de *Lactobacillus casei* ssp *casei* ATCC 393 en suero clarificado. *Biología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 13(1), 19–27. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1692-35612015000100003&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612015000100003&lng=en&tlng=es)



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## Evaluación de la actividad antibacteriana del aceite esencial de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) y anisillo (*Tagetes micrantha*) contra *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*

Franco Martínez César, García de la Rosa Karla Iliana, García Morgado Yeicatl, Luna Huerta Juan Pablo, Luna González Fredy Iván, Rodríguez Mujica Yael Esteban

**Profesores:** Esquivel Campos Ana Laura\*, Miranda Hernández Jorge Francisco

\* Autores de correspondencia: [2203061618@alumnos.xoc.uam.mx](mailto:2203061618@alumnos.xoc.uam.mx)  
[aesquivel@correo.xoc.uam.mx](mailto:aesquivel@correo.xoc.uam.mx)

**Módulo:** Prevención y Control de la Propagación  
Microbiana

### Resumen

El estudio evaluó la actividad antibacteriana del aceite esencial de canela y del aceite esencial de anisillo contra *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*, en el contexto de la creciente resistencia bacteriana. Este problema representa una amenaza global para la salud pública, ya que bacterias como estas han desarrollado resistencia a los antibióticos convencionales. Ante esta situación, los aceites esenciales son considerados como una alternativa prometedora debido a que poseen metabolitos secundarios con propiedades antimicrobianas. En el experimento, se extrajeron los aceites mediante destilación por arrastre de vapor y se probaron diferentes concentraciones (10%, 30%, 50%, 70% y 90%) para medir su eficacia. Los resultados indicaron que el aceite de canela presentó una actividad significativa contra ambas bacterias, con una concentración mínima inhibitoria de 50% y una concentración mínima bactericida de 70%. Por otro lado, el aceite de anisillo no presentó actividad antibacteriana notable.

**Palabras clave:** *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, Canela, Anisillo, Antibiograma, CMI, CMB

### Introducción

La resistencia antibacteriana es una crisis global que amenaza con revertir décadas de avances científicos, disminuyendo la efectividad de los antibióticos tradicionales. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2021), de no tomarse medidas, se prevé que para el 2050 la resistencia bacteriana cause 10 millones de muertes. Ante esta situación, resulta fundamental explorar nuevas alternativas para combatir infecciones bacterianas, particularmente frente a microorganismos como *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*, bacterias que representan un desafío importante debido a su capacidad para causar infecciones graves y su creciente resistencia a los antibióticos tradicionales.

Una de las alternativas que ha cobrado mayor relevancia en los últimos años, es el uso de aceites esenciales, debido a la elevada concentración de metabolitos secundarios, los cuáles han demostrado diversas actividades biológicas, incluida la actividad antimicrobiana. Asimismo, los aceites esenciales de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) y anisillo (*Tagetes micrantha*), contienen compuestos como el cinamaldehído y la ocimenona, los

cuales han mostrado efectividad al dañar las membranas celulares de bacterias patógenas (Chen et al., 2024; Padalia et al., 2015).

Con base en los antecedentes antes mencionados, el presente estudio pretende evaluar la actividad antibacteriana del aceite esencial de canela y anisillo con un enfoque específico en su efectividad frente a *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli* con el fin de abrir nuevas vías para el desarrollo de tratamientos naturales capaces de combatir la resistencia bacteriana.

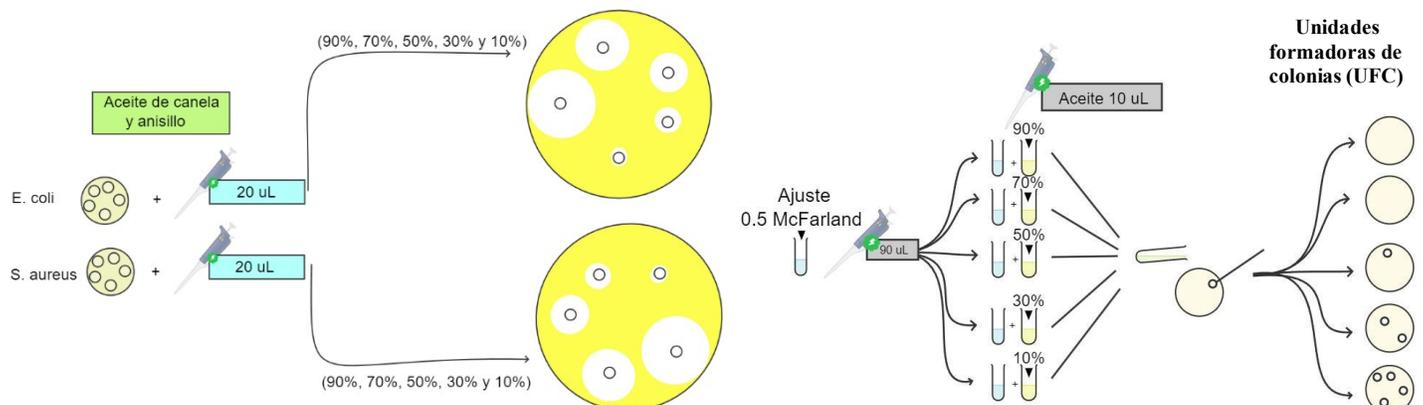
## Objetivo General

Evaluar la actividad antibacteriana de los aceites esenciales de canela y anisillo contra *S. aureus* y *E. coli*.

## Objetivos Particulares

- Extraer 1 mL de aceites esenciales de canela y anisillo por el método de destilación por arrastre de vapor.
- Evaluar concentraciones al: 10, 30, 50, 70, 90 % de cada aceite esencial y su efecto antimicrobiano.
- Cuantificar la CMI y CMB de los aceites esenciales de canela y anisillo por el método de microdiluciones en tubo.

## Metodología



**Figura 1.** Metodología para la elaboración de antibiogramas por el método de Kirby-Bauer (izquierda) y microdilución en tubos (derecha). Los antibiogramas se inocularon con ambas bacterias y se les aplicaron 20 µL de aceite a distintas concentraciones. En la microdilución, se inocularon 90 µL de la bacteria y se añadieron 10 µL de aceite, resemebrándose luego en placas con agar soya tripticaseína. Todas las muestras se incubaron a 37°C por 24 horas.

## Resultados y Discusión

### *Rendimiento del aceite esencial*

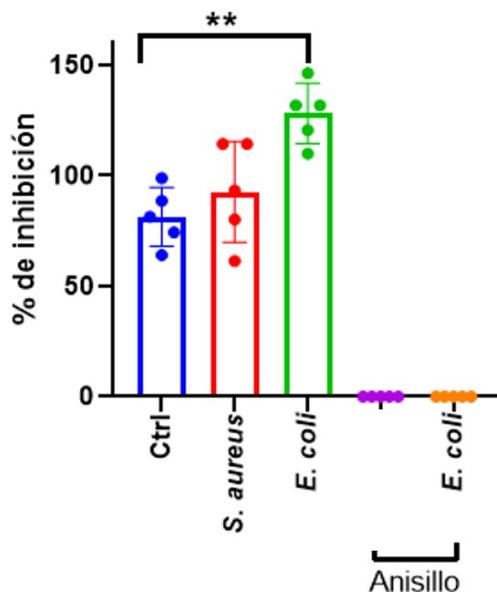
Se obtuvo un rendimiento del 0.5 % para el aceite esencial de canela y 0.52% para el aceite esencial de anisillo. En ambos casos se emplearon 500 g de material vegetal.

### *Análisis estadístico de los antibiogramas*

Se confirmó empíricamente que el aceite esencial de anisillo no mostró actividad antimicrobiana contra *S. aureus* y *E. coli* en ninguna de las concentraciones utilizadas. Para el aceite de canela contra *S. aureus* no se obtuvo diferencia significativa entre esta y el grupo control ( $22 \pm 3.674$  mm en el grupo control;  $25.20 \pm 6.723$  mm *S. aureus*) (ver Figura 2).

En el caso de *E. coli*, se obtuvo que existe diferencias significativas entre *E. coli* y el grupo control para las concentraciones de aceite de canela, donde el valor de  $P= 0.0276$  (ver Figura 2).

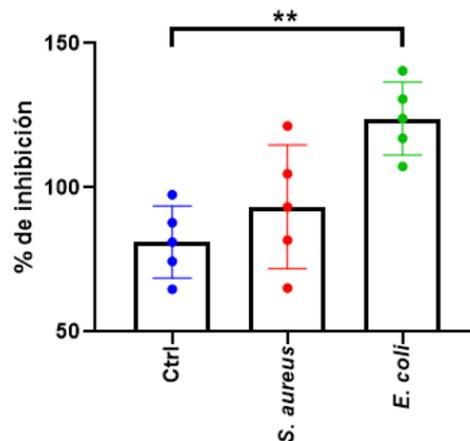
### Efecto antibacteriano del aceite esencial de canela y anisillo



**Figura 2.** Comparación gráfica de la actividad del aceite de canela contra el control (Cefepime). Se presentan los datos individuales, así como la desviación estándar para una  $n=5$  concentraciones por grupo. Se utilizó un one-way ANOVA con una  $P=0.5772$  (*S. aureus*) y  $P= 0.0045$  (*E. coli*), siendo esta última la que obtuvo diferencias significativas con el grupo control. Además, se incluyó al aceite de anisillo a fin de comparar gráficamente su actividad antimicrobiana.

Este ensayo se hizo por duplicado para poder hacer un análisis a través de one-way ANOVA entre los grupos del primer vs el segundo ensayo, en donde se obtuvo que no existen diferencias significativas entre los respectivos grupos, permitiendo saber que el ensayo es repetible y que no hay variables que puedan influir en el halo de inhibición (ver Figura 3).

### Evaluación del primer y segundo ensayo del aceite esencial de canela



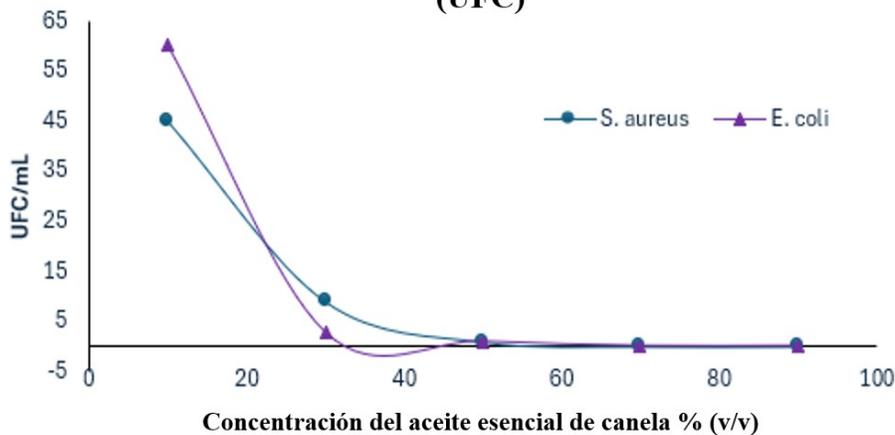
**Figura 3.** Comparación del primer y segundo ensayo del aceite esencial de canela. Se presentan los datos de los resultados comparados, así como la desviación estándar para una n=5 concentraciones por grupo. Se utilizó un one-way ANOVA con una  $P=0.4933$  (*S. aureus*) y  $P= 0.0038$  (*E. coli*), siendo esta última la que obtuvo diferencias significativas con el grupo control y con *S. aureus*.

### *Método de microdilución en tubo para la determinación de la concentración mínima inhibitoria (CMI) y mínima bactericida (CMB)*

Tras la incubación, se realizó una comparación visual de las muestras para identificar el crecimiento bacteriano en cada placa y el recuento de colonias viables. Cabe destacar que en las tres concentraciones más altas de aceite de canela (90%, 70% y 50%), se observó una ausencia total de crecimiento bacteriano en ambas bacterias. En particular, la concentración del 50% mostró la ausencia de crecimiento tanto en *S. aureus* como en *E. coli*, identificándose esta concentración como la mínima bactericida (ver Figura 4). En contraste, la concentración del 30% presentó un crecimiento bacteriano muy reducido, lo que sugiere que podría tratarse de la concentración mínima inhibitoria.

En cuanto al aceite de anisillo, no mostró una actividad antibacteriana notable en las concentraciones evaluadas, por lo que no es posible determinar su capacidad para inhibir el crecimiento bacteriano (Ver figura 4).

### Recuento de unidades formadoras de colonias (UFC)



**Figura 4.** Recuento de bacterias expresado en UFC/mL vs concentración de aceite de canela.

#### *Antibiogramas*

Aunque los resultados del análisis estadístico no muestran diferencias significativas entre el control (Cefepime) y el aceite esencial de canela para *S. aureus*, esto nos indica que presentan la misma potencia antimicrobiana. Por otro lado, para el caso de *E. coli*, que presento diferencias significativas en los 2 ensayos, nos indica una tendencia del aceite a inhibir su crecimiento en mayor medida (ver Figura 2), sugiriendo una mayor potencia antimicrobiana en bacterias gramnegativas. Este efecto podría estar relacionado con la capacidad del cinamaldehído, el principal componente del aceite de canela, para interactuar con los lípidos de la membrana celular de bacterias gramnegativas, afectando su permeabilidad (Chen et al., 2024)

Por otro lado, la falta de actividad antimicrobiana del aceite de anisillo fue un resultado inesperado, ya que se esperaba al menos un leve grado de inhibición. Según la literatura, uno de sus principales metabolitos, la ocimenona, ha demostrado una destacada actividad biológica, afectando principalmente la permeabilidad de la pared o membranas bacterianas (Espinoza *et al.*, 2021). Sin embargo, en este estudio no se pudo determinar ni su potencia ni una concentración capaz de inhibir el crecimiento bacteriano.

#### *Concentración mínima inhibitoria (CMI) y mínima bactericida (CMB)*

Los resultados mostraron que el aceite esencial de canela ejerció un efecto inhibitorio significativo en las concentraciones más altas, identificándose el 50% como la concentración mínima inhibitoria (CMI) y el 70% como la concentración mínima bactericida (CMB) en ambas especies bacterianas (ver Figura 4). Este comportamiento puede atribuirse a la alta concentración de compuestos bioactivos, como el cinamaldehído, que posee propiedades antimicrobianas ampliamente documentadas (Chen et al., 2024; Chang *et al.*, 2020; Upadhyay *et al.*, 2017).

Dado que *S. aureus* es una bacteria grampositiva y *E. coli* es gramnegativa, la eficacia del aceite de canela contra ambas especies nos permite deducir que sus mecanismos de acción, como la permeabilización de la membrana y la inhibición de procesos enzimáticos, no están restringidos a un solo tipo de bacteria. Esto resalta su potencial como agente antimicrobiano de amplio espectro.

Además, el hecho de que las concentraciones del 90%, 70%, 50% y 30% del aceite de canela fueran efectivas indica una relación directa entre la potencia antimicrobiana y la concentración aplicada. La falta de inhibición en las concentraciones más bajas (10%) sugiere la existencia de un umbral mínimo necesario para que los componentes activos del aceite ejerzan su efecto antimicrobiano (ver Figura 4). Esta observación es relevante para futuras aplicaciones, como el uso del aceite como antiséptico, ya que indica que la eficacia está estrechamente relacionada con la concentración, y reducirla por debajo de ciertos niveles puede resultar ineficaz.

Por otro lado, el aceite esencial de anisillo no mostró actividad antibacteriana en ninguna de las concentraciones analizadas, lo que nos permitió plantear varias hipótesis. Una posible explicación es que la sensibilidad de las cepas bacterianas utilizadas no fue suficiente para revelar la actividad del anisillo. Otra posibilidad es que la cantidad de aceite utilizada no fuera adecuada para desencadenar un efecto observable. Además, factores como la época de recolección de la especie vegetal, su tratamiento, el método de extracción y la variabilidad en la proporción de los metabolitos activos en el aceite esencial podrían haber influido en los resultados obtenidos.

## Conclusiones

Los resultados del estudio indican que el aceite esencial de canela contra *S. aureus* y *E. coli* tiene la concentración mínima inhibitoria (CMI) al 50% mientras que la concentración mínima bactericida (CMB) se presenta al 70%, siendo esta concentración y superiores en la que hay una mejor actividad antibacteriana, mostrando así eficacia tanto en bacterias grampositivas como gramnegativas. Estos hallazgos sugieren que el aceite de canela es un candidato prometedor para aplicaciones en el control de bacterias, mientras que el aceite esencial de anisillo no mostró actividad antibacteriana en ninguna de las concentraciones evaluadas en este estudio, por lo que se requieren estudios a concentraciones más elevadas de las realizadas, para determinar si posee actividad antibacteriana.



## 2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

### Referencias

- Chang, H.T., Cheng, Y.H., Wu, C.L., & Chang, S. T. (2020). Evaluation of antifungal and anti-aflatoxigenic activities of cinnamaldehyde. *International Journal of Food Microbiology*, 318, 108464. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2019.108464>
- Chen, X., Liu, P., Luo, X., Huang, A., & Wang, G. (2024). Study on the antibacterial activity and mechanism of Cinnamaldehyde against Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *European Food Research and Technology*, 250(4), 1069–1081. <https://doi.org/10.1007/s00217-023-04446-z>
- Espinoza, M.M., Ronceros, G., & Zavaleta, A.I. (2021). Antibacterial and antifungal activity of essential oils from *Tagetes minuta* and *Tagetes patula* (Asteraceae) cultivated in Peru. *Acta Biológica Colombiana*, 26(3), 373–379. <https://doi.org/10.15446/abc.v26n3.87256>
- OMS. (2021). Resistencia a los antimicrobianos. Who.int; World Health Organization: WHO. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance>
- Padalia, H., & Chanda, S. (2015). Antimicrobial Efficacy of Different Solvent Extracts of *Tagetes erecta* L. Flower, Alone and in Combination with Antibiotics. *Applied Microbiology*, 1(1). <https://doi.org/10.4172/2471-9315.1000106>
- Upadhyay, A., Upadhyaya, I., Kollanoor-Johny, A., & Venkitanarayanan, K. (2017). Combating pathogenic microorganisms using plant-derived antimicrobials: A minireview of the mechanistic basis. *BioMed Research International*, 7617419. <https://doi.org/10.1155/2017/7617419>



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## Análisis de apreciación de los estudiantes de la UAM-X sobre la difusión de mitos de dietas para bajar de peso en redes sociales como TikTok

\*García de Alba Santos María Fernanda Domínguez, Bernabe Yessica Alejandra, Guerrero López Ángela Ximena, Juárez Juárez Carla Fernanda

**Profesores:** Rodríguez Guerrero Verónica\*, Sánchez Herrera Karina

\* Autores de correspondencia: [2233024516@alumnos.xoc.uam.mx](mailto:2233024516@alumnos.xoc.uam.mx)  
[vrodriguezg@correo.xoc.uam.mx](mailto:vrodriguezg@correo.xoc.uam.mx)

**Módulo:** Energía y Consumo de Sustancias  
Fundamentales

### Resumen

En la era digital, las redes sociales se han convertido en una de las principales fuentes de información para millones de personas en el mundo y TikTok ha emergido como una plataforma influyente, donde se comparten rápidamente contenidos de diversa índole. Este proyecto analiza cómo TikTok se ha convertido en un canal principal para la difusión de información sobre la salud y alimentación, donde se difunden mitos sobre dietas y alimentación saludable, lo que puede tener un impacto negativo en las decisiones alimentarias de los usuarios, especialmente en los jóvenes. Este estudio confirma que TikTok ha facilitado la difusión de mitos y la desinformación sobre la alimentación saludable, influyendo en la apreciación y los hábitos de los estudiantes de la UAM-X. A pesar de la exposición a este tipo de contenido, la mayoría de los encuestados demostraron una desconfianza generalizada hacia la veracidad de la información disponible en la plataforma.

**Palabras clave:** TikTok, Mitos, Dietas

### Introducción

Las redes sociales han revolucionado la manera en que las personas acceden a la información, comunicándose de forma rápida y directa sobre una amplia variedad de temas, una de las plataformas que ha tenido un crecimiento exponencial en los últimos años es TikTok, una red social que permite la creación y difusión de videos cortos con un formato atractivo y fácil de consumir, y, según Dopico (2022), plataformas como TikTok, tienen un impacto significativo en la manera en que los usuarios perciben y adoptan comportamientos relacionados con la alimentación, debido a su capacidad para viralizar contenido de manera rápida y masiva.

Este proyecto de investigación tiene como objetivo analizar cómo los estudiantes de la UAM-X aprecian la difusión de mitos sobre dietas para bajar de peso en TikTok; a través de un análisis de contenido de los videos más virales y una encuesta aplicada a los estudiantes de las divisiones de CSH, CBS y CyAD, se busca analizar la desinformación sobre la alimentación en redes sociales y evaluar su impacto en las decisiones alimentarias de los mismos. Como señala Gonzales (2020), la brevedad del contenido en TikTok facilita la difusión de mensajes simplificados que pueden ser engañosos, sacrificando la precisión en favor de la viralidad, lo que contribuye a que los mitos sobre la alimentación se propaguen rápidamente.

## Objetivo General

Analizar el contenido relacionado con dietas para bajar de peso en TikTok, con un enfoque particular en la identificación y difusión de mitos, así como en el impacto de estos en las percepciones y comportamientos alimentarios de los estudiantes de la UAM-X.

## Objetivos Particulares

- Analizar los videos que difunden información falsa sobre mitos de alimentación con el objetivo de dar a conocer la desinformación que existe sobre las dietas para bajar de peso.
- Evaluar la apreciación y el cómo influye en la alimentación de los estudiantes mediante una encuesta.

## Metodología



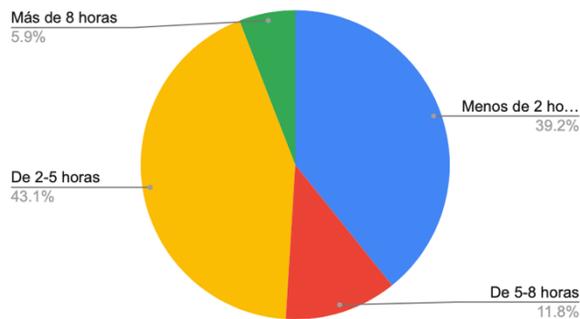
## Resultados y Discusión

**Figura 1, 2 y 3.** Género y división de los encuestados y porcentaje de los que tienen descargada la aplicación TikTok en su celular.

Del total de personas encuestadas, el 72.5% fueron mujeres, el 25.5% hombres y 2% personas no binarias, de igual forma un 69.6% de los encuestados pertenece a la división de CBS, un 20.6% a CSH y el 9.8% a CyAD. La mayoría (88.2%) tiene la aplicación de TikTok instalada.

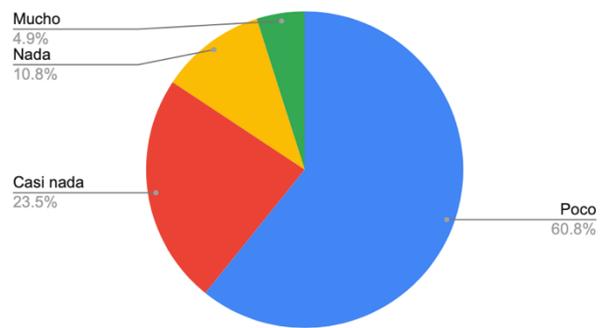
El mayor grupo de encuestados (39.2%) utiliza la plataforma menos de 2 horas al día, lo que sugiere un uso moderado. Un 28.9% usa TikTok de 2 a 5 horas, mientras que un 11.8% la utiliza de 5 a 8 horas, y únicamente el 5.9% la utiliza más de 8 horas. Este uso relativamente alto indica una exposición significativa a contenidos potencialmente engañosos o informativos.

Si la tienes instalada, ¿Con qué frecuencia la utilizas al día?



**Figura 4.** Frecuencia diaria de uso de TikTok entre los encuestados que tienen la aplicación instalada.

¿Qué tanto confías en la información que encuentras en TikTok?



**Figura 5.** Nivel de confianza de los encuestados en la veracidad de la información encontrada en TikTok.

Un 60.8% de los encuestados tiene poca confianza en la información que encuentra en TikTok, lo que refleja una desconfianza generalizada en la veracidad de los contenidos, probablemente debido a la proliferación de fake news o desinformación en la plataforma.

Figura 6 y 7. Autoevaluación de los encuestados sobre su nivel de conocimiento en alimentación saludable y porcentaje de encuestados que siguen cuentas relacionadas con la alimentación saludable en TikTok.

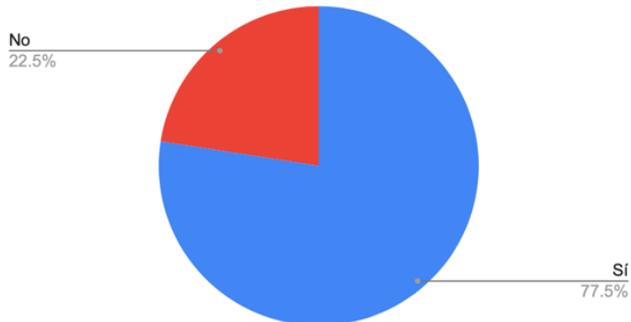
El 46.1% de los encuestados cree tener un conocimiento moderado, mientras que el 15.7% considera tener poco conocimiento y solo un 38.2% considera tener un buen conocimiento, lo que podría influir en la susceptibilidad a la desinformación sobre temas de salud.

Por otro lado, un 68.6% de los encuestados no sigue este tipo de cuentas, lo que podría limitar su exposición a contenidos informativos fiables sobre salud. Sin embargo, el 31.4% sí sigue estas cuentas y esto puede reflejar una búsqueda activa de contenido relacionado con bienestar y alimentación.

Un 77.5% de los encuestados ha visto videos que proporcionan información sobre alimentación saludable, lo que demuestra una exposición amplia a este tipo de contenido, aunque no necesariamente verificado.

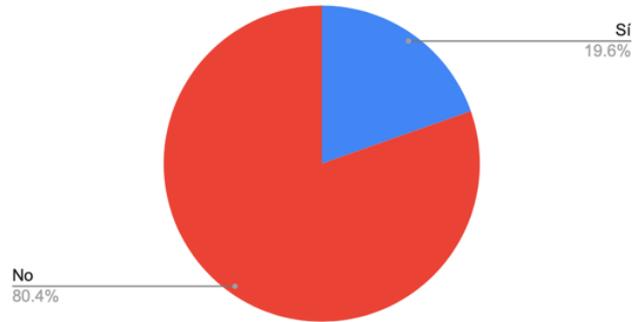
El 80.4% no ha cambiado sus hábitos alimenticios debido a videos de TikTok, lo que sugiere que, aunque están expuestos a este tipo de contenido, no lo consideran lo suficientemente confiable como para modificar su comportamiento.

¿Has visto videos en TikTok que promuevan o proporcionen información de algún tipo sobre la alimentación (dietas, alimentación saludable, etc.)?



**Figura 8.** Visualización de los encuestados que han visto videos en TikTok que promueven o proporcionan información sobre la alimentación, incluyendo dietas y alimentación saludable.

¿Has cambiado tus hábitos de alimentación por videos que has visto en TikTok?



**Figura 9.** Porcentaje de encuestados que han cambiado sus hábitos de alimentación a partir de videos vistos en TikTok.

**Figura 10 y 11.** Porcentaje de encuestados que han compartido comentarios o experiencias relacionadas con la información sobre alimentación saludable en TikTok y comentarios o experiencias de los encuestados relacionados con la información sobre alimentación saludable en TikTok.

La mayoría de los encuestados (94.1%) respondió “No”, lo que sugiere que una gran parte de los participantes no ha tenido experiencias o comentarios significativos relacionados con este tipo de información en TikTok. Esto podría indicar un bajo nivel de interacción con contenido sobre alimentación saludable en la plataforma o la falta de impacto de este contenido en su vida diaria.

La gráfica refleja una mala experiencia sobre la información que circula en TikTok, ya que aproximadamente el 50% respondió que su experiencia fue estar expuesto a información que compromete la salud y el otro 50% a información que no es comprobable. Este dato resalta una apreciación de duda en la audiencia sobre la fiabilidad de la información relacionada con la alimentación en la plataforma, lo cual puede influir en la forma en que utilizan los consejos recibidos y las repercusiones que puede tener en sus hábitos.

**Figura 12.** Porcentaje de encuestados que han reportado contenido en TikTok.

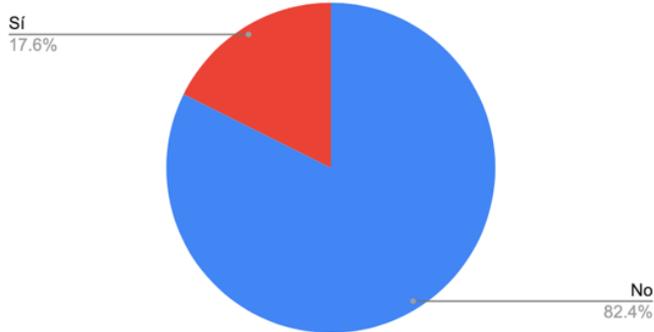
El 73.5% de los encuestados indicó que no ha reportado contenido, el 19.6% no recuerda si lo ha hecho y el 6.9% respondió que sí. Esto sugiere que la mayoría no suele tomar medidas activas para reportar información errónea, lo que podría deberse a falta de conocimiento sobre el proceso o una baja percepción de la necesidad de hacerlo.

**Figura 13.** Razones principales de los encuestados al reportar contenido en TikTok.

En esta gráfica, se muestra que la principal razón para reportar videos es por información falsa (57.1%), mientras que un 42.9% lo hace por “información peligrosa”. Esto indica que cuando los usuarios sí deciden reportar un video, lo hacen principalmente debido a preocupaciones sobre la veracidad o el potencial daño que la información podría causar.

La mayoría de los participantes (82.4%) respondió “No”, lo que indica que la mayoría no sigue recomendaciones sobre salud alimenticia en TikTok, lo que podría estar relacionado con la desconfianza previamente mencionada hacia la veracidad de la información disponible en esta plataforma.

¿Recomiendas la plataforma TikTok para seguir recomendaciones de salud alimenticia?



**Figura 14.** Porcentaje de encuestados que recomiendan TikTok como plataforma para seguir recomendaciones de salud alimenticia.

## Conclusiones

Este estudio confirma que TikTok, como plataforma social de amplio alcance, ha facilitado la difusión de mitos y desinformación sobre la alimentación saludable, influyendo en la apreciación y los hábitos de los estudiantes de la UAM-X. A pesar de la exposición significativa a este tipo de contenidos, la mayoría de los encuestados demuestra una desconfianza generalizada hacia la veracidad de la información disponible en la plataforma. No obstante, algunos usuarios reconocen haber sido influenciados por estos videos, lo que subraya el riesgo latente que representan estos mitos. A través de este análisis, se evidencia la necesidad urgente de estrategias educativas y de verificación de información en redes sociales, para contrarrestar la propagación de prácticas dietéticas incorrectas y promover una mayor conciencia digital y el consumo de contenido basado en evidencia científica es clave para mejorar la toma de decisiones alimentarias entre los usuarios jóvenes.

## Referencias

- Aguilar, R. (2019). Todo sobre TikTok uno de los grandes fenómenos culturales de los últimos años.
- Chaple, C. (2020). TikTok Crosses 2 Billion Downloads After Best Quarter for Any App Ever. Sensor Tower



## 2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

Delgado, P. (2019) La teoría del aprendizaje social: ¿Qué es y cómo surgió? Artículo del Observatorio del Instituto para el Futuro de la Educación.

Dopico, C. (2022). Influencia de las redes sociales en la alimentación saludable. Facultad de Ciencia Económicas y Empresariales. Madrid. 507554.

Galeano, S. (2020). Cómo funciona el algoritmo de TikTok... explicado por TikTok. Marketing4ECommerce. <https://bit.ly/3zb6WQi>

Gonzales, A. (2020). El marketing de influencers en Instagram: análisis de las estrategias comunicativas de marcas e influencers de moda a través de sus publicaciones (Trabajo de fin de grado). Universidad Autónoma de Barcelona.

Organización Mundial de la Salud. (2017). Dieta sana. [https://www.who.int/es/health-topics/healthy-diet#tab=tab\\_1](https://www.who.int/es/health-topics/healthy-diet#tab=tab_1)

Terradez, N. (2020). TikTok: una exploración sobre la difusión de los estereotipos sociales [Trabajo de fin de grado, Universidad de Valladolid].

Vintimilla-León, D.E., & Torres-Toukourmidis, A. (2021). Covid-19 y TikTok. Análisis de la Folksonomía social. RISTI-Revista Ibérica de Sistemas e tecnologías de Información 2021(E40), 15-26.



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## Síntesis del 3,5-diaminoacetilsalicilato de bencilo como potencial antitumoral

Domínguez Cova Alescia Zitka, González de la Cruz Dulce Belén, Ochoa Jiménez Zyanya Paulina\*, Piña Colín Araceli

**Profesores:** Acevedo Hernández Leobardo Iván\*, Martínez Casares Rubria Marlen

\* Autores de correspondencia: [2232027255@alumnos.xoc.uam.mx](mailto:2232027255@alumnos.xoc.uam.mx)  
[lacevedo@correo.xoc.uam.mx](mailto:lacedo@correo.xoc.uam.mx)

**Módulo:** Síntesis y Reactividad de Compuestos Orgánicos

### Resumen

El cáncer tiene una alta incidencia en la población. Tanto el ácido acetilsalicílico como el ácido salicílico presentan ciertas propiedades antitumorales reportadas en diversos estudios y existen derivados con relevancia en la industria farmacéutica. Por lo anterior se desea realizar la homología del alcohol fenílico del éster fenílico del ácido cafeico (CAPE) y del éster fenílico del ácido salicílico (SAPE), al usar el alcohol bencílico y el ácido 3,5-dinitrosalicílico. Se buscó sintetizar el 3,5-diaminoacetilsalicilato de bencilo, que consiste en 3 reacciones: esterificación de Fisher del ácido 3,5-dinitrosalicílico con alcohol bencílico, acetilación del 3,5-dinitrosalicilato de bencilo y reducción de Bechamp del 3,5-dinitroacetilsalicilato de bencilo para obtener 3,5-diaminoacetilsalicilato de bencilo. En este proyecto se obtuvo 3,5-dinitrosalicilato de bencilo como intermediario para la síntesis del 3,5-diaminoacetilsalicilato de bencilo que será el agente potencial antitumoral.

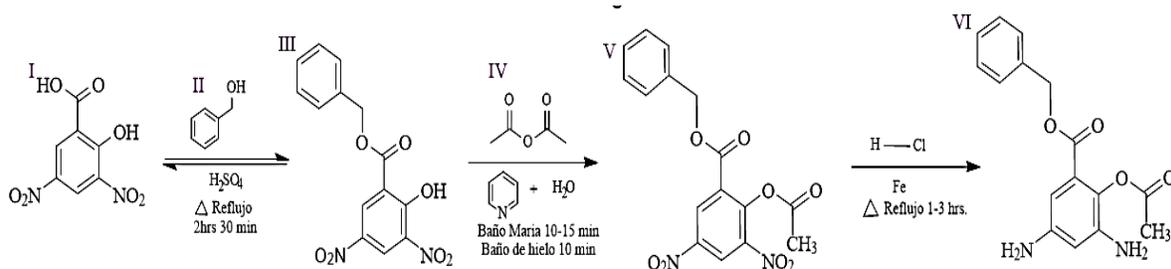
**Palabras clave:** Esterificación de Fisher, 3,5-dinitrosalicilato de bencilo, 3,5-diaminoacetilsalicilato de bencilo

### Introducción

El cáncer es un conjunto de patologías en el que existe una propagación anormal y descontrolada de células (Instituto Nacional del Cáncer, 2021). En México, los cánceres más comunes son el de próstata y mama, cuya incidencia ascendió a más de 195 mil casos en 2020. Se estima que, en el año 2040, el número de casos aumente hasta 80% (INEGI, 2023). El interés en las formas farmacológicas de los salicilatos (como lo son el ácido salicílico y el ácido acetilsalicílico) radica en el efecto selectivo de estos sobre células cancerígenas: han demostrado la disminución de la viabilidad de células de cáncer de piel de ratón en cultivo in vitro (Ausina et al., 2020).

De acuerdo con investigaciones previas, el CAPE tiene un efecto protector hacia el daño tisular en el ovario de la rata (Görkem et al., 2017) y el SAPE inhibe el crecimiento celular en la fase G0/G1 y S, lo que resulta en apoptosis (Das et al., 2022), por lo que presentan propiedades antitumorales in vitro.

En este trabajo se desea obtener el 3,5-diaminoacetilsalicilato de bencilo (**Esquema 1**), el cual es un homólogo del SAPE con el alcohol bencílico, pues la homología es una herramienta útil para el diseño de fármacos mediante equivalentes terapéuticos basados en moléculas preexistentes (Cavasotto & Phatak, 2009).



**Esquema 1.** Reacciones para la síntesis de 3,5-diaminoacetilsalicilato de bencilo en donde I) Ácido 3,5-dinitrosalicílico, II) Alcohol bencilico, III) 3,5-dinitrosalicilato de bencilo, IV) Anhídrido acético y V) 3,5-diaminoacetilsalicilato de bencilo.

## Objetivo General

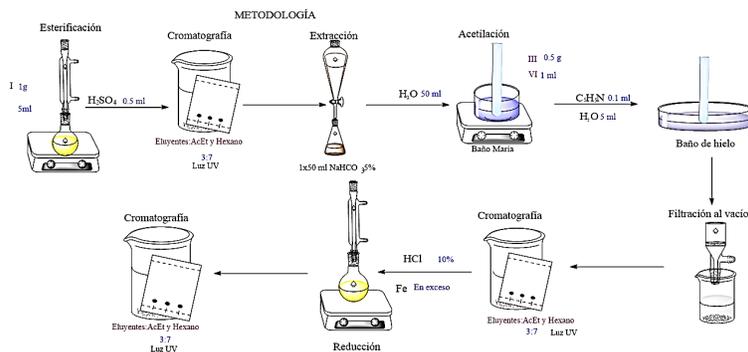
Sintetizar el 3,5-diaminoacetilsalicilato de bencilo como un posible agente antitumoral.

## Objetivos Particulares

- Esterificar el ácido 3,5-dinitrosalicílico con alcohol bencilico mediante una esterificación de Fisher.
- Realizar la acetilación del 3,5-dinitrosalicilato de bencilo.
- Obtener el 3,5-diaminoacetilsalicilato de bencilo mediante la reducción de Bechamp del 3,5-dinitroacetilsalicilato de bencilo.
- Caracterizar los compuestos intermediarios mediante cromatografía en capa fina (CCF) y punto de fusión.

## Metodología

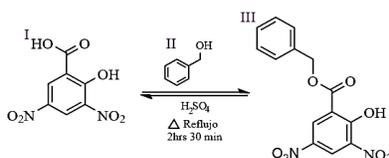
En el **diagrama 1** se esquematiza el procedimiento para la síntesis de 3,5-diaminoacetilsalicilato de bencilo y en el **Esquema 1** se encuentra la reacción global.



**Diagrama 1.** Metodología para la síntesis de 3,5-diaminoacetilsalicilato de bencilo.

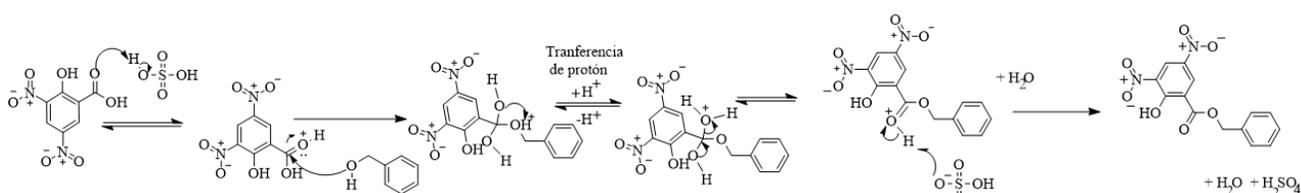
## Resultados y Discusión

Se realizó la esterificación de Fisher por reflujo hasta completar 2hrs y 30 min (**Figura 1**).



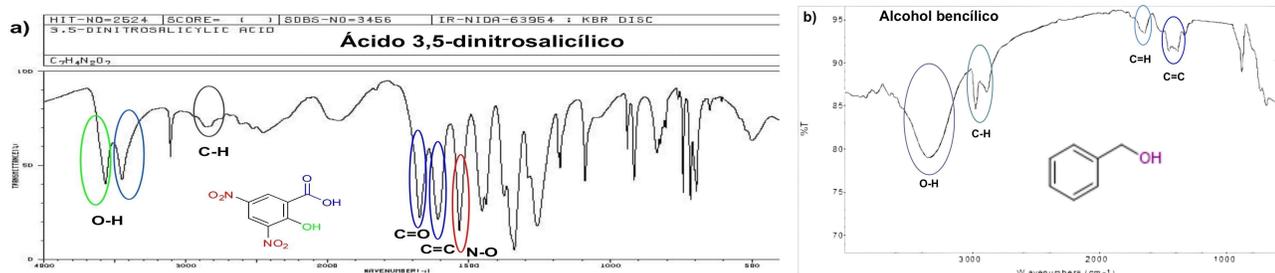
**Figura 1.** Reacción general de la esterificación de Fisher

La reacción de Fisher (**Figura 2**) consiste en la unión de un ácido carboxílico y un alcohol para formar un éster, se lleva a cabo en presencia de un catalizador ácido fuerte que funge como catalizador y se requiere el calentamiento de la disolución (Farmer, 2023).



**Figura 2.** Mecanismo de reacción de la esterificación

La espectroscopía de infrarrojo del ácido 3,5-dinitrosalicílico y del alcohol bencílico (**Figura 3a y b**) ejemplifican algunas bandas esperadas en el producto. Se espera que desaparezcan las bandas correspondientes al enlace O-H del alcohol bencílico y el ácido 3,5-dinitrosalicílico, además, se espera que se forme una nueva banda correspondientes al enlace O-C en el rango de 1750 a 1735, específicamente, este rango corresponde al enlace carbonílico del grupo éster.



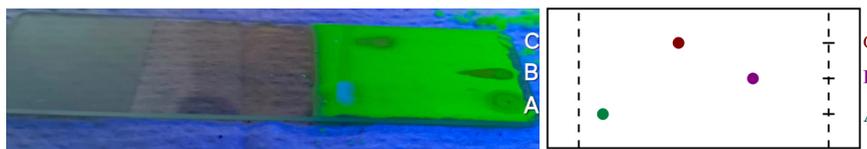
**Figura 3.** a) Espectro infrarrojo (IR) del ácido 3,5-dinitrosalicílico b) espectro IR del alcohol bencílico. Adaptado de: Atlas of Related Products-

Al caracterizar el 3,5-dinitrosalicilato de bencilo se observa un polvo amarillo, es un producto crudo y sin recristalizar. El peso del producto fue 0.234 g (**Tabla 1**).

**Tabla 1.** Descripción del producto obtenido por síntesis del 3,5-dinitrosalicilato de bencilo

	<b>Descripción:</b>	Sólido amarillo
	<b>Rendimiento:</b>	16.8% (producto en crudo)

Se usó como revelador una lámpara de luz ultravioleta y sílica gel con indicador para las cromatoplasmas, con la que se corroboró la conversión completa de reactivos a productos y los factores de retención ( $R_f$ ) fueron:  $A=0.9$ ,  $B=0.3$ ,  $C=0.6$  (**Figura 4**).



**Figura 4.** CCF en donde A corresponde al producto obtenido por síntesis (3,5-dinitrosalicilato de bencilo), B es el ácido 3,5-dinitrosalicílico y C es el alcohol bencílico.

Por otro lado, se realizaron pruebas de solubilidad y no se obtuvo el disolvente ideal. Es importante mencionar que el rendimiento de la reacción fue menor al 20%, respecto a la cantidad de ácido-3,5-dinitrosalicílico (en que reaccionó 1g), lo que nos complicó continuar con los siguientes procedimientos. Por ende, una propuesta es aumentar la cantidad inicial de los reactivos y optimizar la reacción para evitar pérdidas.

Cuando se realizó la extracción líquido-líquido con el embudo de separación, en la fase orgánica (que contiene acetato de etilo con alcohol bencílico) se observaba un precipitado, el cual podría haber sido parte del producto. Sin embargo, no se separó e identificó por CCF, tampoco se determinó el punto de fusión, por lo que no fue posible comprobar que el compuesto corresponde al producto, se sugiere que en un segundo experimento se corrobore que corresponde este precipitado.

Se propone la reducción de los grupos nitro pues existe evidencia de que los nitratos como la nitroaspirina inducen la muerte celular de células metastásicas (Chinnapaka et al, 2019) e inhiben la proliferación y crecimiento de células tumorales en el cáncer de ovario (Selvendiran et al., 2008). Sin embargo, los intermediarios contienen nitritos, los cuales oxidan la hemoglobina de la sangre e impiden el transporte de oxígeno a los tejidos (ATSDR, 2015). Se prefiere que el producto se reduzca pues las amins son precursoras de las amidas, que muestran propiedades analgésicas y antiinflamatorias (Caglieri & Macaño, 2016).

## Conclusiones

El producto que se sintetizó fue el 3,5-dinitrosalicilato de bencilo, se corroboró por CCF al compararlo con alcohol bencílico y con ácido 3,5-dinitrosalicílico, pero quedó pendiente realizar el punto de fusión del ácido 3,5-dinitrosalicílico y del 3,5-dinitrosalicilato de bencilo.



## 2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

Se realizó la esterificación de Fisher, que debido al horario escolar fue imposible realizar la reacción de forma continua. Se recomienda buscar condiciones de reacción que permitan disminuir el tiempo de reacción, como añadir una cantidad mayor de alcohol bencílico, además de prevenir la posibilidad de descomposición del 3,5-dinitrosalicilato de bencilo.

Por motivos externos y falta de tiempo no se realizó la acetilación ni la reducción de Bechamp, tampoco se caracterizaron los productos por infrarrojo (IR). Por lo anterior, se propone realizar las técnicas faltantes, tanto la acetilación como la reducción, para obtener el 3,5-dinitroacetilsalicilato de bencilo y 3,5-diaminoacetilsalicilato de bencilo, además de identificarlos por CCF y caracterizarlos por IR.

## Referencias

ATSDR (Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades). (Septiembre 2015). Resumen de salud pública. Nitrato y Nitrito. [https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs204.pdf](https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs204.pdf)

Ausina, P., Branco, J.R., Demaria, T.M., Esteves, A.M., Leandro, J.G.B., Ochioni, A.C., Mendonça, A.P.M., Palhano, F.L., Oliveira, M. F., Abou-Kheir, W., Sola-Penna, M., & Zancan, P. (2020). Acetylsalicylic acid and salicylic acid present anticancer properties against melanoma by promoting nitric oxide-dependent endoplasmic reticulum stress and apoptosis. *Scientific Reports*, 10(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-76824-6>

Caglieri, S.C., & Macaño, H.R. (2016). Acetilación de aminas alifáticas y aromáticas: estudio teórico. *Información Tecnológica*, 27(2), 105–110. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642016000200013>

Cavasotto, C.N., & Phatak, S.S. (2009). Homology modeling in drug discovery: current trends and applications. *Drug Discovery Today*, 14(13-14), 676–683. <https://doi.org/10.1016/j.drudis.2009.04.006>

Chinnapaka, S., Zheng, G., Chen, A., & Munirathinam, G. (2019). Nitro aspirin (NCX4040) induces apoptosis in PC3 metastatic prostate cancer cells via hydrogen peroxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)-mediated oxidative stress. *Free radical biology & medicine*, 143, 494–509. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2019.08.025>

Das, A.J., Das, M.K., Singh, S.P., Saikia, P.P., Singh, N., Islam, J., Ansari, A., Chattopadhyay, P., Rajamani, P., Miyaji, T., & Deka, S. C. (2022). Synthesis of salicylic acid phenylethyl ester (SAPE) and its implication in immunomodulatory and anticancer roles. *Scientific reports*, 12(1), 8735. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-12524-7>

Farmer, S. (2023) Fischer Esterification. Chemistry LibreTexts. [https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic\\_Chemistry/Supplemental\\_Modules\\_\(Organic\\_Chemistry\)/Carboxylic\\_Acids/Reactivity\\_of\\_Carboxylic\\_Acids/Fischer\\_Esterification](https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry/Supplemental_Modules_(Organic_Chemistry)/Carboxylic_Acids/Reactivity_of_Carboxylic_Acids/Fischer_Esterification)

Görkem, Ü., Togrul, C., Sahin, I., Coskun, B., Ozat, M., Güngör, T., & Devenci, E. (2017). Protective Effect of Caffeic Acid Phenethyl Ester (CAPE) on Ischemia-Reperfusion Injury in Rat Ovary. *International Journal of Morphology*, 35(1), 141–147. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000100023>

INEGI (2023) Estadísticas a propósito del día mundial del cáncer (4 de febrero) Datos nacionales. <https://www.inegi.org.mx/app/saladeprensa/noticia.html?id=8823#:~:text=En%202022%2C%20en%20M%C3%93xico%20se,2012%2C%20a%2068.92%20en%202022.>

Instituto Nacional del Cáncer. (2021) ¿Qué es el cáncer? <https://www.cancer.gov/espanol/cancer/naturaleza/que-es>



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## Síntesis del éster del ácido nicotínico y un derivado del ácido salicílico como posible tratamiento de enfermedades cardiovasculares

Hernández Salgado Rosa Gabriela\* De Dios González Guadalupe Lineth, Gilbon Tlaxcalteco Jedith, Márquez Guerrero Astrid Berenice, Vargas Valencia Ana Daniela

**Profesores:** Acevedo Hernández Leobardo Iván, Martínez Cásares Rubria Marlen\*

\* Autores de correspondencia: [2233700128@alumnos.xoc.uam.mx](mailto:2233700128@alumnos.xoc.uam.mx)  
[rmartinezc@correo.xoc.uam.mx](mailto:rmartinezc@correo.xoc.uam.mx)

**Módulo:** Síntesis y Reactividad de Compuestos Orgánicos

### Resumen

Las enfermedades cardiovasculares representan la primera causa de muerte en el mundo desde hace más de 15 años (IMSS, 2022), estas son un grupo de trastornos del corazón y los vasos sanguíneos, entre las cuales se incluyen las cardiopatías coronarias y congénitas, las trombosis venosas y las embolias pulmonares (OMS, 2024). De acuerdo con el INEGI en 2023 las enfermedades cardiovasculares fueron la principal causa de muerte de hombres y mujeres en México. Por lo anterior, el objetivo general fue sintetizar un compuesto derivado del ácido acetilsalicílico mediante la esterificación de ácido-3,5-dinitrosalicílico y ácido nicotínico para obtener un derivado con posibles efectos biológicos para tratar la dislipidemia y la aterosclerosis. Se llevó a cabo la extracción de ácido nicotínico de su forma farmacéutica, después de la extracción y recristalización, se procedió a realizar una esterificación entre el ácido 3,5-dinitrosalicílico y el ácido nicotínico, el cual se identificó por CCF.

**Palabras clave:** 3,5-dinitrosalicílico, Esterificación, Enfermedades cardiovasculares

### Introducción

Las enfermedades cardiovasculares representan la primera causa de muerte en el mundo desde hace más de 15 años (IMSS, 2022), estas son un grupo de trastornos del corazón y los vasos sanguíneos, entre las cuales se incluyen las cardiopatías coronaria y congénitas, las trombosis venosas profundas y las embolias pulmonares, entre otros (OMS, 2024). De acuerdo con el INEGI (2024), en 2023 las enfermedades cardiovasculares fueron la principal causa de muerte de hombres y mujeres en México. Ante esta alarmante situación, la necesidad de nuevas alternativas terapéuticas es cada vez más evidente.

La dislipidemia es el aumento de las concentraciones plasmáticas de colesterol “malo” (LDL) y una disminución del nivel de colesterol “bueno” (HDL) los cuales contribuyen al desarrollo de aterosclerosis (Davidson y Pradeep, 2023) la cuál puede causar obstrucciones en los vasos sanguíneos por trombos (Thanassoulis y Aziz, 2022). Actualmente, para tratar la dislipidemia se recetan fármacos como las estatinas, las cuales pueden tener algunos efectos adversos como miopatías (rabdomiólisis, mialgias), afectaciones en el hígado, riesgo de accidente cerebrovascular hemorrágico, efectos sobre la función renal, entre otros (Mach et. al., 2019). La relación fundamental entre los trastornos sanguíneos y el sistema cardiovascular tiene su origen en múltiples puntos de



## 2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

contacto, que van del corazón y sus componentes estructurales. Mientras que los componentes celulares de la sangre circulante proceden inicialmente de células progenitoras pluripotenciales; los componentes plasmáticos, que incluyen las proteínas de la coagulación, se originan principalmente en la síntesis hepática y las células endoteliales (Weixian Xu et. al, 2011).

Los salicilatos son fármacos con propiedades antiinflamatorias, analgésicas y antipiréticas como resultado de la inhibición de la enzima ciclooxigenasa (COX), que posibilita la síntesis de prostaglandinas y, mediadores de la inflamación (Chen, 2022). El grupo de compuestos derivados del ácido salicílico son el ácido acetilsalicílico, su acción es antiinflamatoria y analgésica, ya sea para dolores reumáticos, neurálgicos, postraumáticos, posoperatorios y neoplásicos y ayuda a la reducción en la fiebre.

Debido a esto, la síntesis de un éster de ácido nicotínico y un derivado del ácido salicílico puede ser una alternativa con posibles funciones biológicas. El ácido-3,5-dinitrosalicílico (DNS) con posibles efectos biológicos para tratar la dislipidemia y la aterosclerosis. El ácido nicotínico es una vitamina que está presente en la estructura de los cofactores importantes en el catabolismo de carbohidratos, lípidos, proteínas, alcoholes (NAD<sup>+</sup>) y en la síntesis de biomoléculas (NADP<sup>+</sup>). La función que le confiere “popularidad” es la capacidad que tiene para incrementar los niveles de HDL (lipoproteínas de alta densidad), las cuáles aceptan el exceso de colesterol (LDL, lipoproteínas de baja densidad) que contienen algunos tejidos que no pueden metabolizarlos y lo transportan al hígado donde son desechados de la circulación. Esto reduce el riesgo de obstrucciones arteriales (Fernández Falcón et. al. 2015 y Lamon-Fava, 2010).

La técnica de hibridación permite combinar dos mecanismos de acción distintos, y por lo tanto, obtener dos efectos terapéuticos diferentes en una sola molécula (Silverman y Holladay, 2014). Mientras que mediante la reducción de grupos nitro lo que se busca es llegar a formar una amina, teniendo así mayor efecto. Todo esto se diseñó para desarrollar un compuesto útil para pacientes con alta probabilidad de formación de coágulos en el torrente sanguíneo, además de padecer niveles elevados de colesterol y triglicéridos.

### **Objetivo General**

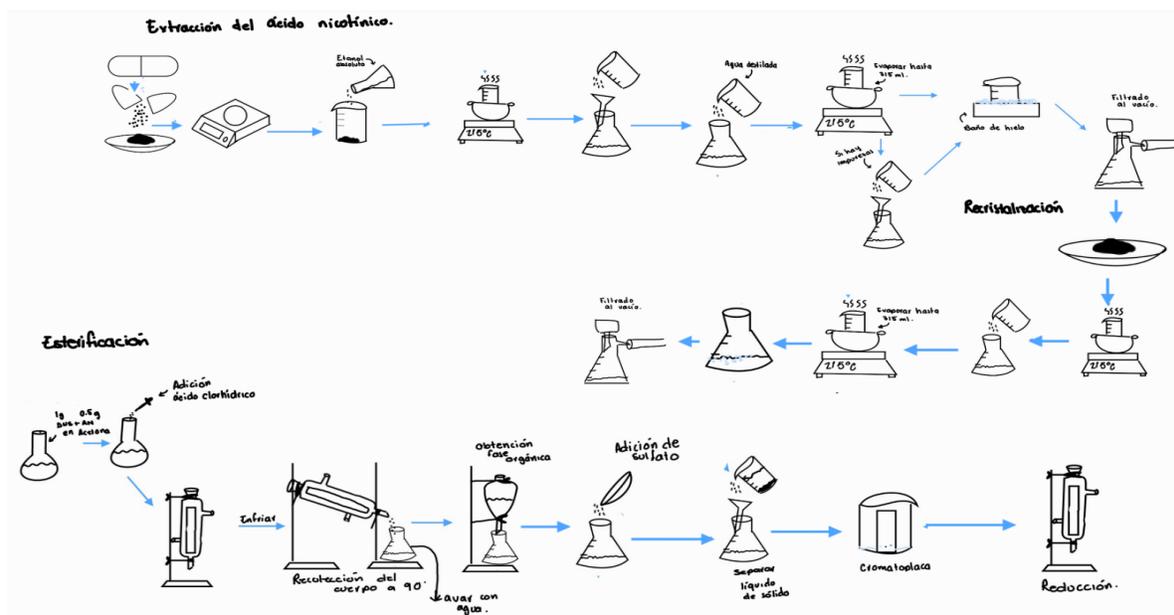
Sintetizar un compuesto derivado del ácido acetilsalicílico mediante la esterificación de ácido-3,5-dinitrosalicílico y ácido nicotínico para obtener un derivado con posibles efectos biológicos para tratar la dislipidemia y la aterosclerosis.

## Objetivos Particulares

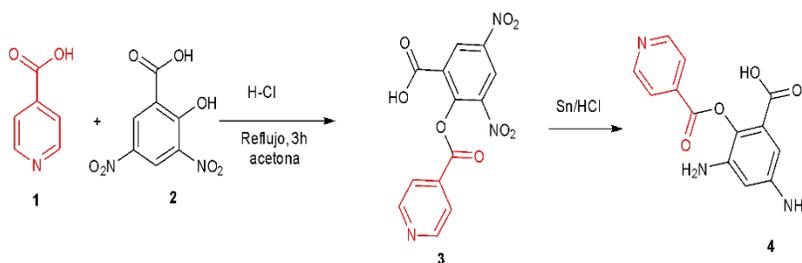
- Extraer y purificar el ácido nicotínico de cápsulas de niacina.
- Sintetizar el ácido 3,5-diamino-2-(isonicotinoiloxi)benzoico mediante una esterificación.
- Realizar una reducción de los grupos nitro para disminuir la toxicidad del compuesto.

## Metodología

En el **Diagrama 1** se esquematiza el procedimiento para la síntesis de 3,5-diaminoacetilsalicilato de bencilo y en el **Esquema 1** se encuentra la reacción global.



**Diagrama 1.** Procedimiento para la síntesis de ácido 3,5-diamino-2-(isonicotinoiloxi)benzoico.

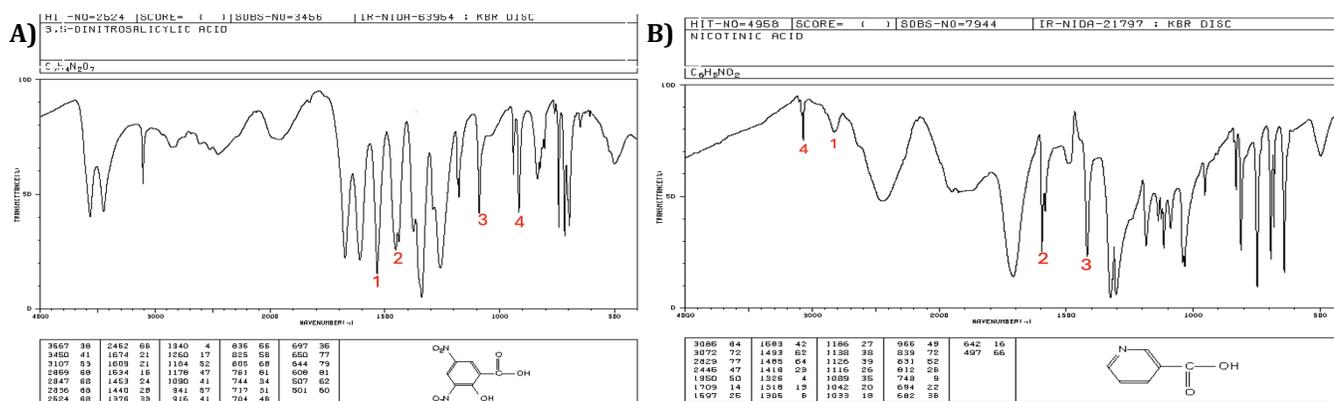


**Esquema 1.** Reacción global del proceso de síntesis del ácido 3,5-diamino-2-(isonicotinoiloxi)benzoico. 1) ácido nicotínico. 2) ácido-3,5-dinitrosalicílico. 3) ácido 3,5-diamino-2-(isonicotinoiloxi)benzoico.

## Resultados y Discusión

### Extracción de ácido nicotínico a partir de cápsulas

Se llevó a cabo la extracción de ácido nicotínico de su forma farmacéutica, obteniéndose un total de 3 gramos del compuesto (60% rendimiento). Para evaluar su pureza, se determinó el punto de fusión, el cual presentó un intervalo amplio, entre 150 °C a 190 °C. Este rango sugiere la presencia de impurezas, así que se llevó a recrystalizar el producto.



**Figura 1.** Espectros de infrarrojo de A) ácido-3,5-dinitrosalicílico y B) ácido nicotínico.

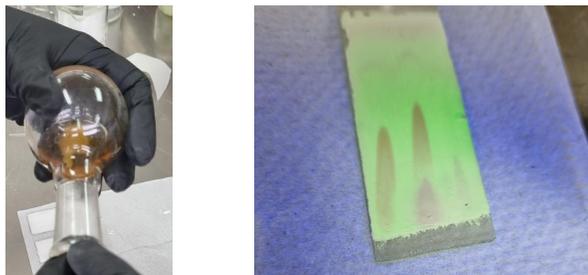
En el espectro infrarrojo del **DNS** la banda 3600-3200  $\text{cm}^{-1}$  se asocia a grupos hidroxilo (1); la banda 1600-1500  $\text{cm}^{-1}$  es de enlaces  $\text{C}=\text{C}$  del anillo bencénico (2); en 1550-1350  $\text{cm}^{-1}$  :los grupos nitro (2); de 1300-1000  $\text{cm}^{-1}$  enlaces  $\text{CO}$  del grupo carboxilo (1). En el espectro infrarrojo del **ácido nicotínico** la banda alrededor de 3300  $\text{cm}^{-1}$  indica la presencia de un  $\text{OH}$  (4); la banda alrededor de 1700  $\text{cm}^{-1}$  es del grupo carbonilo ( $\text{C}=\text{O}$ ) (3); las bandas en la región de 1400-1600  $\text{cm}^{-1}$  corresponden al anillo bencénico (2); las bandas en la región de 3000-3100  $\text{cm}^{-1}$  corresponden a enlaces  $\text{C-H}$  aromáticos (1).

### Recrystalización de ácido nicotínico

A pesar de realizar el proceso de recrystalización, el intervalo de punto de fusión continuó siendo considerablemente amplio (160 °C - 180 °C), indicando que las impurezas no fueron completamente eliminadas.

## Esterificación de Fischer

Después de la extracción y recristalización, se procedió a realizar una esterificación entre el DNS y el ácido nicotínico. La reacción se llevó a cabo mediante un proceso de reflujo por 3 horas. Tras la finalización del reflujo, se obtuvo un compuesto café con un precipitado blanco. Posteriormente, se le realizó una cromatografía para caracterizar los productos obtenidos. Los resultados de la cromatografía no mostraron la presencia del compuesto nuevo (**Figura 2**). Se requieren análisis adicionales para confirmar la identidad y estructura.



**Figura 2.** Reacción final (derecha). Cromatografía en capa fina, no se detectan diferencias (izquierda).

Se concluyó el proyecto en este punto. Se recomienda destilar para aislar el compuesto producido y una reducción adicional para disminuir la toxicidad de los grupos nitro en futuras investigaciones. Las posibles causas por las que la reacción no se llevó a cabo podría ser la temperatura insuficiente durante el reflujo, la temperatura es un factor crucial en la esterificación de Fischer (Z. Khan et. al., 2021). La pureza de los reactivos pudo haber influido. Es posible que el catalizador utilizado no fuera el ideal. Furniss et. al. (1989) sugieren el uso de catalizadores orgánicos ácidos como el ácido p-toluensulfónico. De igual forma, el método de esterificación pudo no haber sido el apropiado; la esterificación de Fischer es buena para alcoholes primarios y secundarios (Furniss et. al., 1989); la reacción de Schotten - Baumann, que es la reacción entre un cloruro de acilo y un alcohol fenólico (en este caso ácido-3,5-dinitrosalicílico) para producir un éster puede ser una mejor elección (Wingrove y Cret, 1981).

## Conclusiones

Se logró extraer ácido nicotínico de cápsulas de niacina, obteniendo un rendimiento del 60%. Con punto de fusión de 160° a 180°C lo que indica la presencia de impurezas, por lo cual se sugiere un proceso de recristalización o considerar métodos alternativos de purificación para futuros estudios. La esterificación entre el ácido 3,5-dinitrosalicílico y el ácido nicotínico no se logró debido a la degradación o haber realizado otro método de esterificación como la metodología de Schotten-Baumann. Se sugiere realizar técnicas de identificación más avanzadas para caracterizar los intermediarios y productos de las reacciones. La reducción de los grupos nitro del DNS y la destilación para aislar el compuesto no se llevaron a cabo debido a limitaciones de tiempo. Estas etapas



## 2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

son cruciales para reducir la toxicidad del compuesto y purificar el producto final. Se recomienda realizarlas en investigaciones futuras para completar la síntesis, identificación y caracterización del éster.

### Referencias

Ácido acetilsalicílico y cardiopatía. (2022). Medlineplus.gov. Recuperado el 8 de septiembre de 2024, de <https://medlineplus.gov/spanish/ency/patientinstructions/000092.htm>

Bushra, R.R., & Bastwrous, A.E. (2024). Effects of Acetylsalicylic Acid on the Gastric Mucosa and the Possible Ameliorative Role of Silymarin in Adult Albino Rat. *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences. D, Histology & Histochemistry*, 16(1), 27–40. <https://doi.org/10.21608/EAJBSD.2024.336980>

Carrión P.C. (2009). Prevención y Tratamiento de Dislipidemias. INSTITUTO NACIONAL DE SALUD PÚBLICA. [https://www.insp.mx/images/stories/INSP/Docs/cts/cts\\_ago.pdf](https://www.insp.mx/images/stories/INSP/Docs/cts/cts_ago.pdf)

Davidson, M.H., & Pradeep, P. (2023). Dislipidemia. Manual MSD Versión Para Profesionales. <https://www.msmanuals.com/es-mx/professional/trastornos-endocrinol%C3%B3gicos-y-metab%C3%B3licos/trastornos-de-los-1%C3%ADpidos/dislipidemia>

Fernández Falcón, L.D., Figueras Savón, A., Carnet García, C., Valls Alvarez, M., & Rodríguez Carballo, A.C. (2015). Niacina. Aspectos esenciales. *Revista Información Científica*, 90(2), 401–414.

Furniss, B.S., Hannaford, A.J., Smith, P.W., & Tatchell, A.R. (1989). *Vogel's Textbook of practical Organic Chemistry*. Great Britain: Longman Scientific & Technical; John Wiley & Sons.

INEGI (2024). Estadísticas de defunciones registradas (EDR). [https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2024/EDR/EDR2023\\_En-Jn.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2024/EDR/EDR2023_En-Jn.pdf)

Lamon-Fava, S. (2010). Effects of Niacin on HDL Metabolism. In: Schaefer, E. (eds) *High Density Lipoproteins, Dyslipidemia, and Coronary Heart Disease*. Springer, New York, NY. [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1059-2\\_18](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1059-2_18)

Mach, F., Baigent, C., Catapano, A.L., Koskinas, K.C., Casula, M., Badimon, L., Chapman, M.J., De Backer, G.G., Delgado, V., Ference, B.A., Graham, I.M., Halliday, A., Landmesser, U., Mihaylova, B., Pedersen, T.R., Riccardi, G., Richter, D.J., Sabatine, M.S., Taskinen, M., Patel, R.S. (2019). 2019 ESC/EAS Guidelines for the management of dyslipidaemias: lipid modification to reduce cardiovascular risk. *European Heart Journal*, 41(1), 111–188. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz455>

Silverman, R.B., & Holladay, M.W. (2014). *The organic chemistry of drug design and drug action* (3rd ed.). Academic Press.

Thanassoulis, G., & Aziz, H. (2022, 5 abril). Aterosclerosis. Manual MSD Versión Para Profesionales. [https://www.msmanuals.com/es-mx/professional/trastornos-cardiovasculares/arteriosclerosis/aterosclerosis#Diagn%C3%B3stico\\_v933862\\_es](https://www.msmanuals.com/es-mx/professional/trastornos-cardiovasculares/arteriosclerosis/aterosclerosis#Diagn%C3%B3stico_v933862_es)

Xu, W., Wang, T.Y., & Becker, R.C. (2011). Enfermedades hematológicas: desde dentro del corazón. *Revista Española de Cardiología*, 64(7), 606–613. ISSN 0300-8932. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2011.02.018>

Wingrove, A.S y Cret, R.L. (1981) "Química Orgánica". Harper and Row. Publishers Inc. N.Y Paginas: 1086 – 1087

Z. Khan, F. Javed, Z. Shamair et al., Current developments in esterification reaction: A review on process and parameters, *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*. <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2021.07.018>



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## Búsqueda, obtención y caracterización de bacterias productoras de pectinasas provenientes de diferentes fuentes naturales ricas en pectina

Reyes Montoya Xanat, Jurado Castro Ali Clay, Rizo Garcia Paulo Balam, Santiago Lopez Christopher Hazel

**Profesores:** De la Torre Hernandez Maria Eugenia\*, Ramirez Saad Hugo Cesar

\* Autores de correspondencia: [2193028869@alumnos.xoc.uam.mx](mailto:2193028869@alumnos.xoc.uam.mx)  
[mdelatorre@correo.xoc.uam.mx](mailto:mdelatorre@correo.xoc.uam.mx)

**Módulo:** Obtención de Metabolitos de Interés Industrial para la Salud

### Resumen

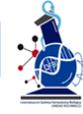
La pectina es un polisacárido utilizado como aditivo natural en diversas industrias de alimentos como gelificante, espesante, estabilizante y emulsificante. Su estructura está conformada por, al menos, un 65% de unidades de ácido galacturónico, además de contener otros azúcares como D-galactosa, L-arabinosa y L-ramnosa. Se encuentra en las paredes celulares de las frutas, especialmente en aquellas que están maduras. Es responsable de proporcionar estructura y firmeza a las frutas, así como de actuar como un agente gelificante en la producción de mermeladas y jaleas. Las frutas ricas en pectina incluyen manzanas, cítricos, bayas y ciruelas. Por su parte, las pectinasas son un grupo de enzimas encargadas de degradar la pectina: poligalacturonasa (PG), pectinesterasa (PE) y pectínliasa. Son producidas mayoritariamente por microorganismos como hongos, bacterias y levaduras involucrados en la descomposición de frutas y vegetales que contienen pectina. Poseen varias aplicaciones en diversas industrias. La industria que más se ha beneficiado con ellas es la alimentaria, particularmente la industria procesadora de frutas y vegetales.

Este trabajo tuvo como objetivo cultivar, seleccionar y aislar bacterias productoras de pectinasas provenientes de tres fuentes ricas en pectina (manzana, nopal y membrillo) en estado de descomposición. Para lo anterior, se tomaron muestras de aprox. 1cm<sup>3</sup> de cada una de las frutas y se prepararon diluciones 1:10 en solución salina, a partir de las cuales se aislaron bacterias productoras de pectinasas. Se hicieron identificaciones morfológicas coloniales y celulares (por tinción de Gram) de cada una de ellas. Se aislaron 3 bacterias pectinolíticas: provenientes de la manzana, 3 de membrillo y 9 de nopal. Se evaluó la capacidad de degradación de pectina de las bacterias aisladas a través de la siembra de inóculos ajustados a una absorbancia de 0.6 a 600 nm en un medio selectivo cuya única fuente de carbono era pectina. Para la visualización de los halos de degradación se empleó una tinción de las placas con yodo-Lugol al 20%. Las bacterias aisladas a partir de nopal y manzana mostraron una mejor capacidad de degradación. Las bacterias aisladas en esta investigación podrían servir como modelo de investigación para alumnos del 11vo Módulo de la licenciatura en QFB de próximas generaciones.

**Palabras clave:** Pectina, Pectinasas, Bacterias pectinolíticas

### Introducción

La pectina es un polisacárido utilizado como aditivo natural en diversas industrias de alimentos como gelificante, espesante, estabilizante y emulsificante de algunos productos como mermeladas, jaleas, yogures, postres lácteos salsas y aderezos (Cuina, s.f.); en la industria farmacéutica también es utilizado como fármacos de liberación controlada, suplementos dietéticos, para la elaboración y desarrollo de cápsulas (Crispín et al., 2022). Su estructura está conformada por, al menos, un 65% de unidades de ácido galacturónico, además de contener otros



## 2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

azúcares como D-galactosa, L-arabinosa y L-ramnosa. Se encuentra de forma natural en diversas frutas. Algunas de las principales se encuentran las manzanas la cual su pulpa puede contener entre un 1-1.5% de pectina, nopales donde el porcentaje de pectina típicamente se encuentra entre el 0.5% y el 1.5% y membrillo el cual suele contener entre un 1-2% de pectina en su pulpa (Bayar et al., 2019). Por su parte, las pectinasas son un grupo de enzimas mixtas específicas: poligalacturonasa (PG), pectinesterasa (PE) y pectínliasa que hidrolizan (convierte el ácido poligalacturónico en ácido monogalacturínico) las sustancias pécticas. Su extracción está mayoritariamente en hongos, bacterias y levaduras involucrados en la descomposición de paredes celulares de la piel de los cítricos (naranjas, limones y mandarinas), manzanas, melocotones y otros vegetales. Algunas géneros bacterianos con capacidad pectinolítica que pueden encontrarse en fuentes ricas en pectina como manzana son *Bacillus* y *Streptococcus* (El-Sayed et al. 2019); en nopal hay especies de *Bacillus* y *Pseudomonas* (Martínez et al. 2019); mientras que en toronja se incluyen de igual manera *Bacillus* y *Pseudomonas* (Rodríguez-García et al. 2018).

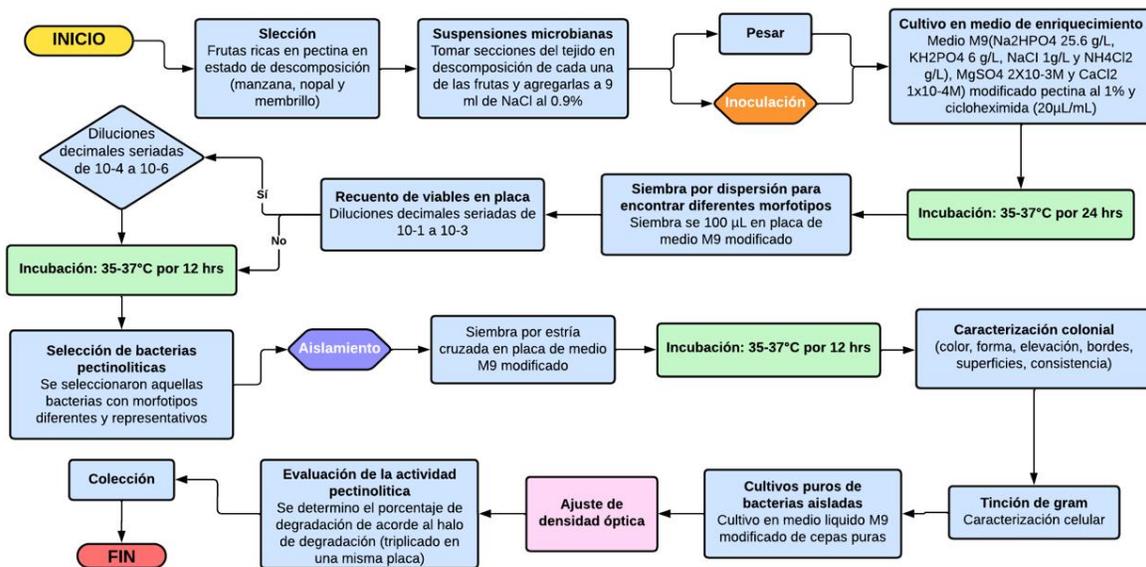
### Objetivo General

Obtención y caracterización morfológica de bacterias productoras de pectinasas de vegetales ricos en pectina.

### Objetivos Particulares

- Seleccionar fuentes naturales en función de su alto contenido de pectina, en estado de putrefacción, y preparar, a partir de ellas, suspensiones bacterianas.
- Cultivar las bacterias provenientes de las fuentes seleccionadas y evaluar su crecimiento por el método de conteo de viables.
- Obtener una colección de cultivos puros de bacterias productoras de pectinasas acompañada de fichas de identificación morfológica colonial y celular de cada una de ellas.

## Metodología



## Resultados y Discusión

### *Preparación y cultivo de bacterias con potencial pectinolítico*

Se prepararon soluciones concentradas de microorganismos a partir del gramo de diferentes fragmentos de cada una de las cada una de las frutas por separado por separado y 9 mL de solución salina (NaCl 0.9 %) estéril. A partir de cada una de ellas se inoculó medio M9 líquido (adicionado con pectina 1% y cicloheximida 20 µL/mL); las suspensiones bacterianas se incubaron entre 35 y 37°C, con agitación orbital constante de 250 rpm, durante 48 horas. A partir de cada una de ellas se inoculó medio M9 líquido (adicionado con pectina 1% y cicloheximida 20 µL/mL); las suspensiones bacterianas se incubaron entre 35 y 37°C, con agitación orbital constante de 250 rpm, durante 48 horas.

### *Evaluación del crecimiento bacteriano por recuento de viables*

Se realizaron diluciones decimales seriadas tomando alícuotas de 100 µL y posteriormente 900 µL de solución salina (NaCl 0.9%) estéril. Las diluciones se sembraron por la técnica de dispersión con un asa de vidrio y se incubaron a una temperatura entre 35-37 °C por 24 a 48 horas.

Se contabilizó un total de 137 colonias en nopal (dilución 10<sup>-8</sup>), 153 en manzana (disolución 10<sup>-7</sup>) y 171 de membrillo (disolución 10<sup>-7</sup>) por lo que obtuvimos 1,370.000,000, 1,530,000,000 y 1,710,000,000 UFC/mL. respectivamente, Se esperaba que la cepa de manzana presenta un mejor crecimiento, sin embargo la cepa que tuvo un mejor desarrollo y crecimiento durante el desarrollo del trabajo fue la cepa de nopal, lo que nos demuestra

que probablemente la cepa de nopal tiene una mejor adaptabilidad o resistencia en las condiciones específicas a la que fue sometida en el cultivo.

### ***Selección y aislamiento de cepas productoras de pectinasas***

A partir de las colonias bacterianas que crecieron en medio selectivo, se realizó una caracterización colonial y celular (por tinción de Gram).

### ***Identificación morfológica colonial y celular***

Además, la breve identificación morfológica nos dice que todas las cepas aisladas son bacilos Gram negativos los cuales debido a la estructura de su membrana puede ser más sencillo el acceso al sustrato y la secreción de proteínas extracelulares por acción de los diversos mecanismos de transporte de proteínas que presentan (Rey Navarro, 2023).

**Tabla 1.** Caracterización morfológica colonial y celular de las cepas seleccionadas y aisladas.

Colonia	Nopal 3	Nopal 4	Nopal 5	Nopal 6	Nopal 7	Nopal 8	Man.1	Man.2	Man.3	Mem.1
Color	Incolora	Amarilla	Amarilla	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora
Forma	Irregular	Circular	Irregular	Irregular	Circular	Circular	Filamentosa	Irregular	Circular	Circular
Elevación	Umbilicada	Convexa	Umbilicada	Plana	Elevada	Convexa	Plana	Elevada	Pulvinada	Elevada
Bordes	Ondulado	Entero	Rizado	Rizado	Entero	Entero	Filamentoso	Ondulado	Entero	Ondulado
Superficie	Lisa	Lisa	Rugosa	Lisa	Lisa	Lisa	Lisa	Lisa	Lisa	Lisa
Consistencia	Dura	Suave	Dura	Mucoides	Mucoides	Suave	Suave	Suave	Suave	Mucoides
Observación microscópica (tinción Gram)										

### ***Degradación de pectina (porcentajes de degradación)***

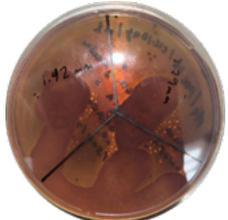
Se realizó un ajuste a la densidad óptica (0.6 a 600 nm) de cada una de las suspensiones bacterianas con el objetivo de hacer una evaluación reproducible de su actividad pectinolítica. Se sembraron por triplicado 20  $\mu$ L de cada una de las suspensiones bacterianas ajustadas en placas de medio M9 suplementado con pectina (1%) y cicloheximida (20  $\mu$ L/mL); se incubaron a temperatura de entre 35 a 37°C, entre 12 a 48 horas.

La degradación de la pectina se evaluó a partir de la formación de halos de degradación de la misma alrededor de las colonias bacterianas, cuya visualización se realizó añadiendo yodo-Lugol al 20% a las placas de medio (Arellano en 2015) como se puede apreciar en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Visualización de halos de degradación y promedio del halo de degradación de pectina.

Colonia	Diámetro de la colonia	Medida de halo de degradación	Promedio halo de degradación	image
<b>Nopal 1</b>	a) 19.49mm b) 20.58mm	a)1.18mm b)1.36mm	1.27mm	
<b>Nopal 2</b>	a) 6.71mm b) <b>altura:</b> 33.89mm <b>ancho:</b> 18.45mm c) <b>altura:</b> 25.29 mm <b>ancho:</b> 14.86 mm	a)1.30mm b)0.74mm c)0.79mm	0.94mm	
<b>Nopal 3</b>	a) <b>altura:</b> 40.46mm <b>ancho:</b> 17.66mm b) <b>altura:</b> 34.56mm <b>ancho:</b> 19.76mm	a) 1.18mm b)1.36mm	1.27mm	
<b>Nopal 4</b>	a) 34.44mm b) 20.48mm c) 21.07mm	a)1.30mm b)0.74mm c)0.79mm	1.27mm	

**Tabla 2.** Visualización de halos de degradación y promedio del halo de degradación de pectina (*continuación*).

Colonia	Diámetro de la colonia	Medida de halo de degradación	Promedio halo de degradación	Image
<b>Nopal 5</b>	a) altura: 40.46mm ancho: 17.66mm b) altura: 34.56mm ancho: 19.76mm c)23.59mm	a)1.19mm b)0.66mm c)0.69mm	0.84mm	
<b>Nopal 6</b>	a. 32.31mm b. 20.24mm c) 27mm	a) 2.96mm b)1.18mm c)2.48mm	2.20mm	
<b>Nopal 7</b>	a)19.49mm b) 20.58mm c) 18.78mm	a)1.18mm b)1.36mm	1.27mm	
<b>Nopal 8</b>	a)26.26mm b)24.86mm c)29.02mm	a)1.31mm b)0.74mm c)0.79mm	0.94mm	
<b>Manzana 1</b>	a)21.28mm b) 23.65mm c) 30.66mm	a)1.18mm b)1.36mm c)1.18mm	1.24mm	

**Tabla 2.** Visualización de halos de degradación y promedio del halo de degradación de pectina (*continuación*).

Colonia	Diámetro de la colonia	Medida de halo de degradación	Promedio halo de degradación	Image
<b>Manzana 2</b>	a) 23.92mm b) 27.68mm c) 22.87mm	a)2.96mm b)1.18mm c)2.48mm	2.20mm	
<b>Manzana 3</b>	a)24.08mm b)22.41mm c)27.05mm	a)1.09mm b)1.40mm c)1.10mm	1.19mm	
<b>Membrillo 1</b>	a)22.45mm b)15.42mm c)19.24mm	a)1.15mm b)0.55mm c)0.84mm	0.84mm	
<b>Membrillo 2</b>	a)14.03mm b)19.09mm c)20.24mm	a)1.0mm b)1.41mm c)1.21mm	1.20mm	
<b>Membrillo 3</b>	a)21.51mm b)24.10mm c)22.12mm	a)1.23mm b)1.02mm c)1.23mm	1.16mm	

Las cepas aisladas de nopal muestran una mayor capacidad para degradar pectina, lo que se traduce en una mayor capacidad de producir enzimas pectinolíticas. Además podemos atribuir que la cepa tiene mejores capacidades frente al medio selectivo debido a que tiene un crecimiento abundante y rápido. Estos resultados desafían las expectativas iniciales, ya que se esperaba que las cepas aisladas de manzana fueran las principales productoras de pectinasas y estas presentan un índice de degradación menor al de la cepa aislada de manzana.

## Conclusiones

1. El método de conteo de viables permitió evaluar el crecimiento proporcionándonos información sobre la diversidad y la densidad bacteriana presente en las frutas, así como su capacidad para crecer en medios de cultivo específicos y su actividad pectinolítica al crecer en un medio donde la única fuente de carbono proporcionada fue la pectina, en donde a partir de las muestras de nopal, manzana y membrillo se obtuvieron 1,370,000,000, 1,530,000,000 y 1,710,000,000 UFC/mL. Respectivamente, siendo indicativo de una alta tasa de crecimiento de bacterias pectinolíticas presentes en cada una de las fuentes, especialmente en membrillo.
2. Se identificaron y se aislaron quince cepas bacterianas con características y morfotipos distintos, cada una proveniente de una fuente de pectina diferente: nueve cepas de nopal, tres cepas de manzana y tres cepas de membrillo en donde se resalta la diversidad bacteriana, así como su capacidad de crecimiento en medios específicos.
3. Las bacterias productoras de pectinasas aisladas a partir de nopal presentaron una mejor degradación de la pectina junto con las cepas de manzana, estas muestran una mejor capacidad de degradación de pectina o una buena capacidad para producir pectinasas en contraste con otras cepas analizadas.

La capacidad de estas bacterias para degradar pectina abre nuevas posibilidades de alternativas para la obtención de pectinasas.

4. Se obtuvo una colección de 15 cepas bacterianas puras de las diferentes fuentes naturales de pectina, la importancia de este objetivo es que establece una base que permitirá la identificación y caracterización precisa, además de facilitar la comparación entre cepas y su posterior utilización como problema eje para próximas investigaciones del módulo

Las posibles bacterias aisladas se podría esperar para la muestra de manzana encontrar especies de *Bacillus* y *Streptococcus*. En el caso del nopal se podrían aislar bacterias como *Bacillus* y *Pseudomonas*. Respecto a las muestras de membrillo se podría encontrar de igual forma *Bacillus* y *pseudomonas*.



## 2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

### Referencias

- Arellano, J., Ilich, S., Salazar, M., Rodríguez, I., Torres, P., & Alarcón, W. (2019). Producción de pectinasas por *Bacillus* spp. a partir de cáscaras de naranja y de toronja como fuente de carbono. DOAJ (DOAJ: Directory of Open Access Journals). <https://doaj.org/article/e09d048481e74bad915ca8683bc28bca>
- Chasquibol-Silva, N., Arroyo-Benites, E., & Morales-Gomero, J.C. (2019). Extracción y caracterización de pectinas obtenidas a partir de frutos de la biodiversidad peruana. *Ingeniería Industrial*, (026), 175–199
- Lasheras, M. S. (2019). Análisis de sistemas pectinolíticos bacterianos. Aislamiento y caracterización de las pectinasas PelA de «*Paenibacillus*» sp. BP-23 E YvpA de «*Bacillus subtilis*» [Tesis Doctoral, Universidad de Barcelona]. En TDX (Tesis Doctorals en Xarxa). [http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/42387/1/TESIS\\_M\\_SORIANO.pdf](http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/42387/1/TESIS_M_SORIANO.pdf)
- Sanchez soto, j. m. (2020). Determinar la presencia de microorganismos patógenos en la guayaba orgánica (*psidium guajava* “variedad ica i”) después de tratamientos de poscosecha lavado y desinfección del centro agropecuario (la granja) del servicio nacional de aprendizaje (sena) de la regional tolima, colombia [: universidad para la cooperación internacional facultad de ciencias de la salud]. <https://www.ucipfg.com/biblioteca/files/original/7ab65ffcf7c0b56c2f1fdce5308679f7.pdf>
- Cuina, G. & (s. f.). Qué es la pectina y su uso en Mermeladas. [www.gadgetsuina.com](http://www.gadgetsuina.com). <https://www.gadgetsuina.com/blog/es/blogs/qu-es-la-pectina-y-su-uso-en-mermeladas-83/>
- Crispín, P.L.M., Caro, R.R., & Ochoa, M.D.V. (2022). Pectina: Usos Farmacéuticos y Aplicaciones Terapéuticas. *Anales de la Real Academia Nacional de Farmacia*, 78(1), 82–97. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4098440>
- Rey, N. (2023). Análisis de sistemas de secreción de proteínas en bradyrhizobia aislados de lupinus spp. de la península ibérica [tesis para optar al título de ingeniero agrónomo, universidad politécnica de madrid]. [https://oa.upm.es/25641/1/pfc\\_victor\\_pastor\\_martin.pdf](https://oa.upm.es/25641/1/pfc_victor_pastor_martin.pdf)



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## Síntesis de un ácido-2-(1- $\{[(2S)$ -2-metil-3-sulfanilpropil]pirrolidin-2-ilcarbonil}-1,4-oxepan-1-il)bencenoico a partir de captopril y ácido salicílico (AS) para mejorar el tratamiento de los pacientes con riesgo cardiovascular elevado

Cardoso Aguilar Ingrid Daniela, Chacón Cruz Zoe Arely, González Cárdenas Alexa, Luna Melo Monserrat Africa, Santillan Tovar Sophia

**Profesores:** Acevedo Hernández Leobardo Iván, Martínez Cásares Rubria Marlen\*

\* Autores de correspondencia: [2232031517@alumnos.xoc.uam.mx](mailto:2232031517@alumnos.xoc.uam.mx)  
[rmartinezc@correo.xoc.uam.mx](mailto:rmartinezc@correo.xoc.uam.mx)

**Módulo:** Síntesis y Reactividad de Compuestos Orgánicos

### Resumen

Las enfermedades cardiovasculares en México representan un grave problema de salud pública. Según datos del INEGI, una de cada cuatro muertes en el país se debe a problemas cardiovasculares (INEGI, 2020).

Para el tratamiento de estos padecimientos se utilizan fármacos como el captopril que actúa como un inhibidor de la enzima convertidora de angiotensina (IECA) controlando la presión arterial, mientras que el ácido acetil salicílico (aspirina) tiene propiedades antiplaquetarias y son recetados en conjunto. Por lo anterior proponemos la síntesis de un híbrido que sea más eficaz para pacientes con alto riesgo cardiovascular mediante la hibridación molecular de captopril y ácido salicílico (AS).

**Palabras clave:** Ácido salicílico, Captopril, Enfermedades cardiovasculares

### Introducción

Las enfermedades cardiovasculares representan un término amplio para los problemas con el corazón y los vasos sanguíneos. Esta afección ocurre cuando la grasa y el colesterol se acumulan en las paredes del vaso sanguíneo (arteria). Llamando a la acumulación “placa”. Con el tiempo, la placa puede estrechar los vasos sanguíneos y causar problemas en todo el cuerpo. Si una arteria resulta obstruida, esto puede llevar a que se presente un ataque cardíaco o un accidente cerebrovascular (Goldman, 2024). Entre estas, las afecciones más comunes son hipertensión arterial, infarto de miocardio y accidentes cerebrovasculares. (INEGI, 2020; García, 2019).

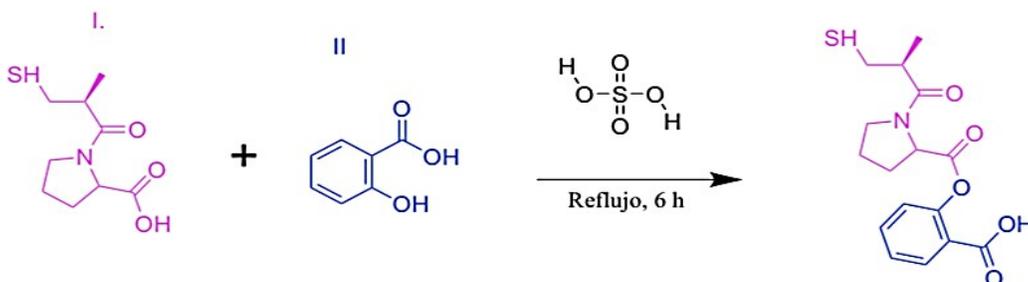
En México, las enfermedades cardiovasculares son una de las principales causas de mortalidad, representando el 25% de las muertes, teniendo una variedad de tratamientos como los inhibidores PCSK9, los cuales tienen como efecto secundario síntomas del tracto respiratorio superior, entre otros, incluyendo el uso de fármacos (Muñoz, 2023). Dentro de los fármacos empleados en el tratamiento de las enfermedades cardiovasculares se encuentran el captopril (un IECA) y el ácido acetilsalicílico (Aspirina), ya que el primero reduce la presión arterial, mientras que el segundo previene la formación de coágulos (Mendoza, 2021; Torres, 2020). Por lo anterior, en esta investigación tiene la propuesta de sintetizar un híbrido entre el captopril y el ácido salicílico mediante una

esterificación de Fischer (**Esquema 1**), empleando la técnica de hibridación molecular y logrando obtener una molécula que combine en su estructura dos partes con actividad farmacológica distinta (híbrido), mejorando así sus propiedades y disminuyendo los efectos secundarios.

**Esquema 1.** Reacción para la síntesis de ácido 2-(1-{{(2S)-2-metil-3-sulfanilpropil}pirrolidin-2-ilcarbonil}-1,4-oxepan-1-il)bencenoico en donde se representa: I)captopril, II)ácido salicílico.

### Objetivo General

Sintetizar un compuesto híbrido con posibles propiedades antihipertensivas, antiinflamatorias y antiagregantes plaquetarios a partir de captopril y ácido salicílico, para poder dar una alternativa al tratamiento de los pacientes con riesgo cardiovascular elevado.

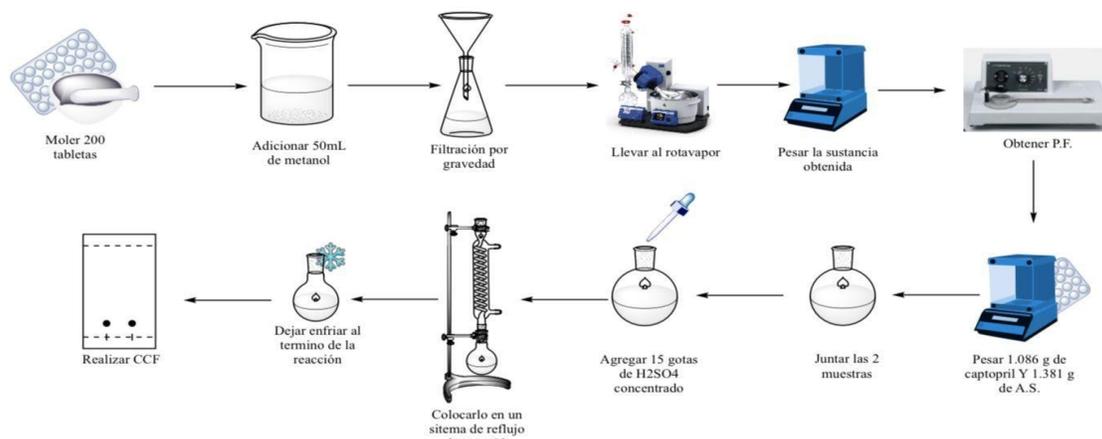


### Objetivos Particulares

- Extraer y purificar captopril a partir de una forma farmacéutica comercial (tabletas).
- Determinar el punto de fusión del captopril.
- Sintetizar un híbrido a partir de los principios activos obtenidos empleando una esterificación de Fischer.
- Identificar captopril por Cromatografía en capa fina (CCF) y caracterizar el ácido-2-(1-{{(2S)-2-metil-3-sulfanilpropil}pirrolidin-2-ilcarbonil}-1,4-oxepan-1-il) bencenoico mediante infrarrojo.

## Metodología

En el diagrama 1 se esquematiza el procedimiento para la síntesis de ácido-2-(1-{{(2S)-2-metil-3-sulfanilpropil}}pirrolidin-2-ilcarbonyl}-1,4-oxepan-1-il)benzoico y en el Esquema 1 se encuentra la reacción global.



**Diagrama 1.** Diagrama de extracción de captopril y esterificación con el AS

## Resultados y Discusión

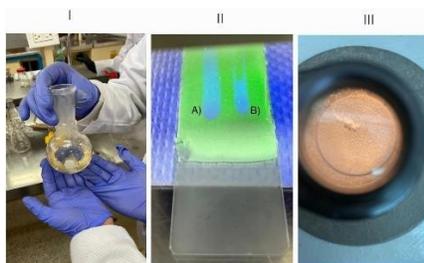
En la **tabla 1** se presentan las observaciones y características del principio activo obtenido en la extracción del Captopril. Se obtuvo el punto de fusión del captopril extraído de las tabletas, dando como resultado un intervalo de 98 grados C a 105 grados C.

**Tabla 1.** Caracterización del principio activo

 <p><b>Captopril</b></p>	Descripción: Polvo blanco, opaco
	Punto de fusión: 98 °C a 105 °C
	Rendimiento: 68%
	Gramos extraídos: 3.8

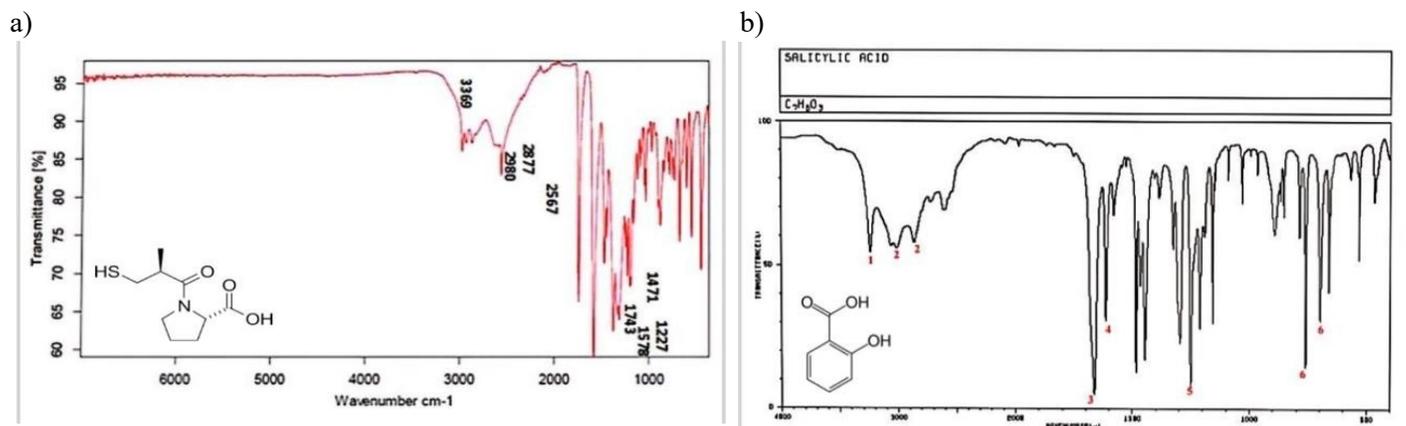
Para la hibridación molecular utilizamos la reacción de esterificación de Fischer, en esta reacción se convierte un ácido carboxílico y un alcohol a un éster, por medio de una sustitución nucleofílica sobre el grupo acilo y se utiliza un ácido como catalizador. En este proyecto utilizamos Captopril y ácido salicílico como reactivos, ácido sulfúrico como catalizador, disueltos en tolueno.

Se logró iniciar el proceso de esterificación de un híbrido de ácido salicílico y captopril durante dos horas. El producto fue una disolución homogénea translúcida amarillenta. Al enfriarse el reactivo en reflujo, se observó el cambio de color (Figura 1-I). En el borde del matraz bola, se formaron pequeñas manchas cafés, sin que se observara ninguna otra alteración en la disolución. Se realizó la identificación por cromatografía en capa fina (CCF) del AS y del avance de la reacción ver, Figura 1-II, sin embargo, por el tiempo de reacción no se logró identificar claramente el término de la reacción.



**Figura 1. I)** Muestra el resultado del reflujo, **II)** Identificación por CCF donde A es el ácido salicílico y B compuesto obtenido después de la reacción, **III)** Muestra el punto de fusión de captopril.

En la Figura 2 se muestran los espectros de Infrarrojo (IR) en la Figura 2-a se muestra picos de los grupos funcionales característicos del captopril en: 3300-3500  $\text{cm}^{-1}$  (O-H y N-H), 3000-2800  $\text{cm}^{-1}$  (C-H) y 1700-1500  $\text{cm}^{-1}$  (C=C y C≡N) y en la Figura 2-b se muestran los picos de los grupos funcionales característicos del ácido salicílico en 3400-3200  $\text{cm}^{-1}$  (O-H), 1750-1650  $\text{cm}^{-1}$  (C=O) y 1600-1500  $\text{cm}^{-1}$  (C=C).



**Figura 2.** Infrarrojo de a) captopril y b) ácido salicílico



## 2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

### Conclusiones

Se logró extraer captopril con un 68% de rendimiento. La reacción de esterificación no se completó, debido a que este proceso necesita de aproximadamente 6 horas en reflujo y por límite de tiempo solo estuvo 2 h bajo reflujo. Para una próxima investigación se recomienda dejar los reactivos bajo reflujo por más tiempo, aproximadamente 6 h y optimizar las condiciones de reacción.

### Referencias

- American Heart Association. (2023). Tipos de medicamentos para el corazón Recuperado 8 de septiembre de 2024, <https://www.goredforwomen.org/es/health-topics/heart-attack/treatment-of-a-heart-attack/cardiac-medications#:~:text=Tipos%20de%20medicamentos%20para%20el%20coraz%C3%B3n%201%20Anti%20coagulantes,%20%28o%20inhibidores%29%20%28Tambi%C3%A9n%20conocidos%20como%20AR%20A%29%20>
- Berenbaum, M.C. (1989). What is synergy? *Pharmacological Reviews*, 41(2), 93–141.
- Carrión, C. (2009). Prevención y tratamiento de enfermedades cardiovasculares. Cuidando Tu Salud, Instituto Nacional de Salud Pública. [https://www.insp.mx/resources/images/stories/INSP/Docs/cts/cts\\_sep.pdf](https://www.insp.mx/resources/images/stories/INSP/Docs/cts/cts_sep.pdf)
- Chou, T.C. (2010). Drug combination studies and their synergy quantification using the Chou-Talalay method. *Cancer Research*, 70(2), 440–446.
- Fine, N. (2022). Fármacos para la Insuficiencia Cardíaca. Manual MSD Versión Para Profesionales.
- Fundación Española del Corazón (2023) Estatinas. Recuperado el 18 de septiembre de 2024, de <https://www.msmanuals.com/es/professional/trastornos-cardiovasculares/insuficiencia-card%C3%ADaca/f%C3%A1rmacos-para-la-insuficiencia-card%C3%ADaca>
- Goodman, L.S., & Gilman, A. (2017). Goodman & Gilman's: The Pharmacological Basis of Therapeutics (13th ed.). McGraw-Hill Education. Consultado el 01 de septiembre del 2024. <https://fundaciondelcorazon.com/informacion-para-pacientes/tratamientos/estatinas.html>
- INEGI. (2023). Estadística de defunciones registradas. En INEGI. Recuperado 8 de septiembre de 2024, de [https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2024/EDR/EDR2024\\_1erT.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2024/EDR/EDR2024_1erT.pdf)
- Patrono, C., & Rocca, B. (2009). Aspirin: New cardiovascular uses for an old drug. *American Journal of Medicine*, 122(5), 407–410.
- Rang, H.P., Dale, M.M., Ritter, J.M., Flower, R.J., & Henderson, G. (2015). Rang & Dale's Pharmacology (8th ed.). Elsevier.
- Vane, J.R., & Botting, R.M. (2003). The mechanism of action of aspirin. *Thrombosis Research*, 110(5-6), 255–258.
- Viegas-Junior, C., Danuello, A., da Silva Bolzani, V., Barreiro, E.J., & Fraga, C.A. (2007). Molecular hybridization: A useful tool in the design of new drug prototypes. *Current Medicinal Chemistry*, 14(17), 1829–1852. <https://doi.org/10.2174/092986707781058805>
- World Health Organization: WHO. (2021, 11 junio). Enfermedades cardiovasculares. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sh>



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## Extracción y aislamiento del ácido ursólico a partir del *Rosmarinus officinalis*

Sánchez Rodríguez Sergio, Valencia Jiménez Thaily Mariana, Montes Juárez Itzel, García Manzano Kaylie Analí, Aguirre Nava Andrea

**Profesores:** Manzo Duran Rubiceli; Zavala Sánchez Miguel Ángel\*

\* Autores de correspondencia: [2223059374@alumnos.xoc.uam.mx](mailto:2223059374@alumnos.xoc.uam.mx)  
[mzavala@correo.xoc.uam.mx](mailto:mzavala@correo.xoc.uam.mx)

**Módulo:** Obtención de Compuestos Orgánicos de Interés Farmacéutico

### Resumen

El romero (*Rosmarinus officinalis*) contiene diversos compuestos activos, entre ellos el ácido ursólico (AU), un triterpeno con notables propiedades antioxidantes y antiinflamatorias. Esta investigación tuvo como objetivo la extracción y purificación del AU. El proceso comenzó con la obtención del extracto de hojas secas de romero mediante maceración y extracción por reflujo. Posteriormente, se aisló y purificó el AU mediante cromatografía en columna y cristalización. Finalmente, se realizaron pruebas de identificación como cromatografía en capa fina (TLC), determinación del punto de fusión y espectroscopía de infrarrojo (IR). Los resultados mostraron un rendimiento del 0.73% (0.144 g de AU por 19.86 g de extracto). El punto de fusión del AU aislado (278-282°C) fue cercano al valor estándar, y el espectro IR presentó las bandas características del AU, lo que sugiere que se extrajo y aisló el triterpeno AU.

**Palabras clave:** Romero, Ácido ursólico, Extracción

### Introducción

Las plantas son recursos con aplicaciones importantes en diversas áreas, como la alimentación, la cosmética y la medicina. Su uso en la medicina es particularmente relevante, ya que pueden ofrecer beneficios terapéuticos significativos. Entre estos recursos, el romero *Rosmarinus officinalis*, cuyo término se deriva del griego “rhops y myrinos” que significa “arbusto marino” (Whitlock, 2023). Es originario de la región mediterránea, pertenece a la familia Lamiaceae, es un arbusto cuyo tallo, puede alcanzar dos metros, está cubierto por una corteza grisácea (Avila et al., 2011). El romero es conocido por su rica y diversa composición química, que incluye una amplia gama de compuestos activos como fenoles, diterpenos, triterpenos y aceites esenciales. Estos compuestos son responsables de sus propiedades aromáticas y beneficiosas para la salud. En particular, el ácido ursólico, un triterpeno encontrado en el romero, ha atraído una atención considerable debido a sus destacadas propiedades antioxidantes y antiinflamatorias. Investigaciones científicas han confirmado que el ácido ursólico no solo contribuye a los efectos terapéuticos del romero, sino que también posee un potencial significativo para el desarrollo de productos farmacéuticos. La extracción y el estudio del ácido ursólico es de gran importancia para aprovechar sus propiedades beneficiosas en aplicaciones farmacéuticas. Comprender y perfeccionar los métodos

para aislar este compuesto es esencial para maximizar su potencial y explorar nuevas oportunidades para su uso en el desarrollo de tratamientos innovadores y efectivos.

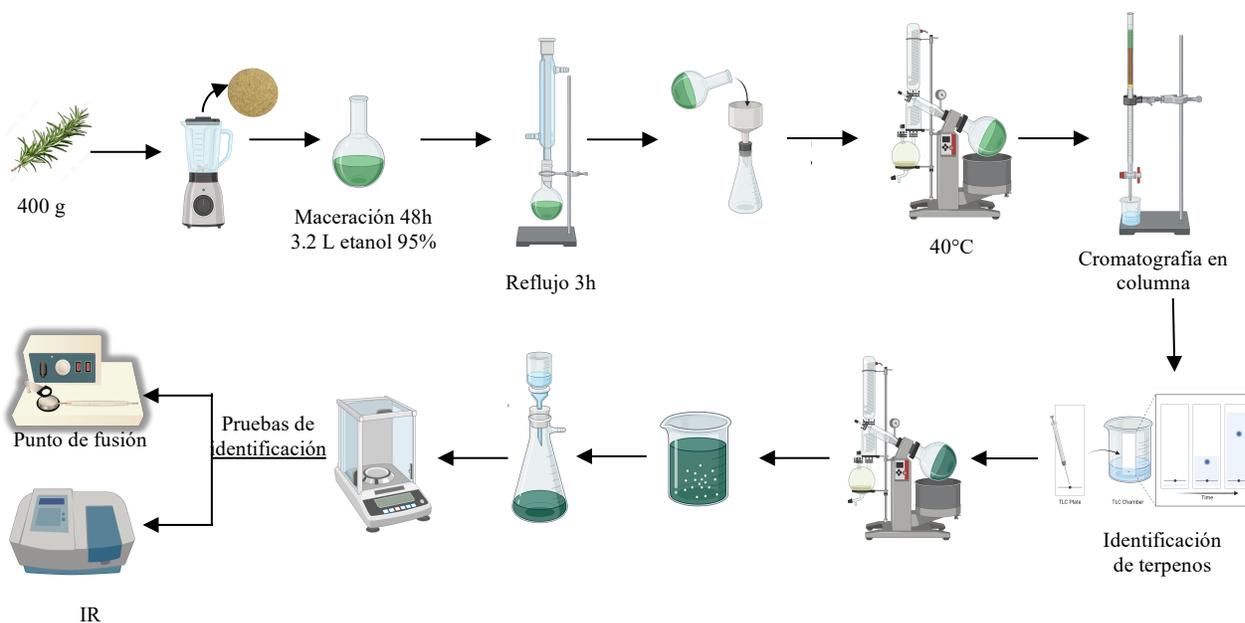
## Objetivo General

Extraer, aislar y purificar el ácido ursólico del *Rosmarinus officinalis* por un proceso de maceración y extracción a temperatura de reflujo.

## Objetivos Particulares

- Aplicar y ajustar metodologías existentes para una eficiente extracción del ácido ursólico.
- Purificar y aislar el ácido ursólico por cromatografía en columna.
- Realizar pruebas cromatográficas y de instrumentación para la identificación y caracterización del ácido ursólico.

## Metodología



**Figura 1.** Abstract gráfico de la metodología aplicada.

## Resultados y Discusión

### *Extracción por reflujo y concentración*

En la Tabla 1 se presentan los resultados de la extracción del romero en etanol. El rendimiento obtenido en este proceso fue de 21.44% en peso seco del extracto. Un rendimiento bueno considerando el tiempo de macerado y reflujo. Al combinar dos técnicas diferentes se lograron mejores resultados según lo reportados por González (2013) el cual concluyó que los mejores rendimientos se obtienen al someter el romero a un proceso de maceración de 48 horas en 100% etanol, con un rendimiento promedio de 14.56%.

**Tabla 1.** Rendimiento de la extracción de romero en etanol.

Romero molido	Extracto y gel de sílice	Extracto	Rendimiento de la extracción
400g	130.5g	85.78g	21.44%

### *Presencia de terpenos en las fracciones de la cromatografía en columna*

En la Tabla 2 se muestran los resultados de pruebas de identificación de terpenos por TLC donde se usó como revelador vainillina-ácido sulfúrico, dando un color azul las pruebas (+). Se pudo identificar la presencia de terpenos en la fracción 7, 8, 9 y 10. Teniendo una mayor concentración de estos en la fracción número 8.

**Tabla 2.** Identificación de terpenos en las fracciones obtenidas de la cromatografía en columna.

Fracción	Columna 1 y 2
1	-
2	-
3	-
4	-
5	-
6	-
7	+
8	++
9	+
10	+
11	-
12	-
13	-
14	-
15	-

(-): ausencia de terpenos, (+): presencia de terpenos

### Pruebas de identificación y rendimientos

En la Tabla 3 se muestra que el punto de fusión del ácido ursólico aislado que fue de 278-282°C, mientras que el punto de fusión estándar para este compuesto es de 284°C (Lide, 2003). La cercanía entre el punto de fusión determinado y el estándar sugiere que la muestra probablemente contiene ácido ursólico. Sin embargo, la diferencia observada podría deberse a la presencia de una pequeña cantidad de humedad en la muestra o a la presencia de impurezas.

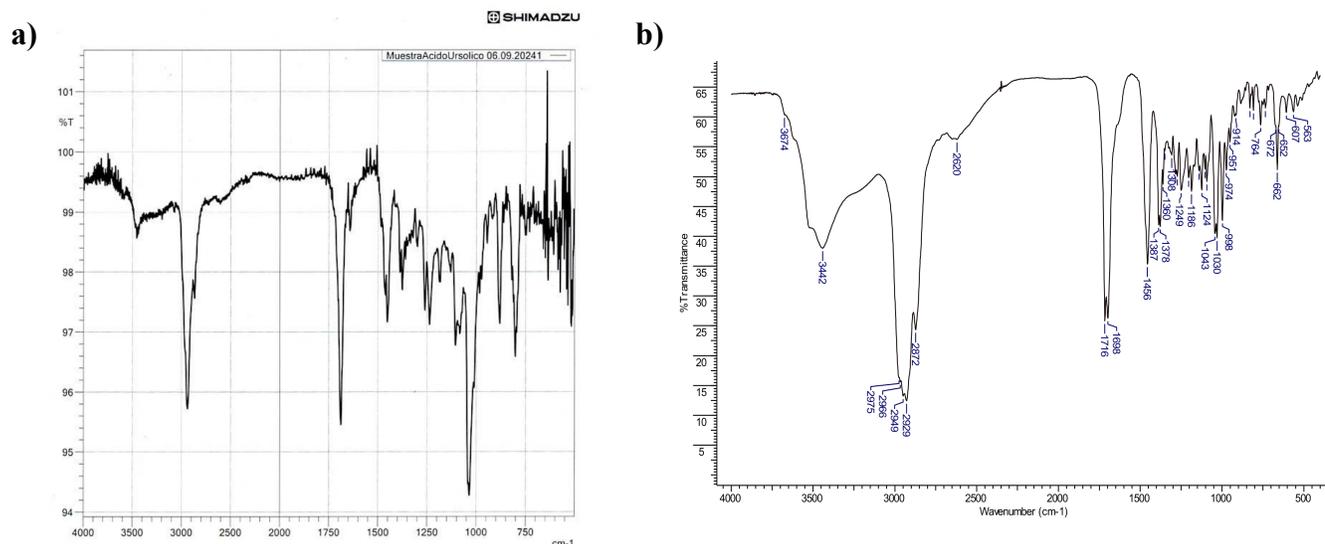
El rendimiento del ácido ursólico aislado fue del 0.73%, equivalente a 0.1445 gramos de ácido ursólico por 19.86 gramos de extracto de romero. Estimando estos resultados, se puede inferir que se obtienen  $\pm 0.6241$  gramos por 400 gramos de romero. Sin embargo, no es la planta que tiene mayor porcentaje de ácido ursólico, la flor de arena por ejemplo según Ludeña (2017) presenta 4.864% de ácido ursólico. Pero si supera a otras plantas como la *Macrocarpium officinalis* (0.520 %) (Wang et al., 2008) y la *Eriobotrya japonicda* (0.498 %) (Zhou et al., 2011).

**Tabla 3.** Punto de fusión y rendimiento del ácido ursólico aislado.

Muestra	Punto de fusión	Extracto	Peso	Rendimiento
A	278-282°C	19.86 g	0.1445 g	0.73%
B	-	85.78 g	0.6241 g	0.73%

A) Ácido ursólico aislado B) Estimación del ácido ursólico aislado de 400 g de romero.

En la Figura 2 (a) se observa la espectroscopia de infrarrojo realizada la muestra del ácido ursólico aislado. En esta se detectó las señales correspondientes a la vibración del grupo hidroxilo (OH) entre 3400 y 3450  $\text{cm}^{-1}$ , el enlace de alcanos (C-H) entre 2800 y 2950  $\text{cm}^{-1}$ , la del grupo carbonilo (C=O) entre 1700 y 1710  $\text{cm}^{-1}$ , y el enlace (C-C) que corresponde a los aromáticos en 1450  $\text{cm}^{-1}$ , el intervalo 1460-500  $\text{cm}^{-1}$  la huella dactilar. Muy similar al IR (b) del ácido ursólico purificado a partir de hojas secas de flor de arena.



**Figura 2.** a) Espectro de infrarrojo del ácido ursólico aislado b) Espectro de infrarrojo del ácido ursólico purificado a partir de hojas secas de flor de arena (Ludeña, 2017).

Los resultados sugieren que el producto aislado es ácido ursólico, basándose en los resultados de las pruebas de cromatografía de capa fina (TLC), donde se mostraron resultados positivos de la presencia de terpenos. La determinación del punto de fusión mostró una ligera variación respecto al rango esperado, esta diferencia podría deberse a la presencia de humedad o impurezas en la muestra. El espectro IR obtenido también apoya esta identificación, ya que presenta muchas similitudes con el espectro infrarrojo teórico del ácido ursólico. Sin embargo, para confirmar que el compuesto aislado corresponde al ácido ursólico sería ideal realizar otras técnicas de caracterización que ayuden a asegurar la estructura del compuesto, tales como <sup>1</sup>H RMN, <sup>13</sup>C RMN, espectrometría de masas entre otras.

## Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos, se puede concluir que el proceso de extracción es adecuado y mejora el rendimiento del extracto. La metodología de separación fue adecuada y se pudo obtener un compuesto con características semejantes al ácido ursólico.



## 2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

### Referencias

- Avila, S.R., Navarro, C.A.R., Vera, L.O., Dávila, M.R.M., Melgoza, P.N. & Meza, P.R. (2011). Romero (*Rosmarinus officinalis* L.): una revisión de sus usos no culinarios. *ResearchGate*, 15(48), 23–36.
- González V.N.P. (2013). *Extracción y caracterización de los antioxidantes secundarios del romero (rosmarinus officinalis) para promover la obtención y la aplicación de antioxidantes naturales sobre grasas y aceites* [Tesis de grado en Ingeniería en Alimentos, Universidad Técnica de Abato]. Repositorio Universidad Técnica de Abato. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6565/1/AL%20521.pdf>
- Lide, D.R. (Ed.). (2003). *CRC handbook of chemistry and physics* (84th ed.). CRC Press.
- Ludeña, H.M.A. (2017). Método preparativo para la obtención de ácido ursólico a partir de *Clinopodium revolutum*. *Revista Colombiana de Química*, 47(1), 10–15.
- Whitlock, C. (2023). *Botanicum Medicinale. Herbario Contemporáneo de Plantas Medicinales*. Editorial BLUME.
- Wang, H., Wang, Z., & Guo, W. (2008). Comparative determination of ursolic acid and oleanolic acid of *Macrocarpium officinalis* (Sieb. et Zucc.) Nakai by RP-HPLC. *Industrial Crops and Products*, 28(3), 328–332.
- Zhou, C.H., Li, X., Zhang, W.S., Sun, C.D., & Chen, K.S. (2011). Oleanolic and ursolic acid in the fruit of *Eriobotrya japonica* Lindl. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(9), 1735–1740.



Unidad Xochimilco



DEPARTAMENTO DE  
SISTEMAS BIOLÓGICOS



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## **Evaluación del efecto antiinflamatorio de la dexametasona con la coadministración del extracto de cúrcuma en ratones CD-1 en el modelo del edema auricular inducido por aceite de crotón**

Chavez Castañeda Janet Lizeth, Domínguez Zamora Arely, García Santander Kenya Itzel, Higareda Gómez Karina

**Profesores:** De la Luz Cuellar Yarim Elideth, Jiménez Pérez Estanislao\*

\* Autores de correspondencia: [2212033917@alumnos.xoc.uam.mx](mailto:2212033917@alumnos.xoc.uam.mx)  
[esjimenez@correo.xoc.uam.mx](mailto:esjimenez@correo.xoc.uam.mx)

**Módulo:** Los Fármacos como Modificadores de  
Funciones Biológicas

### **Resumen**

El presente estudio evalúa los efectos antiinflamatorios de la dexametasona, la cúrcuma y su combinación en un modelo de inflamación auricular inducida por aceite de crotón en ratones CD-1. El objetivo es determinar si la coadministración de cúrcuma potencia la acción de la dexametasona, permitiendo una mayor reducción de la inflamación. Para ello, se midió la inflamación en las orejas de los ratones a las 1, 2, 4 y 24 horas tras la aplicación de los tratamientos, comparando la inflamación de la oreja derecha con la oreja izquierda de cada ratón, que fue la que se usó como referencia. Los resultados se analizaron mediante el porcentaje de inhibición de la inflamación y el curso temporal de cada tratamiento, observando que en el día 2, la combinación de dexametasona y cúrcuma mostró una mayor eficacia en la reducción del edema en comparación con los tratamientos solos.

**Palabras clave:** Dexametasona, Cúrcuma, Inflamación, Aceite de crotón, Edema auricular

### **Introducción**

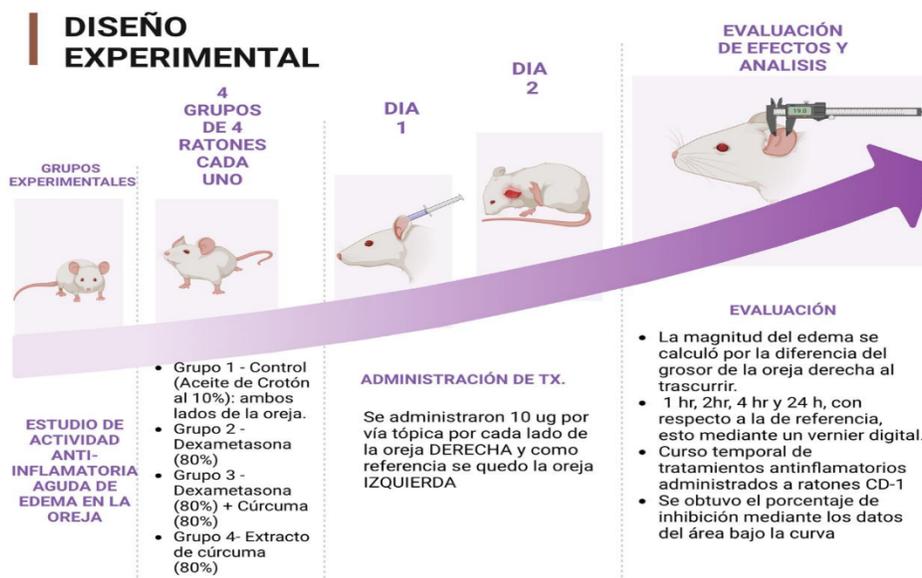
La inflamación es una respuesta del sistema inmunológico a estímulos dañinos, actuando como defensa para restaurar la homeostasis del organismo (Regalado et al., 2015). Los glucocorticoides, como la dexametasona, se utilizan por su potente capacidad antiinflamatoria, inhibiendo la acumulación de células inflamatorias y la liberación de mediadores proinflamatorios. Sin embargo, su uso prolongado puede generar efectos secundarios importantes, lo que ha impulsado la búsqueda de alternativas naturales

En este contexto, la cúrcuma, rica en curcuminoides, ha demostrado ser una opción prometedora. La curcumina inhibe vías inflamatorias como COX-2, LOX y NF- $\kappa$ B, y podría complementar el tratamiento farmacológico antiinflamatorio (Bengmark et al., 2009). Este estudio evalúa la sinergia entre la cúrcuma y la dexametasona en un modelo de inflamación inducida por aceite de crotón en ratones CD-1, buscando aumentar la potencia y eficacia del tratamiento.

## Objetivo General

Evaluar si la combinación de dexametasona y cúrcuma reduce de manera más eficaz y en menor tiempo la inflamación en ratones CD-1 inducida por aceite de croton en comparación con la dexametasona administrada sola.

## Metodología



## Resultados y Discusión

Con base a los datos recolectados de la diferencia de grosor del edema con la oreja de referencia, se realizaron 2 graficas con su respectivo curso temporal de cada tratamiento durante el día 1 y 2 con el fin de observar cual tratamiento redujo de manera más eficaz la inflamación inducida por aceite de croton.

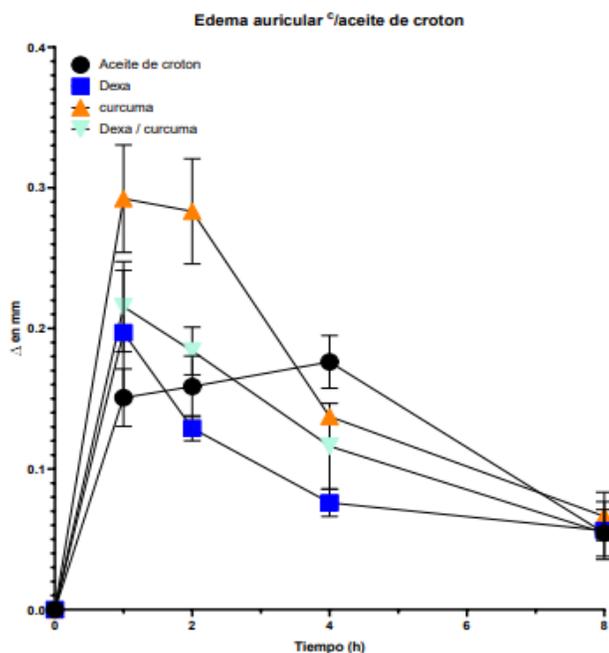


Figura 2. Curso temporal de tratamientos antiinflamatorios administrados a ratones CD-1 para contrarrestar la inflamación auricular inducida por aceite de croton durante el día 1.

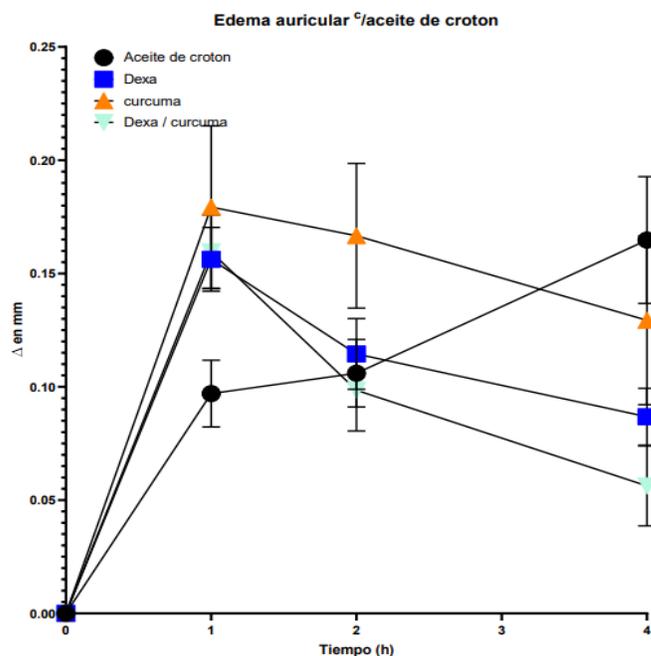


Figura 2. Curso temporal de tratamientos antiinflamatorios administrados a ratones CD-1 para contrarrestar la inflamación auricular inducida por aceite de croton durante el día 2.

En base a la grafica 1, podemos observar que el tratamiento que redujo de forma más eficaz y en menor tiempo la inflamación fue la dexametasona, lo que concuerda con estudios realizados como el de Mayhuasca 2019; el cual menciona que la dexametasona es un corticosteroide potente que reduce la inflamación al inhibir diversas vías del sistema inmunológico, así mismo menciona que cuando se administra por vía tópica en ratones, puede tener una mayor efectividad antiinflamatoria debido a una acción local concentrada.

En la grafica 2 se observa que el tratamiento que obtuvo mejores resultados fue la combinación de dexametasona con cúrcuma, ya que este tratamiento puede ser más efectivo debido a la sinergia entre sus mecanismos de acción. Bengmark, et al, 2009; menciona que la capacidad antiinflamatoria de los curcuminoides, se produce mediante la modulación del metabolismo del ácido araquidónico, ya que inhiben las actividades de las ciclooxigenasas y lipooxigenasas afectando la biosíntesis de prostaglandinas y tromboxanos evitando así el desarrollo de los procesos inflamatorios y la agregación plaquetaria.

Por otro lado, se obtuvo el porcentaje de inhibición mediante los datos del área bajo la curva de nuestros cursos temporales, los cuales fueron graficados y se muestran a continuación.

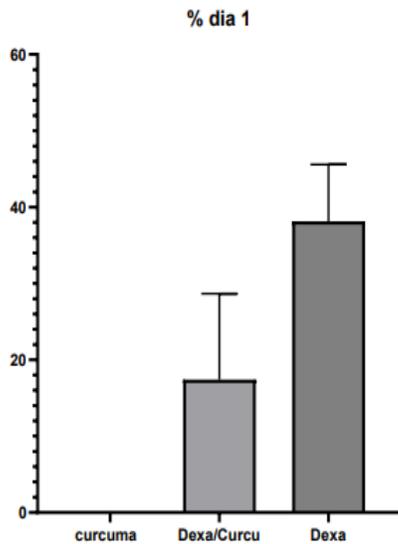


Figura 3. Porcentaje de inhibición del edema auricular inducido por aceite de crotón, durante el día 1, el cual muestra que la cúrcuma sola no tuvo efecto alguno, mientras que la dexametasona mostro un mayor efecto.

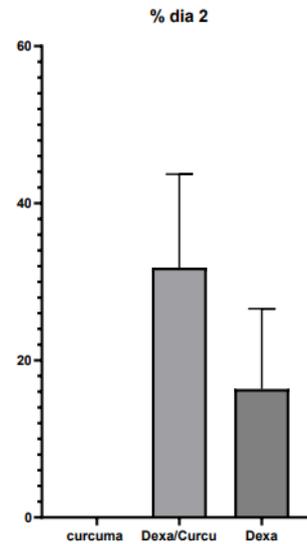


Figura 4. Porcentaje de inhibición del edema auricular inducido por aceite de crotón, durante el día 2, el cual muestra que la cúrcuma sola no tuvo efecto alguno, mientras que la dexametasona combinada con cúrcuma mostro un mayor efecto.

Con respecto a la actividad antiinflamatoria de la administración de cúrcuma sola, se demostró que esta no tuvo algún efecto en ambos días, lo que puede deberse a su baja biodisponibilidad, ya que aunque la curcumina es lipofílica (soluble en grasas), su estructura molecular compleja y su tamaño relativamente grande impiden que se absorba eficientemente a través de la piel y llegue a las capas más profundas donde ocurre la inflamación, además de ello, Tønnesen y Karlsen (1985) reportaron que la degradación de la cúrcuma a un pH entre 1 y 7 es extremadamente lenta.

## Conclusiones

Este estudio demostró que la combinación de dexametasona y cúrcuma tiene un efecto antiinflamatorio superior en comparación con el uso de dexametasona o cúrcuma de forma individual en ratones CD-1. Los resultados del análisis mostraron que el grupo tratado con la combinación de cúrcuma y dexametasona presentó un mayor porcentaje de inhibición, lo cual mostró una reducción sostenida de la inflamación en comparación con los tratamientos administrados de forma individual.

Este hallazgo sugiere que la combinación de cúrcuma y dexametasona podría ser una estrategia terapéutica eficaz para mejorar la respuesta antiinflamatoria, reduciendo la necesidad de utilizar altas dosis de dexametasona.



## 2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

### Referencias

González, M., Patron, A. (2019). La inflamación desde una perspectiva inmunológica: desafío a la Medicina en el siglo XXI. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 18(1), 30–44. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1729-519X2019000100030&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-519X2019000100030&lng=es&tlng=es)

(2011). Dexametasona 8 mg. *Revista Cubana de Farmacia*, 45(2), 313–317. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-75152011000200016&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75152011000200016&lng=es&tlng=es)

Mayhuasca-Ysuhaylas, O., Arroyo-Acevedo, J., & Franco-Quino, C. (2017). Efecto antiinflamatorio de la emulsión dérmica del extracto etanólico de *Peperomia choroniana* D. CD.(ipitanki) en edema auricular inducido por xilol en ratones. *Revista Peruana de Medicina Integrativa*, 2(4), 817–822.

Bengmark, S., Mesa, M.D., & Gil, A. (2009). Plant-derived health: the effects of turmeric and curcuminoids. *Nutrición Hospitalaria*, 24(3), 273–281. [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0212-16112009000300003&lng=es&tlng=en](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112009000300003&lng=es&tlng=en).

Tønnesen HH, Karlsen J. (1985). Studies on curcumin and curcuminoids. VI. Kinetics of curcumin degradation in aqueous solution. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung*, 180, 402–404.



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## La atorvastatina y el ácido salicílico: un compuesto híbrido contra las enfermedades cardiovasculares

Alcina Pedraza Daniela, Estrada Zamudio Katya Jocelyn, Falcón Cortés Valeria, Huchim Marcial Isis Itzel, Suarez Alfaro Carolina

**Profesores:** Acevedo Hernández Leobardo Iván\*, Martínez Cásares Rubria Marlén

\* Autores de correspondencia: [2232033539@alumnos.xoc.uam.mx](mailto:2232033539@alumnos.xoc.uam.mx)  
[acevedo@correo.xoc.uam.mx](mailto:acevedo@correo.xoc.uam.mx)

**Módulo:** Síntesis y Reactividad de Compuestos Orgánicos

### Resumen

El ácido salicílico es conocido por sus efectos antiplaquetarios siendo útil en la prevención de ataques cardíacos y eventos trombóticos. La atorvastatina at la producción de colesterol endógeno y de colesterol LDL, lo que contribuye a una menor probabilidad de eventos cardiovasculares. La combinación de estos dos principios activos en un medicamento híbrido puede potenciar estos beneficios y proponer alternativas de tratamiento. El método que se utilizó fue una esterificación de Fisher, durante un periodo de 2.5 horas se obtuvo un nuevo compuesto, el ciclohexanil-5-hidróxi-3-oxohetenoato, en forma líquida, la presencia del nuevo compuesto se comprobó mediante una cromatografía en capa fina.

**Palabras clave:** Ácido salicílico, Medicamento híbrido, Atorvastatina

### Introducción

Las enfermedades cardiovasculares agrupan una serie de trastornos que afectan al corazón y a los vasos sanguíneos, como la cardiopatía coronaria, accidentes cerebrovasculares y cardiopatías reumáticas (WHO, 2019). En México, estas enfermedades representan la principal causa de muerte; en el año 2023 se registraron 97,187 casos, superando a otras patologías significativas como la diabetes mellitus. (INEGI, 2024). Entre las estrategias terapéuticas preventivas más comunes se encuentra el uso de ácido acetilsalicílico, para la prevención de eventos trombóticos, y la atorvastatina, para la reducción del colesterol. La administración simultánea de estos medicamentos ha demostrado ser efectiva en ciertos contextos (Melvin et al., 2013). Sin embargo, la administración de múltiples medicamentos puede llevar a problemas de adherencia terapéutica, un mayor riesgo de interacciones medicamentosas y a efectos adversos que limiten su uso. Para abordar estos desafíos, se ha desarrollado una técnica conocida como hibridación que permite combinar dos o más compuestos activos en un solo fármaco. (Hernández, 2017). En este caso, se ha realizado una hibridación que integra el ácido salicílico y la atorvastatina, el ciclohexanil-5-hidróxi-3-oxohetenoato. Esta hibridación busca no solo mantener las propiedades individuales de cada medicamento, sino también potenciar sus efectos como agente antiplaquetario y reductor de colesterol. Al simplificar el régimen terapéutico y reducir la carga de medicamentos, esta estrategia

tiene el potencial de mejorar la adherencia del paciente y optimizar el tratamiento de las enfermedades cardiovasculares.

## Objetivo General

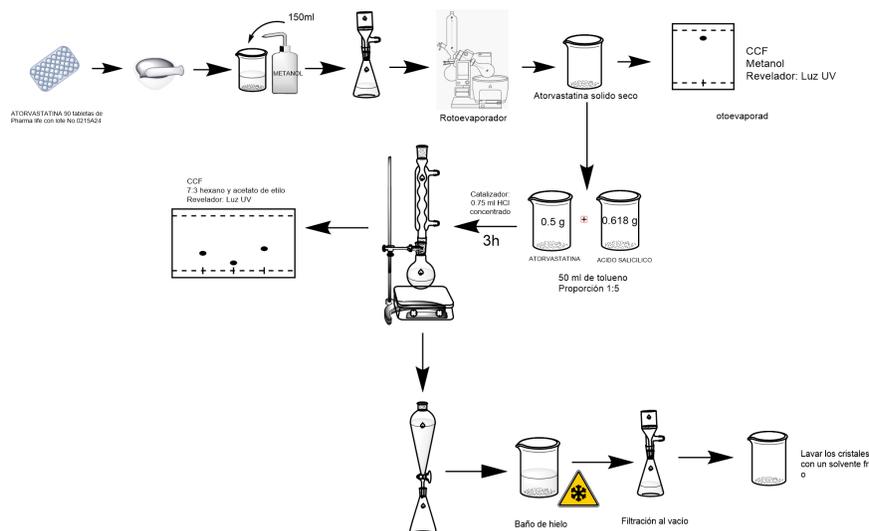
Realizar una hibridación de ácido salicílico y atorvastatina, con el fin de desarrollar un nuevo compuesto que combina las propiedades antiplaquetarias y control de colesterol.

## Objetivos particulares

- Extraer atorvastatina a partir de tabletas comerciales
- Realizar una síntesis del ácido salicílico con la atorvastatina, para obtener el compuesto híbrido que se desea.
- Caracterizar el compuesto ciclohexanil-5-hidróxi-3-oxohetenoato, así como de los principios activos, utilizando técnicas analíticas como la cromatografía en capa fina, para confirmar su estructura química y pureza.

## Metodología

En el diagrama 1 se presenta el procedimiento para la síntesis del ciclohexanil-5-hidróxi-3-oxohetenoato.



**Diagrama 1.** Metodología para la síntesis del ciclohexanil-5-hidróxi-3-oxohetenoato.

## Resultados y Discusión

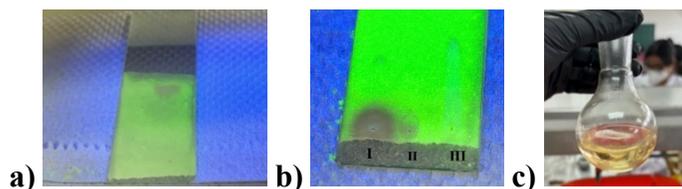
La atorvastatina cálcica es un compuesto sólido de color blanco. Tiene un punto de fusión de 176 °C, según la hoja de seguridad de Santa Cruz Biotechnology Inc. La descripción de la atorvastatina cálcica coincide con el producto obtenido; lo que nos lleva a sugerir que lo que obtuvimos mediante la extracción fue atorvastatina. La sustancia fue caracterizada mediante cromatografía de capa fina (TLC), obteniendo un  $R_f$  (frente de retención) de 0.85. Un valor de  $R_f$  de 0.85 significa que la sustancia se movió el 85% de la sustancia total recorrida por el disolvente. Este 0.85 también significa que se trata de una sustancia poco polar y que tiene más afinidad por la fase móvil (Méndez et al., 2023).

**Tabla 1.** Datos obtenidos de la extracción

Atorvastatina obtenida	Datos obtenidos
	Descripción: sólido de color blanco, inoloro $R_f$ : 0.85 eluyente metanol, revelador UV (luz ultravioleta) Rendimiento: 31.49%

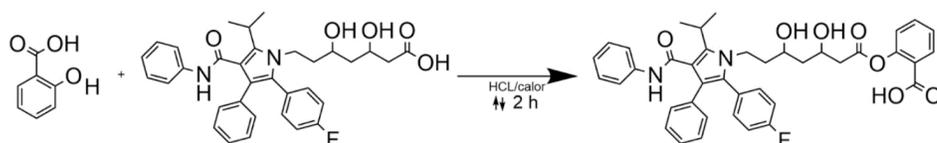
### *Esterificación de atorvastatina y ácido salicílico*

Después de realizar la esterificación de Fisher durante 3 horas, se obtuvo la disolución mostrada en la figura 1 a b y c. Se realizó una cromatografía utilizando como eluyente una mezcla de hexano y acetato de etilo en proporción 7:3, respectivamente, y se empleó como revelador luz UV, tomando como referencias el ácido salicílico y la atorvastatina. Se obtuvieron los siguientes valores de  $R_f$ : el de la atorvastatina fue de 0.14, el del ácido salicílico de 0.32 y el de la reacción de 0.4. El hecho de que el  $R_f$  del producto sea diferente a la de la atorvastatina y el ácido salicílico indica que ha ocurrido una reacción. Que el valor de  $R_f$  de la reacción sea mayor a la de los reactivos, sugiere que el producto es menos polar. Esto es coherente con la formación de un éster, ya que generalmente tienen una polaridad menor que los compuestos originales, ya que se eliminan grupos que le confieren polaridad a la molécula, como lo son los grupos hidroxilo o los carboxilos, Con esta información se podría afirmar que la reacción de esterificación fue exitosa al menos en parte, sin embargo, por cuestiones de tiempo no se pudo llevar a cabo la purificación del producto. (Grande y Tovar, 2019).



**Figura 1** a) Cromatoplaqa atorvastatina. b) Cromatoplaqa final: I. ácido salicílico, II. atorvastatina y la III. reacción. c) Dilución obtenida de la esterificación

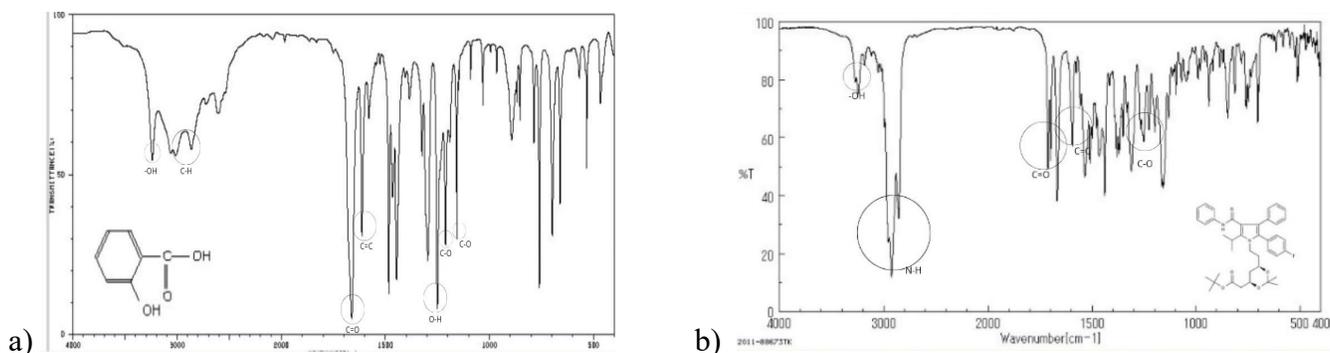
En el Esquema 1 se presenta la esterificación de Fisher de la atorvastatina con el ácido salicílico, esta es un tipo de reacción que convierte de forma directa ácidos carboxílicos y alcoholes en ésteres mediante un mecanismo de sustitución nucleofílica sobre el grupo acilo empleando como catalizador un ácido. (Verdugo y Ortiz, 2019).



**Esquema 1.** Reacción de esterificación de la atorvastatina y el ácido salicílico.

### *Caracterización de ciclohexanil-5-hidróxi-3-oxohetenoato.*

Por cuestiones de tiempo y de equipos de laboratorio no pudimos llevar a cabo la práctica. En las siguientes imágenes se muestra un ejemplo de los resultados esperados de haberse podido realizar la práctica de infrarrojo de ambos compuestos. El ácido salicílico está formado por un anillo de benceno al que se le unen dos grupos, el grupo carboxílico y el grupo hidroxilo (alcohol).



**Figura 2.** A) Espectro infrarrojo de ácido salicílico (Sdbs compounds and spectral search). B) Espectro infrarrojo de la atorvastatina (Sdbs compounds and spectral search).

La atorvastatina es un compuesto que contiene un grupo carboxilo, un grupo hidroxilo, un grupo aminas y grupos fenilo. Este análisis espectral permite identificar los grupos funcionales clave de la atorvastatina, incluyendo sus ésteres, amidas, y la presencia de anillos aromáticos.



## 2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

### Conclusiones

Se logró la extracción de la atorvastatina a partir de tabletas comerciales y la síntesis conjunta con ácido salicílico mediante esterificación de Fisher, se ha logrado obtener un compuesto híbrido en forma líquida. El análisis de este compuesto mediante cromatografía en capa fina ha permitido confirmar la hibridación entre la atorvastatina y el ácido salicílico. La combinación de estos dos principios activos podría presentar un potencial significativo para mejorar el tratamiento de enfermedades cardiovasculares, al aprovechar tanto la capacidad del ácido salicílico para prevenir eventos trombóticos como la de la atorvastatina para reducir los niveles de colesterol LDL. Esta nueva estrategia terapéutica ofrece una alternativa para la gestión de los riesgos cardiovasculares en pacientes de alto riesgo, combinando de manera eficiente los efectos beneficiosos de ambos fármacos en un solo compuesto.

### Referencias

Atorvastatina - para controlar el colesterol | ari.info. (2016).

De Medicamentos y Productos Sanitarios, A. E. (2024). CIMA: Prospecto Atorvastatina Sandoz Farmacéutica 10 mg Comprimidos Recubiertos con película EFG.

Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC). (s. f.). Recuperado 9 de septiembre de 2024, de Estadísticas de Defunciones Registradas (EDR) de enero a junio de 2023 (preliminar). (2024).

González-Mas, M.C., Rambla, J.L., López-Gresa, M.P., Blázquez, M.A., & Granell, A. (2019). Volatile Compounds in Citrus Essential Oils: A Comprehensive Review. *Frontiers in Plant Science*, 10, 12. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00012>

Ministerio de Sanidad y Política Social. «Ficha técnica atorvastatina». Agencia Española del Medicamento y Productos Sanitarios.

Salud, S. de. (2022, septiembre 28). 490. Cada año, 220 mil personas fallecen debido a enfermedades del corazón. gob.mx. <http://www.gob.mx/salud/prensa/490-cada-ano-220-mil-personas-fallecen-debido-a-enfermedades-del-corazon>

Sánchez-Pérez, G.R., & Hernández-Ávila, M. (2018). Estrategias combinadas en la prevención de eventos cardiovasculares en México. *Gaceta Médica de México*, 154(2), 205–212.

Santa Cruz Biotechnology. (20189). Ficha de datos de seguridad: atorvastatina <https://datasheets.scbt.com/sds/eghs/es/sc-217671.pdf>

Sebastián, T.R.J., & Cesar, G.V.J. (2019). Propiedades físicas y químicas de alcoholes, fenoles y éteres. Sdbs compounds and spectral search <https://sdbs.db.aist.go.jp>

The Texas Heart Institute. (2019, 9 julio). Aspirina (salicilato) | The Texas Heart Institute®. The Texas Heart Institute®. <https://www.texasheart.org/heart-health/heart-information-center/topics/aspirina-salicilato/>

World Health Organization: WHO. (2019, 11 junio). Enfermedades cardiovasculares. [https://www.who.int/es/health-topics/cardiovascular-diseases#tab=tab\\_1](https://www.who.int/es/health-topics/cardiovascular-diseases#tab=tab_1)



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## Síntesis del Ácido 2-[3-(3-benzoilfenil)-2-oxobutil] benzoico como potencial antiinflamatorio

Aburto Alonso Paulina Nayelly, Ferreira Camacho Max, Herrera Arias Irving Alexis, Martínez Lazo Luis Armando

**Profesores:** Acevedo Hernández Leobardo Iván\*, Martínez Cásares Rubria Marlén

\* Autores de correspondencia: [2232034250@alumnos.xoc.uam.mx](mailto:2232034250@alumnos.xoc.uam.mx)  
[acevedo@correo.xoc.uam.mx](mailto:acevedo@correo.xoc.uam.mx)

**Módulo:** Síntesis y Reactividad de Compuestos Orgánicos

### Resumen

El ácido salicílico es ampliamente reconocido por sus propiedades analgésicas, mientras que el ketoprofeno es valorado por sus propiedades antiinflamatorias. En este trabajo se llevó a cabo la síntesis de un éster derivado de ambos compuestos con el objetivo de mejorar sus propiedades terapéuticas y reducir sus efectos secundarios en reacciones adversas. La síntesis se realizó mediante una esterificación de Fisher, sin embargo, bajo las condiciones seleccionadas, no se logró obtener el producto deseado, lo que sugiere una optimización futura del proceso. El principio activo del ketoprofeno fue extraído de tabletas comerciales, logrando un rendimiento del 91%. Aunque se intentó unir los núcleos del ácido salicílico y del ketoprofeno mediante la esterificación, los resultados obtenidos en la cromatografía en capa fina (CCF) indicaron que no se obtuvo el producto final esperado.

**Palabras clave:** Acido salicílico, Ketoprofeno, Hibridación

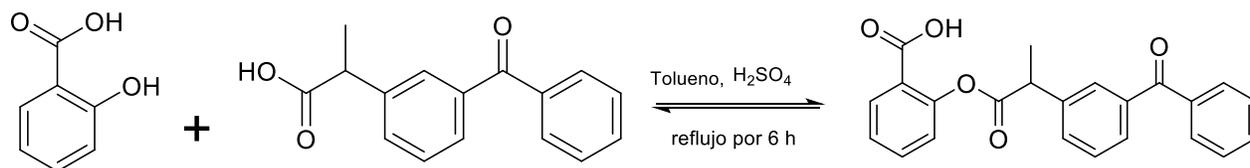
### Introducción

Las enfermedades inflamatorias crónicas como la artritis y osteoartritis se caracterizan por la inflamación persistente en las articulaciones, provocando dolor, rigidez y pérdida de función articular (Arthritis Foundation, 2022). En México, la artritis reumatoide afecta a aproximadamente 1.6 millones de personas, con una mayor prevalencia en mujeres mayores de 40 años, según la Secretaría de Salud (2023).

En el tratamiento de enfermedades inflamatorias, el ácido salicílico y el ketoprofeno son fármacos clave por sus propiedades terapéuticas. El ácido salicílico, un compuesto fenólico derivado del sauce, ha sido utilizado durante más de un siglo por su capacidad para inhibir las enzimas ciclooxigenasas (COX), que son responsables de la síntesis de prostaglandinas, los mediadores del dolor y la inflamación (Rainsford, 2004). De manera similar, el ketoprofeno, un antiinflamatorio no esterooidal (AINE) desarrollado por James W. Young, William J. Wechter y Nancy M. Gray, también inhibe las COX, tanto COX-1 como COX-2, lo que reduce la producción de prostaglandinas. Esto le confiere no solo propiedades analgésicas, sino también antipiréticas y antiinflamatoria. (EcuRed, 2011; IQB, 2015).

No obstante, el uso prolongado de estos fármacos puede generar efectos adversos. El ácido salicílico está asociado con problemas gastrointestinales como irritación y úlceras, mientras que el ketoprofeno, como otros AINE, puede aumentar el riesgo de daño renal y eventos cardiovasculares graves (European Medicines Agency, 2022). Estos efectos secundarios limitan su aplicación a largo plazo en pacientes que necesitan un tratamiento continuo.

Para reducir los efectos adversos, se ha propuesto la hibridación de fármacos, una técnica que consiste en combinar dos moléculas bioactivas en una sola entidad. Por ello, se planteó la hibridación del ácido salicílico y el ketoprofeno (**Esquema 1**), una estrategia innovadora que busca maximizar la eficacia y minimizar los efectos secundarios, proporcionando una alternativa más segura para el tratamiento de enfermedades inflamatorias crónicas (Goodman & Gilman, 2017).



**Esquema 1:** Síntesis para la obtención del Ácido 2-[3-(3-benzoylfenil)-2-oxobutil] benzoico.

## Objetivo General

Sintetizar un nuevo compuesto que combina las propiedades del ácido salicílico y el ketoprofeno con el objetivo de mejorar su eficacia en el tratamiento del dolor y la inflamación, minimizando los efectos adversos.

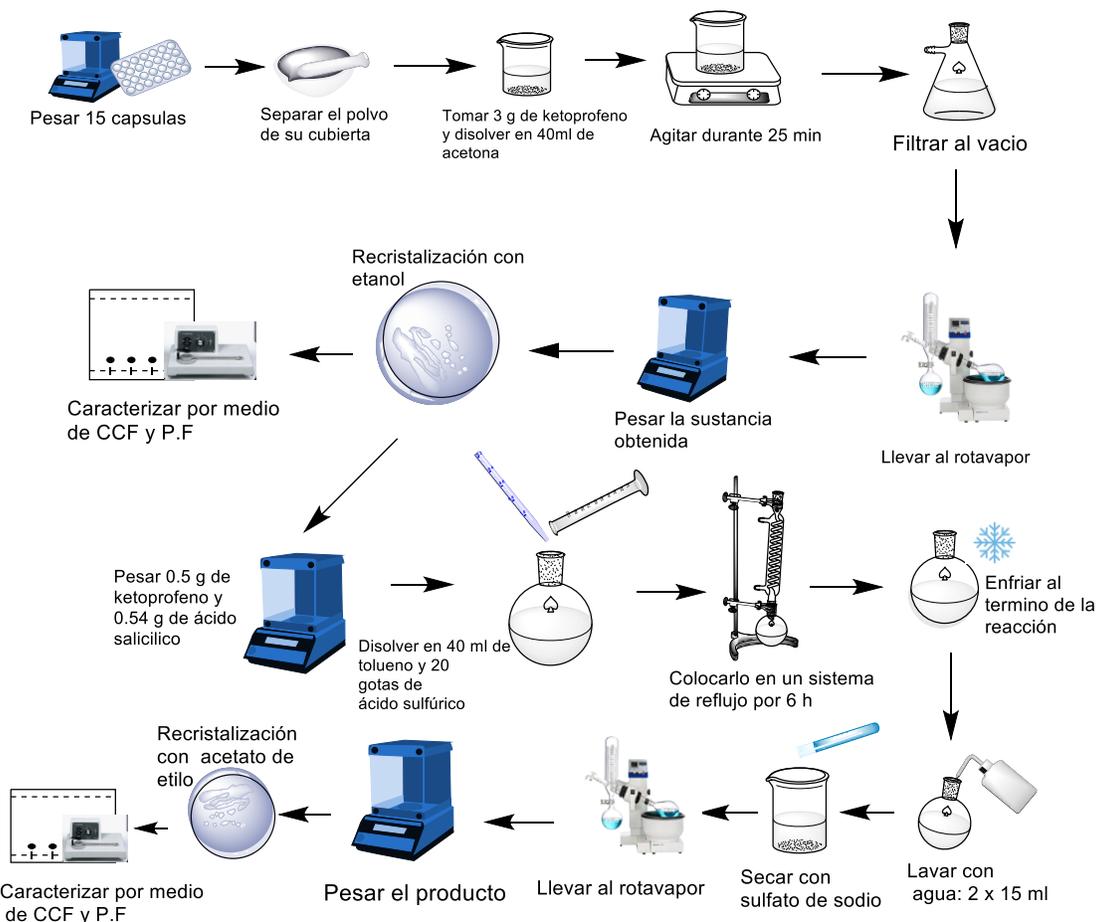
## Objetivos particulares

- Extraer el ketoprofeno a partir de capsulas.
- Llevar a cabo la síntesis del derivado de ketoprofeno y ácido salicílico mediante la reacción de fusión proceso de esterificación de Fischer.
- Caracterizar la materia prima y el nuevo compuesto utilizando técnicas experimentales como la determinación del punto de fusión y cromatografía en capa fina para verificar su identidad y pureza.

## Metodología

En el **Diagrama 1** se esquematiza el procedimiento para la extracción del ketoprofeno y la síntesis de Ácido 2-[3-(3-benzoylfenil)-2-oxobutil] benzoico.

Extracción de ketoprofeno y síntesis del derivado



**Diagrama 1.** Metodología para el proceso de extracción de ketoprofeno y síntesis de Ácido 2-[3-(3-benzoilfenil)-2-oxobutil] benzoico.

## Resultados y Discusión

Se llevó a cabo la extracción de ketoprofeno de su forma farmacéutica, obteniendo un rendimiento del 91.33%, posteriormente se realizó su recrystalización obteniendo una sustancia en polvo, color blanco. No fue posible caracterizar el compuesto mediante la determinación del punto de fusión, ya que el tiempo disponible para la sesión no fue suficiente.

### *Esterificación de Fischer*

La esterificación de Fischer, que implica la reacción entre un alcohol y un ácido carboxílico en presencia de un ácido catalizador, no se llevó a cabo con éxito en este caso debido a varios factores. En primer lugar, el tiempo de reacción fue insuficiente; según Pavia (2009), esta reacción requiere entre 1 y 6 horas para alcanzar un rendimiento óptimo, mientras que nuestro reflujo se limitó a solo 4 horas. Además, condiciones experimentales como una temperatura inadecuada y la posible acumulación de agua podrían haber favorecido el retroceso del

equilibrio, lo que redujo la formación de éster. También es crucial utilizar la cantidad adecuada de ácido catalizador; como señala Sullivan (2019), se necesitan aproximadamente 20 gotas de ácido para optimizar la reacción. La combinación de estos factores, cuya interacción no se pudo distinguir claramente, dificulta determinar la causa específica del fracaso en la reacción.

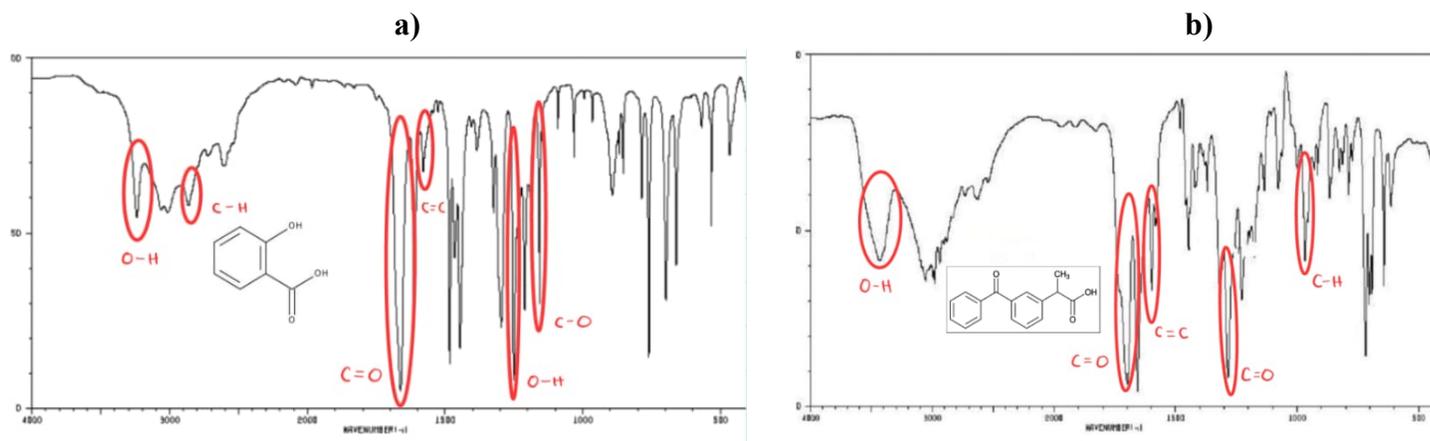
Se usó como revelador una lámpara de luz ultravioleta y sílica gel con indicador para las cromatoplasmas, con la que se corroboró la conversión completa de reactivos a productos.



**Figura 1.** CCF en donde corresponde A) Ketoprofeno, B) Compuesto de la esterificación y C) Ácido salicílico.

Se realizó una prueba de cromatografía en capa fina, para la identificación del producto, sin embargo en esta se pudo observar que no se logró la esterificación y los factores de retención (RF) fueron: A=0.6, B=0.7 y C=0.78.

La espectroscopía de infrarrojo del ácido salicílico y del ketoprofeno (Figura 2 a y b) ejemplifican algunas bandas esperadas en el producto. Se espera que desaparezcan las bandas correspondientes al enlace O-H del grupo hidroxilo del ácido salicílico y al grupo carboxílico del ketoprofeno. Además, se espera la aparición de una nueva banda correspondiente al enlace C-O del grupo éster en el rango de 1200 a 1300  $\text{cm}^{-1}$ . Este rango específicamente corresponde al estiramiento carbonílico del grupo éster formado en la reacción de esterificación.



**Figura 2 a y b:** Espectro infrarrojo del ácido salicílico y del ketoprofeno. Adaptado de: Introduction to Spectroscopy.



## 2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

### Conclusiones

Se logró extraer el ketoprofeno de las cápsulas, con un rendimiento del 91.33%. Al recrystalizar el ketoprofeno se obtuvo un polvo, color blanco. Posteriormente, se intentó realizar una reacción de esterificación de Fischer con ácido salicílico. Sin embargo, los resultados obtenidos mediante cromatografía en capa fina indicaron que la reacción no se llevó a cabo de manera efectiva. Para mejorar la eficiencia de la reacción de esterificación de Fischer se recomienda aumentar el tiempo de reflujo para que los reactivos tengan más tiempo para interactuar y reaccionar completamente, lo que puede aumentar la conversión de los reactivos a productos, favoreciendo la formación del éster deseado y mejorar la pureza del producto final.

### Referencias

- Arthritis Foundation. (2022). What is arthritis? Recuperado de <https://espanol.arthritis.org/health-wellness/about-arthritis/understanding-arthritis/what-is-arthritis>
- EcuRed. (2011, 2 de septiembre). Ketoprofeno - Historia. Recuperado de <https://www.ecured.cu/Ketoprofeno#Historia>
- European Medicines Agency. (2022). Ketoprofen - Assessment report. Recuperado de [https://www.ema.europa.eu/en/documents/assessment-report/ketoprofen-article-31-referral-assessment-report\\_en.pdf](https://www.ema.europa.eu/en/documents/assessment-report/ketoprofen-article-31-referral-assessment-report_en.pdf)
- González-Rodríguez, M., Guerra-Soto, A.J., Corona-Sánchez, E.G., Rocha-Muñoz, A.D., Díaz-González, E.V., & González-López, L. (2013). Espondilitis anquilosante: Revisión y actualización. *Revista de Residentes*, 8(3), 106–113. <https://www.medigraphic.com/pdfs/residente/rr-2013/rr133d.pdf>
- Goodman, L.S., & Gilman, A.G. (2017). Goodman & Gilman's: The pharmacological basis of therapeutics (13th ed.). McGraw-Hill Education.
- IQB. (2015, 5 de junio). VADEMECUM. Recuperado de <https://www.iqb.es/cbasicas/farma/farma04/k000.htm>
- La Crónica. (2020). Osteoartritis: una de las principales causas de discapacidad. Recuperado de <https://www.lacronica.com/>
- Mayo Clinic, WebMD, National Kidney Foundation, & American Society of Hematology. (n.d.). Severe allergic reactions, liver problems, kidney problems, and hematological effects of medications. Recuperado de <https://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/anaphylaxis/symptoms-causes/syc-20351468>, <https://www.webmd.com/hepatitis/drug-induced-liver-injury>, <https://www.kidney.org/atoz/content/drug-induced-kidney-disease>, <https://www.hematology.org/education/patients/blood-disorders/drug-induced-blood-disorders>
- Pavia, D.L., Lampman, G.M., & Kriz, G.S. (2009). Introduction to organic laboratory techniques: A microscale approach (4th ed.). Cengage Learning.
- Rainsford, K.D. (2004). Aspirin and the salicylates: An overview. *Inflammation Research*, 53(6), 282–287.
- Secretaría de Salud. (2023). Artritis reumatoide. Recuperado de <https://www.gob.mx/salud/documentos/artritis-reumatoide>
- Sullivan, P. (2019). The role of acid catalysis in Fischer esterification: A quantitative study. *Journal of Chemical Education*, 96(2), 275–280. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00747>



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## Identificación de enterobacterias en muestra de tacos de canasta y su salsa dentro de la UAM Xochimilco

Arce Ricalde Erick Gerardo, Cantor Pérez Oliver, Haro Dávalos Rogelio, Rodríguez Zacarias Josué Kaqulja, Moctezuma Casas Víctor Francisco

**Profesores:** González Vázquez Raquel\*

\* Autores de correspondencia: [2232031651@alumnos.xoc.uam.mx](mailto:2232031651@alumnos.xoc.uam.mx) **Módulo:** Procesos Celulares Fundamentales  
[rgonzalesv@correo.xoc.uam.mx](mailto:rgonzalesv@correo.xoc.uam.mx)

### Resumen

El estudio tuvo como objetivo identificar enterobacterias en tacos de canasta y su salsa dentro de la UAM Xochimilco, centrándose en *Escherichia coli*, *Salmonella* y *Shigella*. Se realizaron cultivos bacteriológicos utilizando medios como MacConkey y agar nutritivo, junto con pruebas bioquímicas (catalasa, oxidasa, TSI, H<sub>2</sub>S, rojo de metilo, indol y citrato) para determinar la presencia de estas bacterias. Los resultados revelaron la presencia de *Shigella sonnei* en los tacos y *Escherichia coli*, *Proteus mirabilis* y *Shigella* en la salsa. Aunque no se detectó *Salmonella*, se evidenció la importancia de prácticas de higiene y almacenamiento, sugiriendo que la contaminación puede derivar de la manipulación inadecuada de los ingredientes. Se concluye que es crucial implementar medidas de seguridad alimentaria para proteger la salud de los consumidores.

**Palabras clave:** Enterobacteria, Tacos, *Escherichia coli*

### Introducción

El presente proyecto de investigación se centra en la identificación de enterobacterias en muestras de tacos de canasta y su salsa, obtenidas dentro de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco (UAM Xochimilco). La elección de este tipo de alimento responde a su popularidad en la dieta diaria de muchos estudiantes y trabajadores de la comunidad universitaria, así como a la creciente preocupación por la seguridad alimentaria. La contaminación microbiana de los alimentos es un problema de salud pública que puede derivar en brotes de enfermedades transmitidas por alimentos, afectando tanto a consumidores individuales como a la comunidad en general.

La literatura científica ha documentado la presencia de bacterias patógenas, como *Escherichia coli*, *Salmonella* y *Shigella*, en alimentos preparados y manipulados en condiciones inadecuadas. A pesar de la regulación sanitaria existente, la falta de prácticas de higiene adecuadas en la manipulación y almacenamiento de alimentos sigue siendo un reto importante. Este estudio tiene como objetivo evaluar la calidad microbiológica de los tacos de canasta y su salsa mediante técnicas de cultivo bacteriológico y pruebas bioquímicas, contribuyendo así a la identificación de riesgos potenciales para la salud de los consumidores. Se espera que los hallazgos de esta

investigación proporcionen información valiosa para fomentar prácticas de seguridad alimentaria dentro de la comunidad universitaria. (1-23)

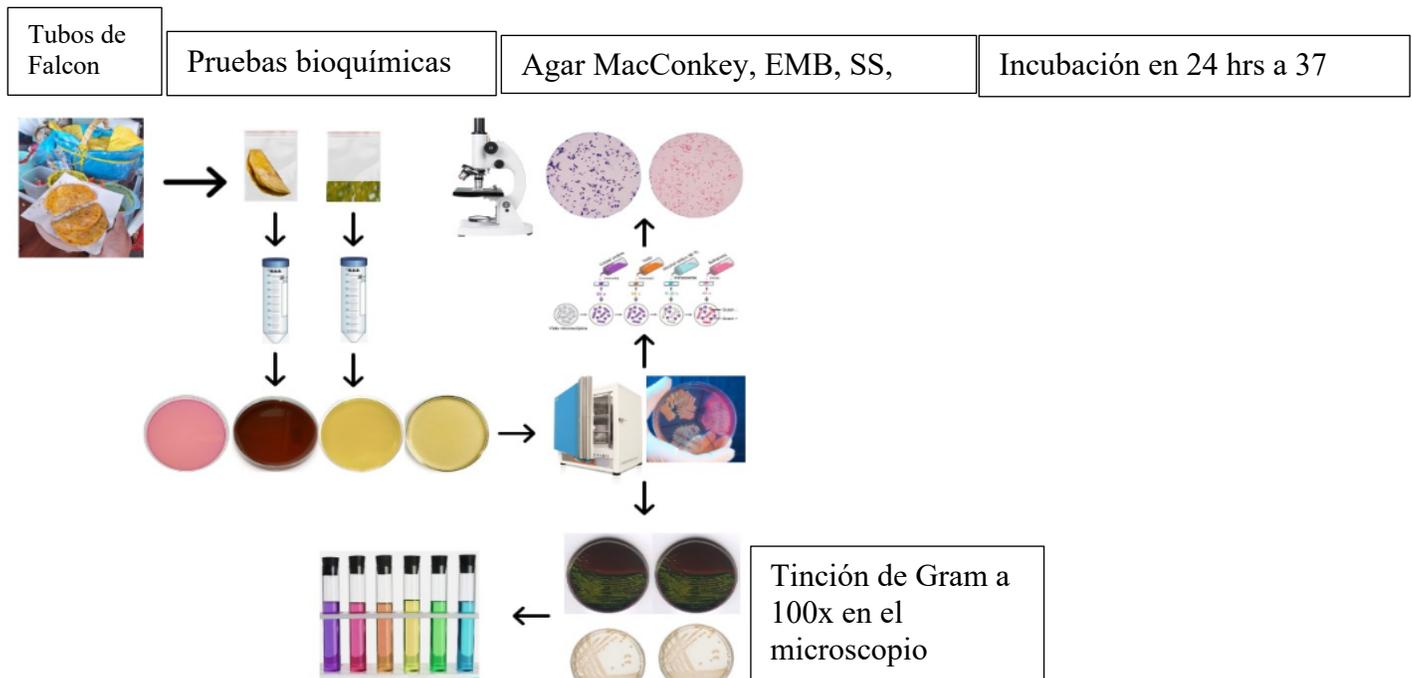
## Objetivo General

Identificar Enterobacterias en muestra de tacos de canasta y su salsa dentro de la UAM Xochimilco.

## Objetivos particulares

- Realizar pruebas a las muestras de tacos de canasta y su salsa de la UAM Xochimilco, empleando métodos de cultivo y aislamiento en medios selectivos, así como observaciones macroscópicas y microscópicas. Además, se llevarán a cabo pruebas bioquímicas para determinar con mayor precisión la presencia de enterobacterias, contribuyendo así a una evaluación más detallada de la calidad microbiológica de estos alimentos.

## Metodología



**Figura 1.** Metodología empleada para identificar enterobacterias en tacos de canasta y su salsa dentro de la UAM X.

## Resultados y Discusión

### ¿Cuáles fueron los primeros resultados obtenidos?

Identificación de enterobacterias:

De la muestra de taco solo se obtuvo crecimiento en agar nutritivo y en la salsa se obtuvieron siembras en agar de MacConkey, SS, EMB y nutritivo, se realizaron prueba de catalasa, oxidasa, así como tinción de Gram, para descartar o eliminar la posibilidad de realizar las pruebas bioquímicas con bacterias Gram Positivas, además de la observación microscópica de la forma de las bacterias, las muestras seleccionadas en colores son las que se ocuparon para las pruebas bioquímicas mostradas en la tabla 2 (Tabla 1).

**Tabla 1.** Pruebas de catalasa, oxidasa y tinción de Gram.

Muestra	Catalasa	Oxidasa	Tinción de Gram
1 MacConkey salsa	+	-	Diplococos G -
2 EMB salsa	+	-	Bacilos (G -)
3 EMB salsa	+	-	Bacilos (G -)
4 Nutritivo salsa	+	-	Bacilos (G -)
5 SS salsa	+	-	Diplococos (G -)
6 SS salsa	+	-	Bacilos (G -)
7 Nutritivo salsa	+	-	Bacilos (G -)
8 Nutritivo taco	-	+	Cocos (G +)
9 Nutritivo taco	+	-	Bacilo (G-)

La selección de las cuatro colonias para la realización de pruebas bioquímicas fue con base a los objetivos de la investigación. En la colonia 2 EMB salsa se observaron colonias con un color verde metálico característico de *Escherichia coli* (figura 2); la colonia 3 EMB salsa tuvo características diferentes por lo cual también se seleccionó para las pruebas bioquímicas; en las colonias 4 y 7 de nutritivo de salsa es probable que sea la misma bacteria por lo cual se descartó una de ellas; en cuanto a las siembras de la muestra de tacos solo se logró resultados de colonias en agar nutritivo y se observaron pocas colonias, de las cuales se seleccionó la muestra de 9 la fue Gram negativa (Tabla 2).



**Figura 2.** Colonias de un color verde platinado que es la primera señal de *E.coli* utilizando un medio de cultivo EMB.

- **Tabla 2. Pruebas bioquímicas de las cuatro muestras seleccionadas:**
- Taco de papa (9 Nutritivo) para cualquier crecimiento bacteriano.
- Salsa 3 (agar nutritivo): Evaluación del crecimiento bacteriano general.
- Salsas 1 y 2 (agar EMB): Detección de bacterias gramnegativas como *E. coli*.

**Tabla 2.** Pruebas bioquímicas.

	TSI	GA S	H <sub>2</sub> S	RM	VP	IND	CIT	URE	MOV
<b>Tacos (9 nutritivo taco)</b>	Alc/A	-	-	+	-	-	-	-	-
<b>Salsa Muestra 1 (2 EMB)</b>	Alc/A	-	-	+	-	-/+	-	-	-
<b>Salsa Muestra 2 (3 EMB)</b>	A/A	++	-	+	-	+	-	-	+
<b>Salsa Muestra 3 (4 nutritivo salsa)</b>	Alc/A	+	+	+	+/-	-	+/-	++	+

### Identificación de Bacterias a Partir de Pruebas Bioquímicas en Muestras de Alimentos

En relación a los resultados de las pruebas bioquímicas obtenidas de las colonias seleccionadas es probable que las bacterias cultivadas sean las siguientes (Tabla 3).

**Tabla 3.** Probables bacterias halladas en las diferentes muestras seleccionadas

	<b>Bacterias</b>
<b>Tacos</b>	<i>Shigella sonnei</i>
<b>Salsa Muestra 1</b>	<i>Escherichia coli</i>
<b>Salsa Muestra 2</b>	<i>Proteus mirabilis</i>
<b>Salsa Muestra 3</b>	<i>Shigella</i> Grupos A, B, C

## Conclusiones

Los resultados obtenidos en las pruebas realizadas indican una alta concentración bacteriana en la salsa, lo que respalda nuestra hipótesis. Se identificaron indicios de la presencia de *Shigella* grupos A, B, C, así como *E. coli* y *Proteus mirabilis*. En particular, la identificación de *E. coli* se fundamenta en el color verde platinado observado en el agar EMB. En el caso de los tacos, aunque no se pudieron confirmar todas las presencias debido a la falta de pruebas moleculares, se detectó *Shigella sonnei*, evidenciado por un crecimiento casi nulo en todos los medios. Esto sugiere que la hipótesis planteada es válida y refleja la contaminación bacteriana en los alimentos analizados.

## Referencias

- Agarwal, N., & Mehta, A. (2018). Comparative analysis of selective media for the isolation and identification of Enterobacteriaceae. *Journal of Microbiological Methods*, 148, 15–21. <https://doi.org/10.1016/j.mimet.2018.03.004>
- Aguirre, M. (2020). Tacos de canasta: Un ícono de la gastronomía mexicana. *Revista de Gastronomía Mexicana*, 14(1), 23–35.
- Alvarado, S. (2019). La historia de los tacos de canasta en México. *Cultura y Comida*, 8(2), 45–59.
- Baker, R.M., & Hsu, Y. (2017). The influence of improper food handling on bacterial levels in retail environments. *Food Science and Nutrition*, 5(4), 703–710. <https://doi.org/10.1002/fsn3.436>
- Davis, J.A., & Reynolds, M. (2021). The consequences of food storage negligence. *Journal of Food Science*, 86(5), 1673–1682. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15780>
- Davis, J.E. (2018). Evaluation of nutrient agar and other media for enumeration of bacterial populations in environmental samples. *Journal of Applied Microbiology*, 124(2), 541–548. <https://doi.org/10.1111/jam.13753>
- García, M.A., & López, J. (2021). The role of food handling in the spread of Salmonella. *Journal of Food Safety*, 45(2), e12945. <https://doi.org/10.1111/jfs.12945>
- Gomez, L.M., & Lopez, A. (2020). Bacterial growth in improperly stored foods: A meta-analysis. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19(4), 2395–2410. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12600>
- Hernández, L., & Vega, C. (2019). Biochemical tests for the identification of bacterial pathogens. *Microbial Pathogenesis*, 130, 66–74. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2019.01.004>
- Kim, S.H., & Cho, W.K. (2022). Effects of food handling practices on bacterial contamination. *Journal of Food Safety*, 42(1), e12934. <https://doi.org/10.1111/jfs.12934>
- Kotloff, K.L., Riddle, M.S., Platts-Mills, J.A., Pavlinac, P., & Zaidi, A.K. (2018). Shigellosis. *The Lancet*, 391(10122), 801–812. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)33296-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)33296-8)
- Kumar, S., & Banerjee, A. (2019). The effect of cross-contamination in food storage: A study. *Journal of Food Safety*, 39(3), e12555. <https://doi.org/10.1111/jfs.12555>
- Lemmer, C.A., & Schiller, D. (2017). The oxidase test in clinical microbiology: An overview of methods and applications. *Journal of Medical Microbiology*, 66(12), 1969–1978. <https://doi.org/10.1099/jmm.0.000649>



## 2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

- Manges, A.R., Geum, H.M., Guo, A., Edens, T.J., & Safdar, N. (2019). Global extraintestinal pathogenic *Escherichia coli* (ExPEC) lineages. *Clinical Microbiology Reviews*, 32(3), e00135–18. <https://doi.org/10.1128/CMR.00135-18>
- Martinez, A.G., & Rivera, J. (2018). The role of temperature in food storage and bacterial growth. *Food Microbiology*, 73, 101–110. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2018.01.005>
- O'Driscoll, S., & O'Brien, N.M. (2019). Catalase activity in the prevention of DNA damage in a human hepatic cell line exposed to oxidative stress. *Free Radical Biology and Medicine*, 130, 191–198. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2018.11.025>
- Ramírez, J.P., & Martínez, A. (2020). Evaluation of biochemical markers in early detection of metabolic disorders. *Clinical Biochemistry*, 73, 12–20. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiochem.2019.11.002>
- Swenson, J.M., & Hindler, J.F. (2018). Gram stain of clinical specimens: Interpretation and diagnostic value. *Clinical Microbiology Newsletter*, 40(10), 73–78. <https://doi.org/10.1016/j.clinmicnews.2018.04.002>
- Torres, R., & Mendoza, L. (2019). Molecular characterization of *Salmonella* strains from food products. *Food Microbiology*, 78, 138–145. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2018.06.015>
- Wadhwa, A., & Wadhwa, A. (2018). Evaluation of different selective media for isolation and identification of *Salmonella* and *Shigella*. *Journal of Applied Microbiology*, 124(3), 692–701. <https://doi.org/10.1111/jam.13731>
- Wang, Z., Zhang, L., Guo, Y., & Wang, W. (2018). The role of catalase in oxidative stress and immune responses in the liver. *Antioxidants*, 7(11), 151. <https://doi.org/10.3390/antiox7110151>
- Wu, S., & Kwon, H. (2019). *Citrobacter freundii* infections: Clinical presentation and treatment strategies. *Journal of Medical Microbiology*, 68(5), 768–776. <https://doi.org/10.1099/jmm.0.000937>
- Wu, W., Feng, Y., Tang, G., Qiao, F., McNally, A., & Zong, Z. (2019). NDM metallo- $\beta$ -lactamases and their bacterial producers in health care settings. *Clinical Microbiology Reviews*, 32(2), e00115–18. <https://doi.org/10.1128/CMR.00115-18>



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## Variantes genéticas en el gen *LPL* asociadas a dislipidemias en la población mexicana

Luna González Ximena

**Profesores:** López López Marisol\*, Martínez Hernández Angélica Graciela

\* Autores de correspondencia: [2193027700@alumnos.xoc.uam.mx](mailto:2193027700@alumnos.xoc.uam.mx) **Módulo:** Servicio Social  
[mlopez@correo.xoc.uam.mx](mailto:mlopez@correo.xoc.uam.mx)

### Resumen

En México, se ha reportado un aumento de mortalidad ocasionada por enfermedades cardiovasculares y uno de sus factores de riesgo, las dislipidemias (Dlip). Se presentan en el 36.7% de los adultos mexicanos, sin embargo, la información sobre su aspecto genético es casi inexistente en nuestra población. Variantes patogénicas (VP) en el gen *LPL* se han reportado en el 90% de los pacientes con Dlip. El objetivo de este trabajo fue identificar todas las variantes de un solo nucleótido (SNV) en el gen *LPL* en el exoma de 2,217 individuos mexicanos no relacionados. Se obtuvieron las frecuencias alélicas de las VP y se compararon con las descritas en bases públicas. Se identificaron 116 SNVs. Cinco fueron VP y se encontraron 13 nuevas. Es importante profundizar en el conocimiento genómico de las Dlip en cada población, ya que este estudio mostró la presencia de variantes nuevas y propias en población mexicana.

**Palabras clave:** Dislipidemias, *LPL*

### Introducción

Las dislipidemias (Dlip) son un trastorno metabólico multifactorial caracterizado por alteraciones en la concentración de colesterol y triglicéridos en sangre. A diferencia de las dislipidemias secundarias, de carácter multifactorial, las dislipidemias primarias tienen un origen genético (Pappan et al., 2024). Las dislipidemias primarias se clasifican en hipercolesterolemia familiar, hipertrigliceridemia familiar combinada (FHCL) e hipertrigliceridemia (HTG) familiar, también conocida como síndrome de quilomicronemia familiar (FCS). FCHL es la dislipidemia primaria más frecuente; sin embargo, la forma más severa se presenta como FCS. FCS es una enfermedad autosómica recesiva rara (Ueda, 2022) caracterizada por elevados niveles de triglicéridos en sangre y que predispone a una elevada mortalidad en los pacientes por pancreatitis (Pavía-López et al., 2022). Diversos estudios han mostrado que alrededor del 90% de los pacientes con FCS presentan variantes patogénicas (VP) en el gen *LPL*, estando presente en el 23.5% de los pacientes la variante c.644G>A (Rodríguez-Gutiérrez et al., 2022).

Con el objetivo de conocer las VP que se encuentran en el gen *LPL* en población mexicana en este trabajo se realizó una búsqueda intencionada de las variantes en este gen en el exoma de los mexicanos con los que cuenta el laboratorio (LIEM: Laboratorio de Inmunogenómica y Enfermedades Metabólicas).

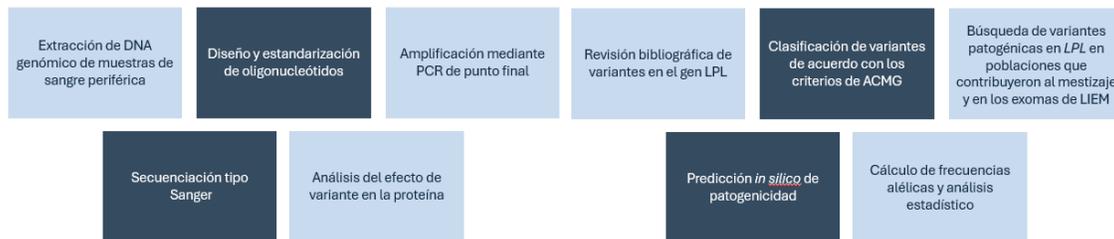
## Objetivo General

Identificar las variantes en el gen *LPL* asociadas a dislipidemias en una muestra de la población mestizomexicana.

## Objetivos particulares

- Describir todas las variantes patogénicas en el gen *LPL* en exomas de población mexicana.
- Identificar a los portadores de la variante p.G215E del gen *LPL*.
- Secuenciar la variante p.G215E del gen *LPL* asociada con quilomicronemia familiar en una familia mexicana.

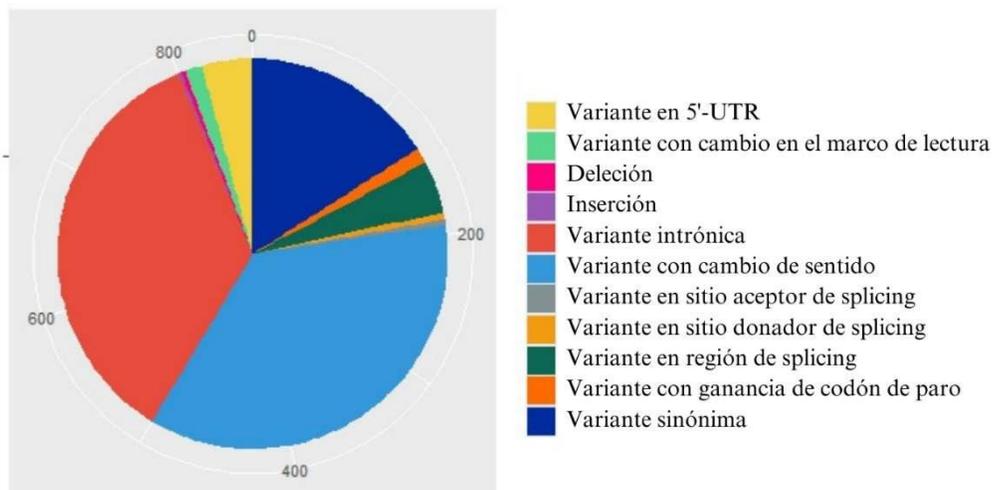
## Metodología



## Resultados y Discusión

A la fecha, de acuerdo con la base de datos de gnomAD, se han reportado 853 variantes en el gen *LPL*. De ellas, 28 son patogénicas e incluyen deleciones y SNVs, que provocan cambios en el marco de lectura, en sitios donadores y aceptores de *splicing*, mutaciones con cambio de sentido y ganancia de codón de paro (Figura 4). Por el contrario, en los exomas de los mexicanos, se identificaron 116 variantes del tipo de SNVs y deleciones. De estas, 5 son patogénicas y se localizan en los exones 5 y 6, incluyendo la SNV c.644G>A.

La comparación de las frecuencias alélicas de las 5 VP identificadas en los exomas de la población mexicana analizada mostró que las SNV c.590G>A y c.644G>A son las variantes más frecuentes y representan un 50 y 20% de los alelos afectados, respectivamente (Tabla 1). Se encontró un portador de la variante c.644G>A. El padre fue portador heterocigoto con un fenotipo clínico para FCS. Se logró obtener muestra de 2 hijas y una de ellas (paciente #1) también resultó portadora heterocigota de la variante, hasta la fecha sin datos clínicos aparentes. La otra hija no presentó la variante (paciente #2) (Figura 5).



**Figura 4.** Clasificación de las variantes en el gen *LPL* de acuerdo con el Predictor de Efecto de Variante (VEP)

**Tabla 1.** Frecuencias alélicas de las 5 variantes patogénicas encontradas en los exomas de los mexicanos

Frecuencia alélica (%)		gnomAD		
Variante	En este estudio	Mestiza americana (AM)	Europea finlandesa (EU)	no Africana (AF)
rs372668179 c.590G>A p.Arg197His	0.1128	0.03951	0.001549	0.004005
rs118204057 c.644G>A p.Gly215Glu	0.04511	0.01693	0.03019	0.00801
rs7734070951 c.818A>G p.His273Arg	0.02255	0.005785	0.0008801	0
rs118204068 c.829G>A p.Asp277Asn	0.02255	0.002823	0.00310	0
rs14091239350 c.929G>A p.Cys310Tyr	0.02255	0.002891	0	0

<sup>a</sup>Diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ).

El análisis predictivo *in silico* realizado con distintos métodos confirma la patogenicidad de todas las variantes, las cuales provocan una mutación con cambio de sentido y cambios en la estructura de la proteína, afectando su función (Tabla 2).

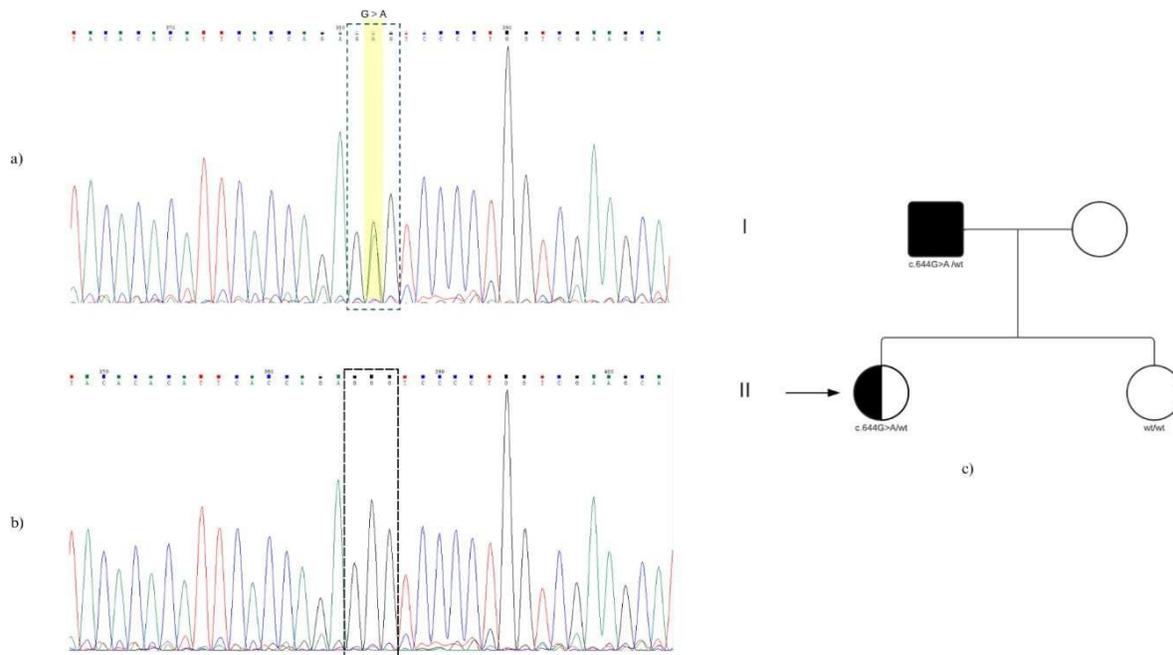
**Tabla 2.** Predicción *in silico* de patogenicidad de variantes en el gen *LPL* encontradas en los exomas de la población mexicana

Variante	SIFT	Polyphen	AlphaMissense	CADD	MutPred2	Mutation Taster	$\Delta\Delta G$
c.590G>A	0	0.987	0.3048	25.2	0.552	0.891071	-1.23
c.644G>A	0.43	0.999	0.6111	23.1	0.573	0.999998	-0.56
c.818A>G	0	0.994	0.7661	26.0	0.758	1	-0.91
c.829G>A	0	0.435	0.9186	24.4	0.656	1	-1.26
c.929G>A	0	0.977	0.9978	27.1	0.970	1	-0.86

Interesantemente se identificaron 13 SNVs sin reporte previo para la población mexicana (Tabla 3).

**Tabla 3.** Frecuencias alélicas de nuevas variantes identificadas en los exomas LIEM

DNA	Posición (GRCh37)	Frecuencia alélica (%)
c.89-94A>C	19805597	0.02255
c.249+60C>A	19805911	0.02255
c.430-121T>C	19810700	0.02278
c.430-110A>G	19810711	0.02268
c.775+115T>C	19811979	0.02271
c.776-126G>T	19813226	0.02255
c.776-110T>C	19813242	0.02255
c.1018+173C>T	19813767	0.02291
c.1019-62T>A	19816709	0.02255
c.1140-115T>C	19818297	0.02257
c.1323-169A>G	19819457	0.02272
c.*128T>C	19822949	0.04511
c.*128C>G	19822950	0.02256



**Figura 5.** Familia portadora de la variante c.644G>A del gen *LPL*. a) Paciente 1. b) Paciente 2. c) Árbol genealógico

Las Dlip son un trastorno metabólico en el que se presentan alteraciones en la concentración de colesterol y triglicéridos en sangre. A la fecha, su prevalencia en México y el conocimiento genómico se desconoce. En este estudio se encontraron 5 VP en el gen *LPL*, siendo la variante c.590G>A la de mayor frecuencia, seguida de la variante c.644G>A. Ambas variantes se han asociado con HTG severa (Surendran et al., 2012), presentes en los individuos con FCS y FCHL, que respectivamente representan la Dlip más grave y la más frecuente en todas las poblaciones. En nuestro trabajo, la prevalencia de la variante c.590G>A fue mayor en comparación con otras poblaciones (EU, AF, AM) resaltando la importancia que tienen las Dlip en nuestra población no solo porque afectan al 36.7% de los adultos mexicanos, sino también, porque representan uno de los principales factores de riesgo para enfermedades cardiovasculares, la principal causa de muerte a nivel nacional (INEGI, 2023)

Como se mencionó anteriormente, las VP reportadas en el gen *LPL* provocan un cambio de sentido no sinónimo afectando las interacciones del aminoácido y generando un efecto deletéreo en *LPL*, ya que se encuentran en zonas cercanas al sitio activo y catalítico de la proteína, así como cercanas a puentes disulfuro, provocando la pérdida de dichos sitios y de esta manera generando mayor desestabilización.

En relación a la SNV c.644G>A (p.Gly215Glu), que genera un cambio no sinónimo, se ha determinado experimentalmente que provoca una pérdida funcional casi completa de *LPL* (Zhang et al., 2023; Pandey et al., 2023).

Se han identificado más de 100 variantes en *LPL*, la mayoría relacionadas a pérdida de función, en pacientes con HTG (Kristensen et al., 2021). Interesantemente, en este estudio, se encontraron 13 nuevas SNV, una de ellas con una frecuencia alélica similar a la variante c.644G>A, por lo que es de vital importancia realizar un análisis más profundo para evaluar su significado clínico y descartar su patogenicidad o benignidad.

Se encontró un portador de la variante c.644G>A con fenotipo sugerente de FCS. Al ser un padecimiento que se hereda de forma autosómica recesiva y se manifiesta en presencia de variantes bialélicas en *LPL* (homocigoto o heterocigoto compuesto) (Zhang et al., 2023) es importante buscar intencionadamente otras variantes para corroborar el posible estado heterocigoto compuesto responsable del fenotipo del padre. Estos resultados son apoyados por un reporte previo en población mexicana en donde mencionan a un paciente heterocigoto compuesto para las variantes c.644G>A y c.829G>A con HTG severa (Rabacchi et al., 2015) Finalmente, es necesario considerar que este padecimiento también está estrechamente relacionado con hipertensión, ya que alteraciones en la concentración de lípidos en sangre conducen a una reducción de elasticidad arterial, generando actividad vasomotora anormal, que se ve reflejada en un aumento de presión sanguínea (Wyszyńska et al., 2023). Más aún, se ha encontrado una relación inversa de la variante Ser447Ter, localizada en el exón 9 del gen *LPL* con hipertensión (Wang et al., 2017).

## Conclusiones

A pesar de que se tiene conocimiento de múltiples variantes que afectan al gen *LPL* y su relación con dislipidemias e hipertensión, a la fecha no existen reportes genómicos en población mexicana, por lo que los resultados de este trabajo son muy relevantes, aunque es necesario profundizar en el conocimiento genómico de ambas patologías solas y en combinación.

## Referencias

- Al-Serri, A., Al-Bustan, S.A., Al-Sabah, S., Annice, B.G., Alnaqeeb, M.A. y Mojiminiyi, O.A. (2021). Association between the lipoprotein lipase RS1534649 gene polymorphism in Intron one with body mass index and high-density Lipoprotein- Cholesterol. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(8), 4717–4722. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.04.085>
- Arora, R., Nimonkar, A.V., Baird, D., Wang, C., Chiu, C., Horton, P.A., Hanrahan, S., Cubbon, R.M., Weldon, S.C., Tschantz, W.R., Mueller, S., Brunner, R., Lehr, P., Meier, P.J., Ottl, J., Voznesensky, A., Pandey, P., Smith, T.M., Stojanović, A., Flyer, A., Benson, T.E., Romanowski, M.J. y Trauger, J. W. (2019). Structure of lipoprotein lipase in complex with GPIHBP1. *Proceedings of the National Academy of Sciences of The United States of America*, 116(21), 10360–10365. <https://doi.org/10.1073/pnas.1820171116>
- Dron, J.S., y Hegele, R.A. (2020). Genetics of hypertriglyceridemia. *Frontiers in Endocrinology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fendo.2020.00455>
- Fausto, A.G.C., García, J.R.G., De Jesús Hernández Flores, T., Cárdenas, N.A.V., Perales, N.E.S., y Torres, M.T.M. (2017). Homozygous *LPL* p.Gly188Glu Mutation in a Mexican Girl With Lipoprotein Lipase Deficiency. *Annals of Laboratory Medicine*, 37(4), 355–358. <https://doi.org/10.3343/alm.2017.37.4.355>



## 2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

- Gunn, K.H. y Neher, S.B. (2023). Structure of dimeric lipoprotein lipase reveals a pore adjacent to the active site. *Nature Communications*, 14(1). <https://doi.org/10.1038/s41467-023-38243-9>
- Han, P., Wei, G., Cai, K., Xiang, X., Deng, W.P., Li, Y.B., Kuang, S., Dong, Z., Zheng, T., Luo, Y., Liu, J., Guan, Y., Li, C., Dey, S.K., Li, Z. y Banerjee, S. (2020). Identification and functional characterization of mutations in LPL gene causing severe hypertriglyceridaemia and acute pancreatitis. *Journal of Cellular and Molecular Medicine*, 24(2), 1286–1299. <https://doi.org/10.1111/jcmm.14768>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. INEGI. (2023). *Sala de prensa*. <https://www.inegi.org.mx/app/saladeprensa/noticia.html?id=8911#:~:text=Entre%20enero%20y%20septiembre%20de,en%20el%20periodo%20de%20referencia>
- Rabacchi, C., Pisciotta, L., Cefalù, A.B., Noto, D., Fresa, R., Tarugi, P., Averna, M., Bertolini, S., & Calandra, S. (2015). Spectrum of mutations of the LPL gene identified in Italy in patients with severe hypertriglyceridemia. *Atherosclerosis*, 241(1), 79–86. <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2015.04.815>
- Richards, S., Aziz, N., Bale, S., Bick, D., Das, S., Gastier-Foster, J., Grody, W.W., Hegde, M., Lyon, E., Spector, E., Voelkerding, K., & Rehms, H.L. (2015). Standards and guidelines for the interpretation of sequence variants: a joint consensus recommendation of the American College of Medical Genetics and Genomics and the Association for Molecular Pathology. *Genetics in Medicine*, 17(5), 405–424. <https://doi.org/10.1038/gim.2015.30>
- Rivas-Gómez, B., Almeda-Valdés, P., Tussíe-Luna, M.T., & Aguilar-Salinas, C.A. (2018). Dyslipidemia in Mexico, a Call for Action. *Revista de Investigación Clínica* *Revista de Investigación Clínica*, 70(5). <https://doi.org/10.24875/ric.18002573>
- Rodríguez-Gutiérrez, P.G., Colima-Fausto, A.G., Zepeda-Olmos, P.M., De Jesús Hernández-Flores, T., González-García, J.R. y Magaña-Torres, M.T. (2022). Biochemical, Clinical, and Genetic Characteristics of Mexican Patients with Primary Hypertriglyceridemia, Including the First Case of Hyperchylomicronemia Syndrome Due to GPIIIBP1 Deficiency. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(1), 465. <https://doi.org/10.3390/ijms24010465>
- Surendran, R.P., Visser, M.E., Heemelaar, S., Wang, J., Peter, J., Defesche, J.C., Kuivenhoven, J.A., Hosseini, M., Péterfy, M., Kastelein, J.J.P., Johansen, C.T., Hegele, R.A., Stroes, E.S.G., & Dallinga-Thie, G.M. (2012). Mutations in LPL, APOC2, APOA5, GPIIIBP1 and LMF1 in patients with severe hypertriglyceridaemia. *Journal Of Internal Medicine*, 272(2), 185–196. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2796.2012.02516.x>
- Tanaka, S., Ueno, T., Tsunemi, A., Nakamura, Y., Kobayashi, H., Hatanaka, Y., Haketa, A., Fukuda, N., Soma, M., & Abe, M. (2019). Lipoprotein lipase deficiency arising in type V dyslipidemia. *Internal Medicine*, 58(2), 251–257. <https://doi.org/10.2169/internalmedicine.0952-1>
- Ueda, M. (2022). Familial chylomicronemia syndrome: importance of diagnostic vigilance. *Translational Pediatrics*, 11(10), 1588–1594. <https://doi.org/10.21037/tp-22-488>
- Wang, J., Du, S., Wang, J., Zhu, M., Wen, X., & Yang, W. (2017). Association of the lipoprotein lipase gene Ser447Ter polymorphism with hypertension and blood pressure variation: evidence from an updated meta-analysis. *Clinical And Experimental Hypertension*, 39(7), 655–664. <https://doi.org/10.1080/10641963.2017.1313848>.
- Wu, S., Kersten, S., & Qi, L. (2021). Lipoprotein Lipase and Its Regulators: An Unfolding Story. *Trends In Endocrinology and Metabolism*, 32(1), 48–61. <https://doi.org/10.1016/j.tem.2020.11.005>
- Wyszyńska, J., Łuszczki, E., Sobek, G., Mazur, A., & Dereń, K. (2023). Association and Risk Factors for Hypertension and Dyslipidemia in Young Adults from Poland. *International Journal Of Environmental Research And Public Health/International Journal Of Environmental Research And Public Health*, 20(2), 982. <https://doi.org/10.3390/ijerph20020982>
- Zhang, G., Hu, Y., Yang, Q., Pu, N., Li, G., Zhang, J., Tong, Z., Masson, E., Cooper, D.N., Chen, J., & Li, W. (2023). Frameshift coding sequence variants in the LPL gene: identification of two novel events and exploration of the genotype–phenotype relationship for variants reported to date. *Lipids In Health And Disease*, 22(1). <https://doi.org/10.1186/s12944-023-01898>



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## Terapias milagrosas: el caso del dióxido de cloro para el tratamiento de enfermedades

Monter Alvarado Tlalli Mahuitzi, Mendez Martinez Violeta Michelle, Alcantar Espino Brandon Alvaro

**Profesores:** Rodríguez Guerrero Verónica\*, Sánchez Herrera Karina

\* Autores de correspondencia: [2233076841@alumnos.xoc.uam.mx](mailto:2233076841@alumnos.xoc.uam.mx) **Módulo:** Procesos Celulares Fundamentales  
[vrodriguezg@correo.xoc.uam.mx](mailto:vrodriguezg@correo.xoc.uam.mx)

### Resumen

El presente proyecto examina el impacto del uso del dióxido de cloro ( $\text{ClO}_2$ ) como un tratamiento alternativo para una amplia gama de enfermedades, desde infecciones virales hasta patologías crónicas. Este compuesto químico, que se emplea principalmente como desinfectante en la purificación de agua y en la industria del papel, ha sido promocionado en los últimos años como una "cura milagrosa" para afecciones como el COVID-19 y el cáncer. Sin embargo, su uso con fines terapéuticos carece de respaldo científico y ha generado controversia en la comunidad médica y entre las autoridades de salud pública, como la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA).

**Palabras clave:** Dióxido de cloro, Toxicidad, Medicamento milagro

### Introducción

En las últimas décadas, la medicina ha avanzado de forma significativa, mejorando la calidad de vida de millones de personas. Sin embargo, la rápida difusión de información a través de medios digitales ha favorecido la popularidad de ciertos tratamientos alternativos sin validación científica, como el dióxido de cloro. Este compuesto, usado principalmente como desinfectante industrial, ha sido promovido de manera errónea como una cura para enfermedades graves, como infecciones virales, cáncer y otras afecciones crónicas.

A pesar de las advertencias de organismos como la OMS y la FDA sobre los peligros de su consumo, que incluyen intoxicación, daño a órganos e incluso la muerte, muchas personas han adoptado su uso debido a la desinformación, especialmente durante la pandemia de COVID-19. El dióxido de cloro, descubierto en 1811 y utilizado en la industria para el tratamiento de agua, no ha sido sometido a pruebas científicas rigurosas como tratamiento médico. Su promoción ha generado controversia, ya que no existe evidencia que respalde su efectividad, y su uso representa riesgos éticos y de salud pública significativos. Aldunate,2020.

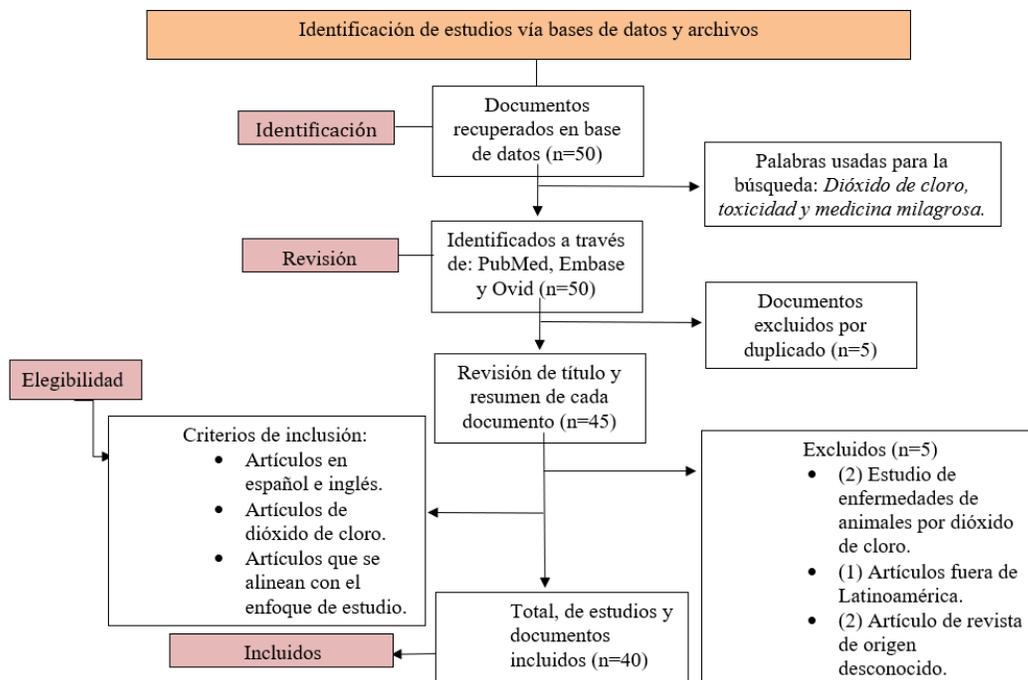
## Objetivo General

Investigar los efectos del dióxido de cloro en el manejo de enfermedades mediante la revisión de evidencia científica existente, averiguar los riesgos asociados con su uso, y el análisis del impacto de la desinformación en su adopción regulación.

## Objetivos particulares

- Examinar el papel de influencers y figuras públicas en la promoción del dióxido de cloro y cómo sus opiniones han influido en la percepción y aceptación del tratamiento.
- Investigar los efectos adversos y riesgos asociados con el uso del dióxido de cloro, incluyendo intoxicaciones y daños a la salud.
- Investigar cómo la desinformación y la promoción errónea del dióxido de cloro en medios digitales han influido en su adopción en la percepción pública de su eficacia y seguridad.
- Evaluar la implementación del uso de dióxido de cloro basado en la evidencia de pacientes que lo han utilizado.

## Metodología



## Resultados y Discusión

El texto basado en Ramírez (2022) se centra en los efectos físicos de la intoxicación por dióxido de cloro, mostrando una tabla que detalla los síntomas según las dosis, que van desde vómitos y dolor abdominal hasta la muerte. Este enfoque destaca cómo la gravedad de los efectos varía dependiendo de la exposición y la cantidad ingerida. A pesar de estas evidencias, el texto subraya que muchas personas continúan usando dióxido de cloro debido a su promoción en medios digitales.

En este contexto, el segundo texto, apoyado por un informe de la OPS (2020), aborda el papel de las plataformas digitales en la difusión del dióxido de cloro como tratamiento para diversas enfermedades, incluidas COVID-19, cáncer y hepatitis. Describe cómo las redes sociales y motores de búsqueda, como TikTok y Google, han sido canales clave para promover el dióxido de cloro, pese a las advertencias oficiales que subrayan su ineficacia y peligrosidad. El informe de la OPS, emitido en julio de 2020, deja claro que no respalda el uso de este compuesto para ninguna patología.

Ambos coinciden en la peligrosidad del dióxido de cloro, pero se complementan en su enfoque. Mientras que el primero detalla los efectos clínicos de la intoxicación, el segundo pone énfasis en cómo la desinformación en plataformas digitales ha llevado a muchas personas a ignorar las advertencias médicas. Esto refleja la importancia de las políticas de regulación digital, así como de la educación científica para evitar riesgos graves para la salud pública.

**Tabla 1.** Sintomatología por intoxicación de dióxido de cloro

GRADO DE INTOXICACIÓN	SIGNOS Y SINTOMAS	SISTEMA DIGESTIVO	SISTEMA CARDIOVASCULAR	SISTEMA URINARIO	SISTEMA NERVIOSO	SISTEMA RESPIRATORIO	OTROS SINTOMAS
NINGUNA	Ausencia						
DOSIS NO TOXICA (0.8 a 1mg/l)	Se resuelven espontáneamente	Nauseas, vómito, dolor abdominal y diarrea	Hipotensión transitoria	Hematuria	Cefalea, somnolencia, letargia, mareo, vértigo, temblores	Taquipnea, hiperventilación, tos, flema	Malestar general, irritación en ojos, diaforesis, deshidratación, alteración en el equilibrio ácido base
DOSIS ELEVADA (>3ppm)	prolongado	Dolor urente en el epigastrio, irritación en la garganta/ mucosa digestiva, insuficiencia hepática aguda	Hipotensión, trastornos hemorrágicos, Tiempo de Protrombina 33%, metahemoglobinemias, hemolisis, arritmias	Anuria	Síncope	Taquipnea, hiperventilación, tos persistente, flema	Deshidratación, alteración en el equilibrio ácido base, hipoglucemia, acidosis metabólica
DOSIS SEVERA *En los artículos revisados no se encuentra una dosis específica	Representen riesgo vital	Melenas, diarreas severas, sangrado digestivo, perforación esofágica	Hemolisis masiva, metahemoglobinemias severas	Falla renal	Síncope, muerte cerebral	Dificultad para respirar, hipoxemia, asfixia	Shock séptico y falla multiorgánica
DOSIS LETAL (40 a 80 mg/kg)	Dosis que podría provocar muerte	Muerte	Muerte	Muerte	Muerte	Muerte	Muerte

### Uso del dióxido de cloro para enfermedades según los medios digitales

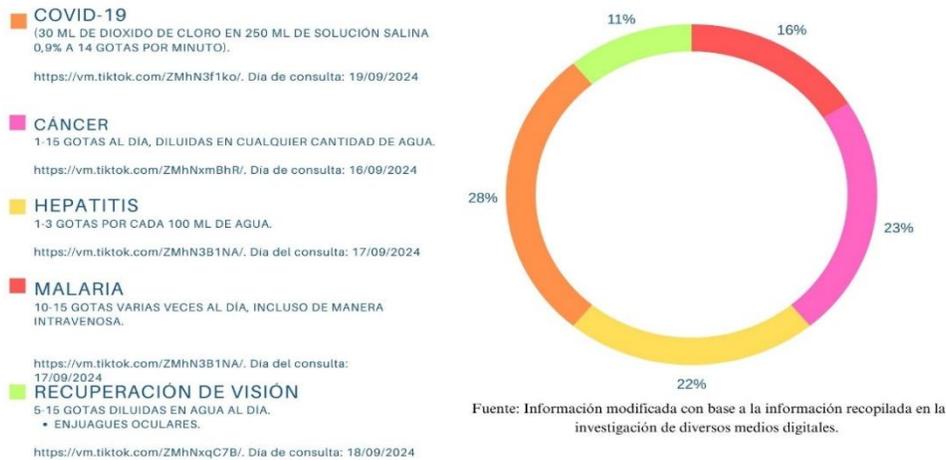


Figura 1. Uso del dióxido de cloro para enfermedades según los medios digitales.

### Conclusiones

El dióxido de cloro no debe considerarse seguro como tratamiento médico, ya que su promoción carece de respaldo científico y representa un peligro para la salud. Las agencias regulatorias han advertido sobre sus riesgos, señalando que su uso debe limitarse a aplicaciones aprobadas, como la desinfección en entornos controlados. A pesar de su toxicidad documentada en humanos, su promoción como cura ha aumentado, lo que incrementa los riesgos de intoxicación. Es necesario reforzar las políticas de salud pública, educar a la población y asegurar la correcta difusión de información científica para proteger la salud pública.

### Referencias

Acosta, A. (2020). El coronavirus en los tiempos del Ecuador. Fundación Carolina. <https://www.fundacioncarolina.es/wp-content/uploads/2020/04/AC-23.-2020.pdf>

Agencia de Estándares Alimenticios del Reino Unido. (2020). Advierte que la Solución Mineral Milagrosa (MMS) no debe ser consumida. <https://www.food.gov.uk/business-guidance/miracle-mineral-solution-and-sodium-chlorite-solutions>

Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios. (2010, mayo 15). Alerta de medicamentos ilegales, N° 05/10 – MMS (Miracle Mineral Solution). [https://www.aemps.gob.es/informa/notas-informativas/medicamentosusohumano-3/medIlegales/2010/ni\\_muh\\_ilegales\\_05-2010/](https://www.aemps.gob.es/informa/notas-informativas/medicamentosusohumano-3/medIlegales/2010/ni_muh_ilegales_05-2010/)

Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria. (2020). Arcsa informa a la ciudadanía sobre el Dióxido de Cloro. <https://www.controlsanitario.gob.ec/arcса-informa-a-la-ciudadania-sobre-el-dioxido-de-cloro/>

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. (2020). Resúmenes de Salud Pública - Dióxido de cloro y clorito (Chlorine Dioxide and Chlorite). [https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs160.html](https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs160.html)

Aldunate, M. (2020). Efectos del uso de Dióxido de Cloro en COVID-19. <https://www.ispch.cl/newsfarmacovigilancia/18/images/parte07.pdf>

Angelelli, P., Hennessey, M., Henríquez, P., Benavente, J., Radaelli, V., Sasso, S., Anta, R., Crespi, J., Navarro, J., & Vargas, F. (2020). Respuestas al COVID-19 desde la ciencia, la innovación y el desarrollo productivo. Banco Interamericano de Desarrollo. <http://dx.doi.org/10.18235/0002347>



## 2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

Arellano, G., Aldana, E., & Pérez, A. (2021). Intestinal perforation associated with chlorine dioxide ingestion: An adult chronic consumer during COVID-19 pandemic. *Clinical Journal of Gastroenterology*, 14, 1655–1660.

Autor desconocido. (2020). Determination of the Effectiveness of Oral Chlorine Dioxide in the Treatment of COVID-19 [Ensayo clínico]. *ClinicalTrials.gov*. <https://clinicaltrials.gov/ct2/show/study/NCT04343742>

Burela, A., Hernández, A., Comandé, D., Peralta, V., & Fiestas, F. (2020). Dióxido de cloro y derivados del cloro para prevenir o tratar la COVID-19: Revisión sistemática. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*, 37(4).

Cancillería del Ecuador. (2022). Estadísticas de vacunación contra el Covid-19 en el Ecuador. <https://www.cancilleria.gob.ec/argentina/2022/02/24/estadisticas-de-vacunacion-contra-el-covid-19-en-el-ecuador/>

Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades [CDC]. (2022). Desarrollo de vacunas contra el COVID-19. <https://espanol.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/vaccines/distributing/steps-ensure-safety.html>

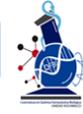
Ramírez, Y. (2022). Provoca efectos adversos a la salud el consumo de dióxido de cloro. <https://quimica.unam.mx/provoca-efectos-adversos-a-la-salud-el-consumo-de-dioxido-de-cloro/>

Ramos, S., Fernández, N., & Martínez, J. (2021). El mercado negro del dióxido de cloro en América Latina durante la pandemia de COVID-19. *Revista Internacional de Estudios Latinoamericanos*, 14(2), 53–73.

Secretaría de Salud de México. (2021). Comunicado de prensa: Dióxido de cloro no es efectivo para el tratamiento de COVID-19. <https://www.gob.mx/salud/prensa/dioxido-de-cloro-no-es-efectivo-para-el-tratamiento-de-covid-19>

Sicurella, L., Sandoval, E., Silva, L., & Orengo, M. (2022). Análisis de la controversia sobre el uso del dióxido de cloro en la prevención y tratamiento de la COVID-19. *Revista Internacional de Investigación en Ciencias Sociales*, 5(1), 102–119.

Soto, J., & Luna, G. (2021). Controversia y desafíos éticos en el uso de dióxido de cloro frente a la COVID-19 en Ecuador. *Revista Ecuatoriana de Bioética*, 2(2), 12–28.



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## Aislamiento y caracterización de bacterias ácido lácticas autóctonas de la fermentación artesanal de chiles en escabeche

García Casiano Sandra\*, Leyte Lugo Martha Adriana

**Profesores:** Azaola Espinosa Alejandro Alberto\*

\* Autores de correspondencia: [2172032729@alumnos.xoc.uam.mx](mailto:2172032729@alumnos.xoc.uam.mx) **Módulo:** Serivico Social  
[azaola@correo.xoc.uam.mx](mailto:azaola@correo.xoc.uam.mx)

### Resumen

Este trabajo se enfocó en el uso de chiles jalapeños para el aislamiento y caracterización de las bacterias ácido lácticas (BAL) autóctonas presentes en chiles en escabeche elaborados artesanalmente. Para el cumplimiento de dicho objetivo se analizaron diferentes preparaciones artesanales de chiles jalapeño en escabeche y en salmuera, de las cuales se tomaron diferentes muestras y se realizaron diferentes procedimientos (medios de cultivo sólidos y líquidos, tinción de Gram, pruebas bioquímicas, etc.) para el aislamiento e identificación de BAL. De los 3 preparados de chiles en escabeche y uno de chiles en salmuera, se logró aislar un total 8 cepas de bacterias. El aislamiento permitió la obtención de colonias redondas, de tamaño pequeño, con bordes enteros, convexa, cremosa y de color blanquecina. Gram positivas, de las cuales 4 fueron bacilos y 4 fueron cocos, catalasas negativas y resistentes a concentraciones de hasta 5% en NaCl.

**Palabras clave:** Fermentación, Bacterias ácido lácticas, Chile jalapeño

### Introducción

México ofrece una impresionante variedad de alimentos, la mayoría de los cuales se consideran nativos, como el agave, el cacao, el maíz, los chiles y la tuna, que son utilizados principalmente para la producción de alimentos y/o bebidas fermentadas por las diversas comunidades indígenas mexicanas (Robledo et al., 2021). Estos alimentos suelen ser caseros y fermentados espontáneamente por diferentes clases de microorganismos, incluidas levaduras, bacterias y hongos (Pérez y Cardoso, 2020). En general los alimentos fermentados contienen moléculas bioactivas, vitaminas y otros componentes con mayor disponibilidad que en el alimento original, debido al proceso de fermentación. Entre los vegetales utilizados en los procesos de fermentación se encuentran la col, los nabos, los rábanos, las zanahorias, el repollo, los pepinos, las aceitunas, la coliflor, el apio, el quimbombó, las cebollas, los pimientos, los tomates y el chile, donde se genera la fermentación espontánea por BAL de origen natural, es decir, propias del vegetal (Gunawardena et al., 2024). La fabricación de vegetales encurtidos implica una fermentación espontánea, lo que conduce al predominio de una microbiota principalmente compuesta de BAL. Estas bacterias se caracterizan por presentar propiedades que incluyen las actividades acidificantes, proteolíticas y lipolíticas que contribuyen a la conservación, sabor y calidad nutricional de los alimentos (Sáez et al., 2018). Surgiendo el interés de promover el uso de alimentos fermentados como una

estrategia para proveer microorganismos, metabolitos y fragmentos celulares al ecosistema intestinal, que pueden mejorar la salud gastrointestinal y proporcionar otros beneficios para la salud (Puntillo y Vinderola, 2021).

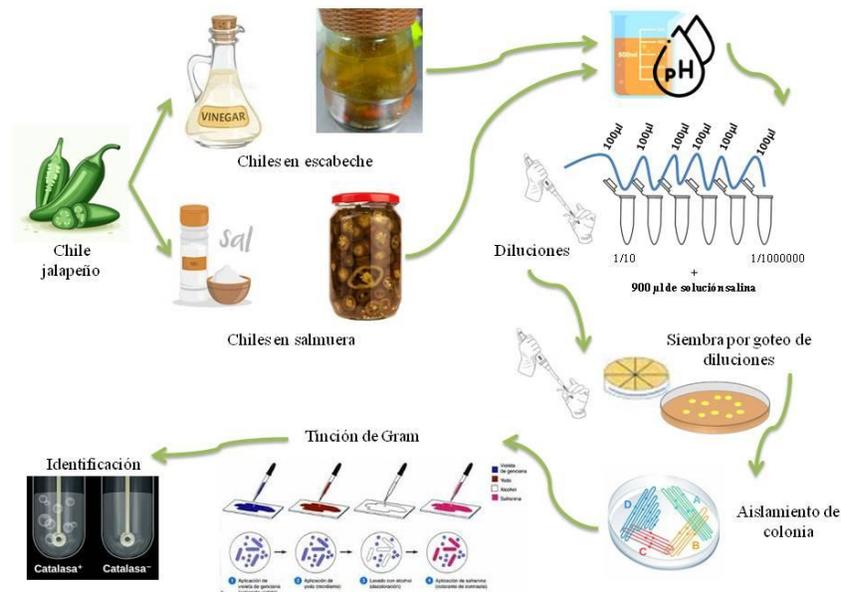
## Objetivo General

Aislar y caracterizar bacterias ácido lácticas (BAL) autóctonas de un preparado de chiles en escabeche elaborados artesanalmente.

## Objetivos particulares

- Preparar un producto de chiles jalapeños en escabeche con y sin la adición de vinagre.
- Determinar la presencia de bacterias ácido lácticas.
- Estudiar la dinámica de producción de biomasa de bacterias en el producto.
- Caracterizar las bacterias aisladas mediante un análisis microscópico y pruebas bioquímicas.
- Comparar los resultados de la preparación de chiles en escabeche con y sin la adición de vinagre.

## Metodología



## Resultados y Discusión

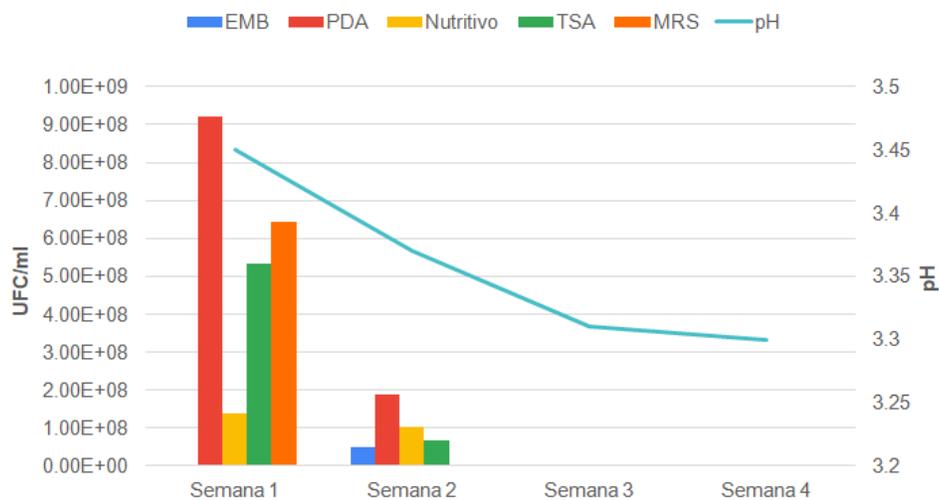
En este trabajo se aislaron bacterias provenientes de 3 diferentes preparados de chiles en escabeche (con vinagre), buscando aislar y caracterizar BAL, así como de un preparado de chile en salmuera. Para el primer preparado de chiles en escabeche, después de la inoculación de diluciones en medio MacConkey, SS, Estafilococos No. 110, medio para selección de *Streptococos*, nutritivo y MRS, no se logró aislar bacterias, es decir, no hubo crecimiento de BAL en el primer preparado de chiles en vinagre. Cabe destacar que el preparado presentaba un residuo graso y con el objetivo de corroborar si existía interferencia de dicha fase oleosa se tomaron muestras de diferentes profundidades del recipiente (parte oleosa, parte media y fondo del frasco). El resultado del ensayo anterior no mostró crecimiento de bacteria alguna. Dado los resultados anteriores, se realizó otro ensayo para determinar si los ingredientes presentes en el preparado interferían como agentes externos para el crecimiento de bacterias. Para lo cual se tomó una muestra de chile, el cual se macero y se inoculó en medios de cultivo líquidos (caldo de cultivo MRS, Nutritivo y TSB). A partir de los medios líquidos, se tomaron muestras y se inocularon en medios sólidos, y tras 24 horas de incubación se observó el crecimiento de bacterias a partir sólo de los medios líquidos MRS y TSB. Resultados que indican que las bacterias posiblemente se encuentren dentro las células vegetales del chile jalapeño y no en el medio exterior. Sin embargo, las bacterias aisladas no corresponden a alguna especie de lactobacilos, ya que, al realizar la prueba de catalasa, esta dio positiva. Cabe destacar que el pH de este preparado fue de 2.62.

Al no obtener un resultado satisfactorio de crecimiento bacteriano con el preparado 1, se realizó un segundo preparado de chiles en escabeche, en este segundo preparado (preparado 2) se realizó un procedimiento similar al primero. Se prepararon diluciones y se inocularon en los medios de cultivo sólidos en una primera toma de muestra (semana 1). Como resultado de este ensayo, no se encontró presencia de BAL ni fue posible su apreciación y conteo de UFC, debido a la contaminación del preparado por parte de otros microorganismos de rápido crecimiento. Sin embargo, en la última toma de inóculo (semana 3) y posterior a la inoculación en medios de cultivo sólidos, ya no se obtuvo desarrollo alguno de microorganismos, tanto enteropatógenos, como propios del preparado. Con relación al pH del preparado, el pH inicial fue de 3.40 y el final de 3.34.

Al no obtener un resultado satisfactorio de crecimiento bacteriano con el preparado 1, se realizó un segundo preparado de chiles en escabeche, en este segundo preparado (preparado 2) se realizó un procedimiento similar al primero. Se prepararon diluciones y se inocularon en los medios de cultivo sólidos en una primera toma de muestra (semana 1). Como resultado de este ensayo, no se encontró presencia de BAL ni fue posible su apreciación y conteo de UFC, debido a la contaminación del preparado por parte de otros microorganismos de

rápido crecimiento. Sin embargo, en la última toma de inóculo (semana 3) y posterior a la inoculación en medios de cultivo sólidos, ya no se obtuvo desarrollo alguno de microorganismos, tanto enteropatógenos, como propios del preparado. Con relación al pH del preparado, el pH inicial fue de 3.40 y el final de 3.34.

En la figura 1, se puede ver cómo pasadas las semanas hubo una disminución en el número de bacterias en el producto sin vinagre, hasta llegar a la semana 4 donde ya no hubo desarrollo de ningún tipo de bacteria, pero sí de levaduras que no fueron contabilizadas, así mismo, durante estas 4 semanas los valores de pH se mantuvieron constantes en un rango de 3.4 a 3.3.

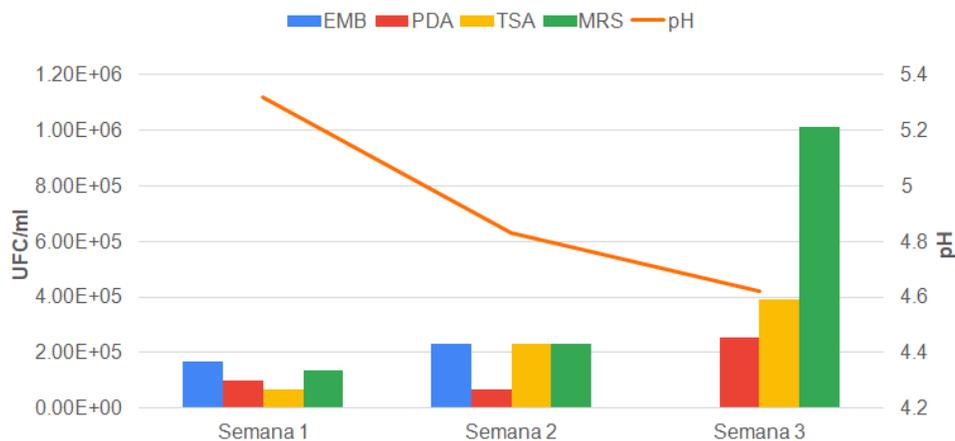


**Figura 1.** Desarrollo de UFC/ml y acidez del preparado 3 sin vinagre con respecto al tiempo.

Muchas de las características organolépticas de los preparados, sobre todo aquellos que son el resultado de la fermentación puede verse influenciada por la adición de sal, glucosa y algunos ácidos, influyendo en el pH de las preparaciones (Vegas et al. 2019). En los primeros preparados de chiles en escabeche, con la adición de vinagre, se observaron valores de pH por debajo de 3.5, infiriendo que el efecto del pH afectó el crecimiento de BAL y por lo tanto impidiendo la obtención de biomasa. A pesar de que se ha reportado que la mayoría de las especies de BAL pueden tolerar un pH inferior a 5.0, es de gran importancia determinar un pH óptimo, ya que un pH inadecuado puede resultar en un efecto negativo sobre el crecimiento de microorganismos, debido a alteraciones en la estabilidad de sus membranas, dificultando su capacidad de intercambio iónico e inhibiendo su actividad enzimática (Vera et al 2020).

Debido al poco crecimiento de BAL en productos con vinagre, se realizó un cuarto producto a base de chiles salmuera con 10% de sal, siendo esta la concentración más baja de sal que se puede utilizar sin efectos perjudiciales. Ya que una concentración elevada de sal para una salmuera, como por ejemplo 17%, inhibe por

completo el crecimiento de BAL (López, 2010). En base en el conteo del número de colonias obtenidas, se calculó el número de UFC/ml en los medios de cultivo MRS, EMB, TSA y PDA; los valores obtenidos fueron del orden de  $10^4$  UFC/ml para la semana 1 en todos los medios, y un promedio del orden de  $10^5$  en medio TSA y PDA y de  $10^6$  en medio MRS a la semana 3 (Figura 2). Observando un incremento en el crecimiento de bacterias con respecto al tiempo y un decremento en el pH de los productos.



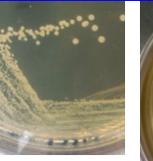
**Figura 2.** Desarrollo de UFC/ml y acidez en Chile con respecto al tiempo en medios de cultivo.

Se sabe que una solución de salmuera con una alta concentración de sales extrae azúcar y agua de las verduras, ya que la sal penetra en el vegetal a través de los poros formados en la superficie en respuesta al cambio de presión externa, considerándose como el paso primario y significativo en la fermentación. Para la piel de superficie rígida o lisa de algunas verduras que carecen de poros, la difusión de la sal se retrasa, lo que puede resultar en un período de fermentación más prolongado, lo que ocasiona que puede requerir varios meses para obtener los resultados esperados de los encurtidos (Yuan et al. 2023). Lo anterior deriva en la razón por la que puede existir un aumento en el número de UFC en el preparado con chile, ya que se permitía tener los azúcares necesarios por parte del vegetal para la supervivencia de las bacterias. Respecto al pH, existe la posibilidad de que los cambios de este continúen al aumentar el tiempo de fermentación, ya que dicho proceso puede durar desde varios días y hasta meses (Yuan et al. 2023).

Algunas de las bacterias que se lograron aislar de los tres preparados de chiles en escabeche y del preparado de chiles en salmuera, se sometieron a un proceso de caracterización macroscópica de las colonias, seleccionando aquellas que tenían una forma redonda, tamaño pequeño, con bordes enteros, convexa, cremosa y de color blanquecina. Posteriormente, fueron evaluadas mediante frotis teñidos con tinción de Gram, obteniendo 8 aislados Gram positivos, de los cuales 4 fueron cocos y 4 bacilos. Cabe destacar que se ha reportado que las bacterias Gram positivas son los principales organismos responsables del proceso de fermentación en las etapas

iniciales (Vegas et al. 2019). En cuanto a morfología, los resultados obtenidos se pueden relacionar con los géneros ya reportados de *Lactobacillus* y *Carnobacterium*, ya que estos son bastones o bacilos, mientras que los demás géneros tienen forma de cocos, con excepción del género *Weissella* que pueden tener forma tanto de bastones como de cocos (Varzakas et al. 2019). En cuanto a la caracterización mediante prueba de catalasa, todos los aislados no fueron capaces de producir burbujeo cuando se mezclaron con peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ), mostrando ausencia de la enzima catalasa, característica de las especies de *Lactobacillus* (Goyal et al. 2019). Por último, se evaluó el efecto del NaCl sobre los aislados, utilizando concentraciones de 3%, 4% y 5%; los resultados se obtuvieron visualmente y en función de la intensidad de la turbidez, obteniendo resultados positivos, es decir, microorganismos con la capacidad de crecimiento en las diferentes concentraciones de NaCl. De acuerdo con Tegenaw y colaboradores (2023), *Lactobacillus* puede sobrevivir a concentraciones de 1.5% – 6% de NaCl y para evitar una reducción excesiva del pH por el ácido láctico, las bacterias bombean álcali al exterior y convierten el ácido libre en su forma de sal, elevando la presión osmótica sobre las células bacterianas, siendo así que el aislamiento de posibles cepas de bacterias lácticas depende de las características de alta osmotolerancia (tabla 1 y tabla 2).

**Tabla 1.** Características y número de aislamientos por experimento en preparados de chile jalapeño en escabeche.

	Experimento 1	Experimento 2	Experimento 3			
<b>Tiempo de conservación</b>	1 año	19 días	24 días			
<b>Muestra</b>	Macerado	Líquido	Líquido (sin vinagre)			
<b>#de cepas</b>	1	1	5			
<b>Morfología colonial</b>						
<b>Morfología celular</b>	Coco	Bacilo	Bacilo	Bacilo	Bacilo	Coco
	1	1	2	2	2	3
<b>Tinción de Gram</b>	+	+	+	+	+	+
<b>Catalasa</b>	-	-	-	-	-	-
<b>3% NaCl</b>	+	+	+	+	+	+
<b>4% NaCl</b>	+	+	+	+	+	+
<b>5% NaCl</b>	+	+	+	+	+	+

**Tabla 2.** Características y número de aislamientos en preparados de chile jalapeño en salmuera.

	<b>Chile</b>
<b>Tiempo de conservación</b>	20 días
<b>Muestra</b>	Líquido
<b># de cepas</b>	1
<b>Morfología colonial</b>	
<b>Morfología celular</b>	Bacilo
<b>Tinción de Gram</b>	+
<b>Catalasa</b>	-
<b>3% NaCl</b>	+
<b>4% NaCl</b>	+
<b>5% NaCl</b>	+

## Conclusiones

De los 3 preparados de chiles en escabeche y uno de chiles en salmuera, se logró aislar un total 8 cepas de bacterias. Todas fueron caracterizadas en base a la morfología macroscópica y microscópica de sus colonias, entre otras características. El aislamiento permitió la obtención de colonias redondas, de tamaño pequeño, con bordes enteros, convexa, cremosa y de color blanquecina. Todas las cepas fueron bacterias Gram positivas, de las cuales 4 fueron bacilos y 4 fueron cocos. No se obtuvieron microorganismos catalasa positiva y fueron resistentes a concentraciones de hasta 5% en NaCl.

En conjunto, los resultados mostraron posibles aislamientos de BAL. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que en las fermentaciones vegetales existen muchos microorganismos que pueden afectar la calidad y la seguridad de los productos, siendo importante tomar en cuenta factores como el pH, la disponibilidad de oxígeno, la temperatura, los nutrientes, la concentración de sal que pueden influir en la optimización del proceso de fermentación, afectando el crecimiento de las BAL. Así mismo, sería importante seguir con la investigación de este tipo de matrices vegetales, aprovechando también las propiedades bioactivas únicas de los vegetales y sus posibles efectos terapéuticos.

## Referencias

- Goyal, R., Dhingra, H., Bajpai, P. & Joshi, N. (2019). Characterization of the *Lactobacillus* isolated from different curd samples. *African Journal of biotechnology*, 11(79), 14448–14452. <https://doi.org/10.5897/AJB11.310>
- Gunawardena, S., Nadeeshani, H., Amarasinghe, V. & Liyanage, R. (2024). Bioactive properties and therapeutic aspects of fermented vegetables: a review. *Food Prod Process and Nutr*, 6(31). <https://doi.org/10.1186/s43014-023-00176-7>
- López, H. (2010). Desarrollo y evaluación de un chile jalapeño (*Capsicum annum*) en salmuera y su diseño de planta. Zamorano. Disponible en: AGI-2010-T023.pdf
- Pérez, B., & Cardoso, G. (2020). Traditional fermented beverages in Mexico: Biotechnological, nutritional, and functional approaches. *Food research international (Ottawa, Ont.)*, 136, 109307. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109307>
- Puntillo, M. & Vinderola, G. (2021). Impacto de los alimentos fermentados en la microbiota intestinal. *An Microbiota Probioticos Prebioticos*, 2(1), 109–112. [https://siampyp.org/wp-content/uploads/2021/06/vol2\\_num1.pdf](https://siampyp.org/wp-content/uploads/2021/06/vol2_num1.pdf)
- Robledo, K., Ramírez, V., González, A., Ramírez, Y., García, L., & Trujillo, J. (2021). Research opportunities: Traditional fermented beverages in Mexico. Cultural, microbiological, chemical, and functional aspects. *Food research international (Ottawa, Ont.)*, 147, 110482. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110482>
- Sáez, D., Flomenbaum, L., & Zárate, G. (2018). Lactic Acid Bacteria from Argentinean Fermented Foods: Isolation and Characterization for their Potential Use as Starters for Fermentation of Vegetables. *Food technology and Biotechnology*, 56(3), 398–410. <https://doi.org/10.17113/ftb.56.03.18.5631>
- Tegenaw, K., Maina, K. & Birhan, N. (2023). Characterization of potential probiotics *Lactobacillus* species isolated from the gastrointestinal tract of Rhode Island Red (RIR) chicken in Ethiopia. *Heliyon*, 9(1). E17453. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e17453>
- Varzakas, T., Zakyntinos, G., Proestos C. & Radwanska M. (2019). Fermented vegetables. In: *Minim Process Refrig Fruits Veg*. 537–584. [https://doi.org/10.1007/978-1-4939-7018-6\\_15](https://doi.org/10.1007/978-1-4939-7018-6_15)
- Vegas, C., Zavaleta, A. & Zarzoso, B. (2019). Optimization of fermentation process conditions for chili pepper (*Capsicum frutescens*) fruit using Response Surface Methodology. *Agronomía colombiana*, 36(1), 89–97. <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v36n1.69164>
- Vera, M., & Rodriguez, W. (2020). Effect of pH on the growth of three lactic acid bacteria strains isolated from sour cream. *Universitas Scientiarum*, 25(2), 341–358. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.SC25-2.eopo>
- Yuan, Y., Yang, Y., Xiao, L., Qu, L., Zhang, X., & Wei, Y. (2023) Advancing insights into probiotics during vegetable fermentation. *Foods*, 12(20), 3789. <https://doi.org/10.3390/foods12203789>



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## Comparación de dos métodos de síntesis del 5-nitrofurfural diacetato a partir del olote

Altamirano Altamirano Arturo, Andrade Garcés Pablo\*, Ávila Hernández José Antonio, Hernández Sánchez Ana Laura, Orozco Cruz Ximena Iriana

**Profesores:** Manzo Durán Rubicelli\*, Zavala Sánchez Miguel Ángel

\* Autores de correspondencia: [2223059114@alumnos.xoc.uam.mx](mailto:2223059114@alumnos.xoc.uam.mx)  
[rmanzo@correo.xoc.uam.mx](mailto:rmanzo@correo.xoc.uam.mx)

**Módulo:** Obtención de Compuestos Orgánicos de Interés Farmacéutico

### Resumen

Este estudio evaluó la eficacia de dos métodos de síntesis del 5-nitrofurfural diacetato a partir del olote. Inicialmente, se obtuvo el furfural mediante una hidrólisis catalizada por ácido del olote, logrando un rendimiento de 0.81%, significativamente menor al esperado 30%. Posteriormente, se compararon dos metodologías de nitración y acetilación del furfural para la síntesis del 5-nitrofurfural diacetato. La metodología 2, que empleó hidróxido de sodio (NaOH) y mantuvo la temperatura entre -5 y 5°C, resultó en la obtención de 0.5 gramos del producto deseado, demostrando ser la más efectiva que la metodología 1, la cual no produjo el producto. Factores como el pretratamiento de la biomasa, el tipo de ácido y catalizadores, y las condiciones de reacción fueron determinantes en el rendimiento. Estos hallazgos sugieren que la optimización de las condiciones de reacción es crucial para mejorar el rendimiento en la síntesis de compuestos heterocíclicos a partir de biomasa.

**Palabras clave:** 5-nitrofurfural diacetato, Nitrofuranos, Furfural

### Introducción

La biomasa vegetal, compuesta por azúcares C6 y C5 que forman celulosa, hemicelulosa y lignina, junto con lípidos y almidones, ha emergido como una fuente prometedora de energía renovable y productos químicos. La necesidad de reducir la dependencia del petróleo crudo ha impulsado a la comunidad científica a explorar la biomasa como una alternativa viable. En este contexto, el olote de maíz, un residuo agrícola abundante, se presenta como una materia prima atractiva para la síntesis de compuestos de valor añadido (Mazumdar et al., 2021).

A partir del olote de maíz se puede obtener furfural, que a su vez será utilizado en este estudio para la síntesis de 5-nitrofurfural diacetato, explorando las rutas químicas y las condiciones óptimas para su obtención mediante métodos catalíticos eficientes y sostenibles (Delbecq et al., 2018; Li et al., 1990; Yue et al., 2022).

El 5-nitrofurfural diacetato es un intermediario clave en la síntesis de compuestos heterocíclicos con aplicaciones farmacológicas, dentro de las que ha presentado actividad antihelmíntica (Dziduch et al., 2020). Derivado del 5-nitrofurano, conocido por sus propiedades antimicrobianas, se utiliza en la fabricación de medicamentos como la



## 2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

nitrofurantoína (infecciones urinarias), furazolidona (infecciones gastrointestinales), nitrofurazona (infecciones cutáneas) y nifurtimox (enfermedad de Chagas) (Monasterios & Avendaño, 2007; Zheng et al., 2024).

Con base en lo anterior en este estudio planteamos la pregunta: ¿Cómo optimizar las condiciones de reacción para la síntesis de 5-nitrofurfural diacetato a partir de olote de maíz utilizando métodos catalíticos sostenibles? En este sentido planteamos la siguiente hipótesis: la utilización de catalizadores específicos y condiciones controladas permitirán obtener de manera eficiente y sostenible el 5-nitrofurfural diacetato a partir del olote.

### Objetivo General

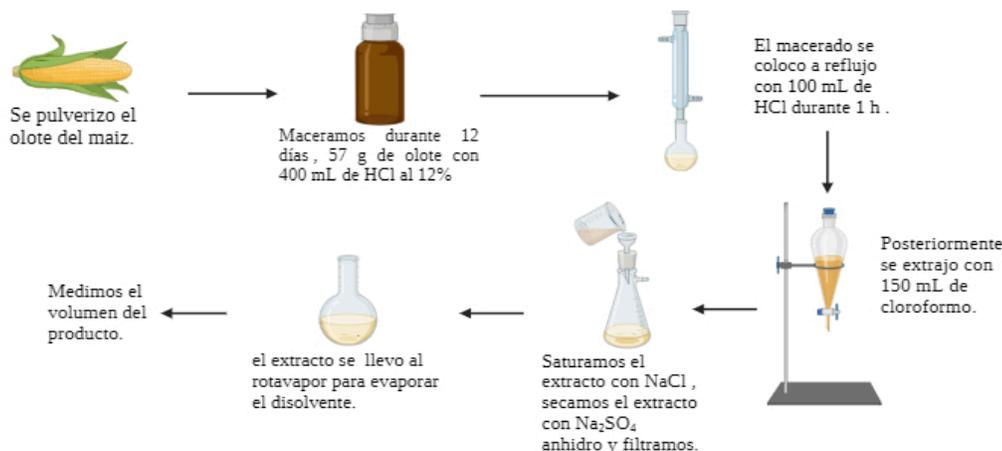
Analizar la eficacia y rendimiento de dos métodos de síntesis para 5-nitrofurfural diacetato a partir de la obtención de furfural del olote.

### Objetivos particulares

- Obtener furfural a partir de la hidrólisis catalizada por ácido del olote de maíz.
- Realizar la síntesis del 5-nitrofurfural diacetato a partir de dos metodologías de nitración y acetilación del furfural.
- Comparar el rendimiento de ambas metodologías.

### Metodología

En la metodología de hidrólisis del olote (Figura 1) se mezclaron 57 g de olote seco triturado con 400 mL de ácido clorhídrico al 12% en un frasco de vidrio ámbar y cerrado, durante 12 días a temperatura ambiente. Después de ese tiempo, se sometió el macerado a reflujo durante 1 hora y se dejó enfriar la mezcla de reacción. Se filtró y lavó el residuo con pequeños volúmenes de agua. Se saturó el filtrado con cloruro de sodio y se extrajo el furfural de la solución acuosa con cloroformo, el extracto se secó con sulfato de sodio anhidro, el disolvente se evaporó hasta sequedad e identificó mediante cromatografía en capa fina empleando como estándar furfural de Sigma-Aldrich® al 99% de pureza.

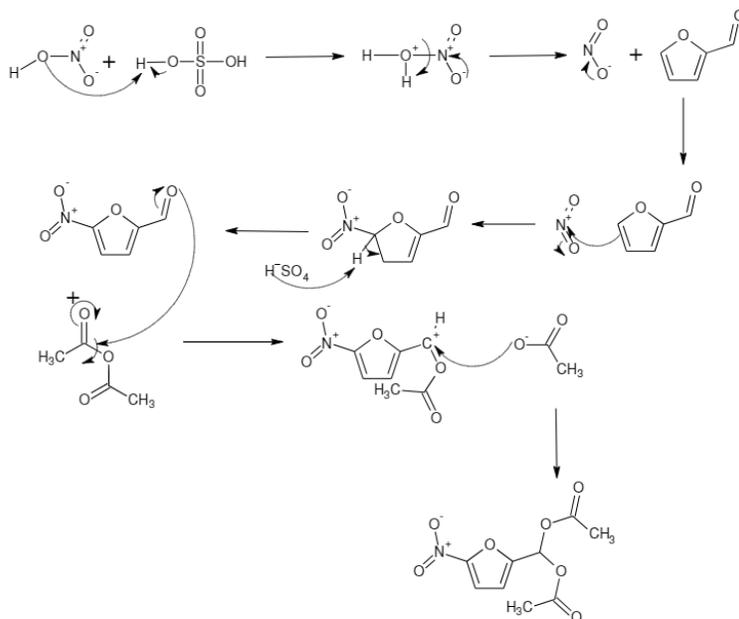


Created in BioRender.com

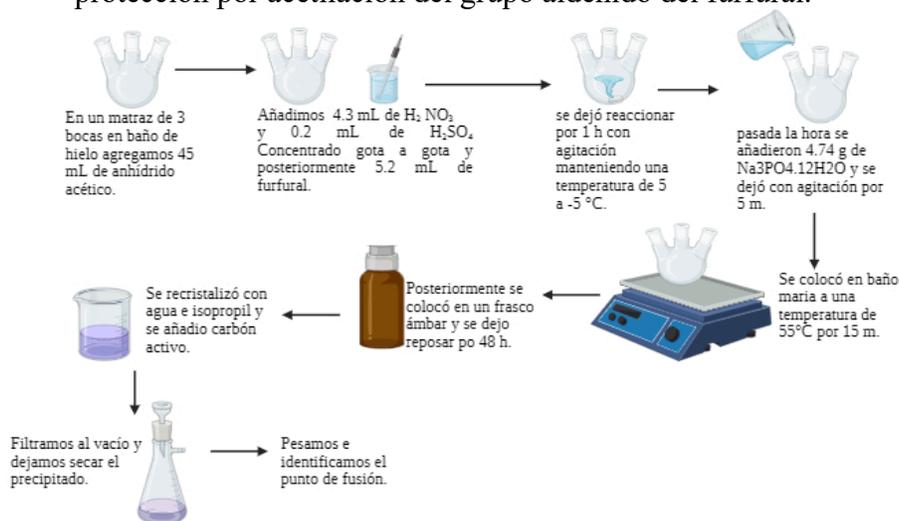
**Figura 1.** Metodología usada para la obtención de furfural a partir del olote.

La metodología general empleada para la síntesis del 5-nitrofurfural diacetato consistió en la nitración del anillo furano y posterior protección del grupo aldehído por acetilación del furfural (Figura 2). En primera instancia se preparó una solución de ácido nítrico y ácido sulfúrico que posteriormente se agregó al anhídrido acético con la precaución de colocar esta solución en un baño de hielo para mantener la temperatura en un rango de  $-5$  a  $5$  °C debido a que es una reacción sumamente exotérmica y con agitación constante. Finalmente se agregó furfural por goteo a la solución anterior.

Al finalizar la reacción que fue prácticamente igual para ambas metodologías exceptuando que en la metodología 2 se usó menor cantidad de reactivos que en la metodología 1; a esta última se añadió una solución saturada de fosfato trisódico dodecahidratado y se mantuvo en agitación, seguidamente se colocó en baño María y se finalizó vaciando la mezcla en un frasco ámbar protegido de la luz. Después de 48 horas se agregó agua, isopropanol y carbón activado para la cristalización y obtención del producto deseado (Figura 3). En la metodología 2 se añadió una solución al 10% de hidróxido de sodio y se mantuvo en agitación para posteriormente vaciar la mezcla en un frasco ámbar protegido de la luz. Después de 20 horas se usó agua y etanol para la cristalización y obtención del producto deseado (Figura 4).

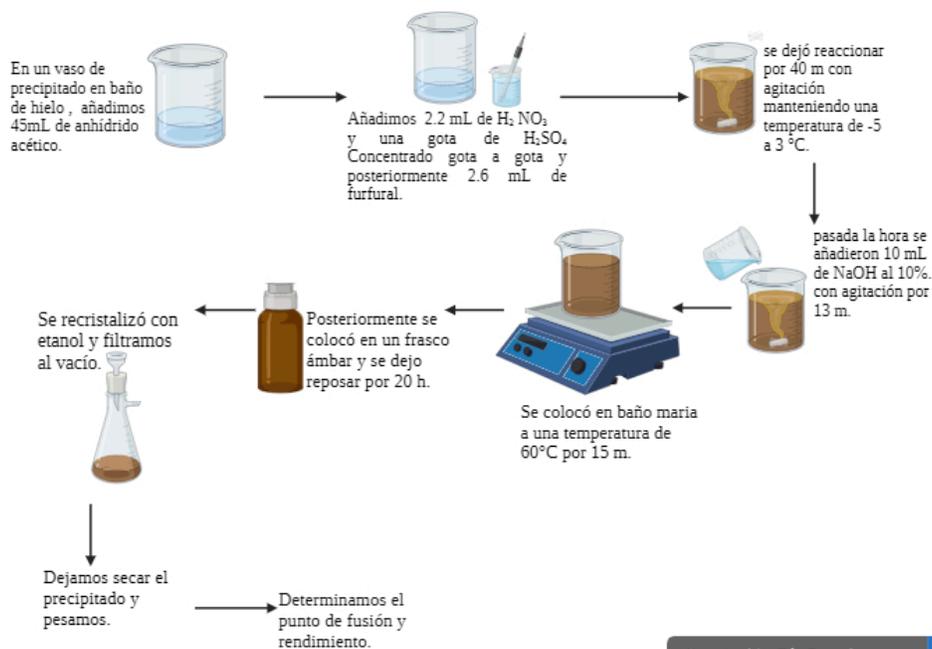


**Figura 2.** Mecanismo de reacción de la síntesis del 5-nitrofurfural diacetato por nitración del anillo furano y protección por acetilación del grupo aldehído del furfural.



Created in BioRender.com bio

**Figura 3.** Primera metodología por nitración y acetilación del furfural usada para la obtención del 5-nitrofurfural diacetato.

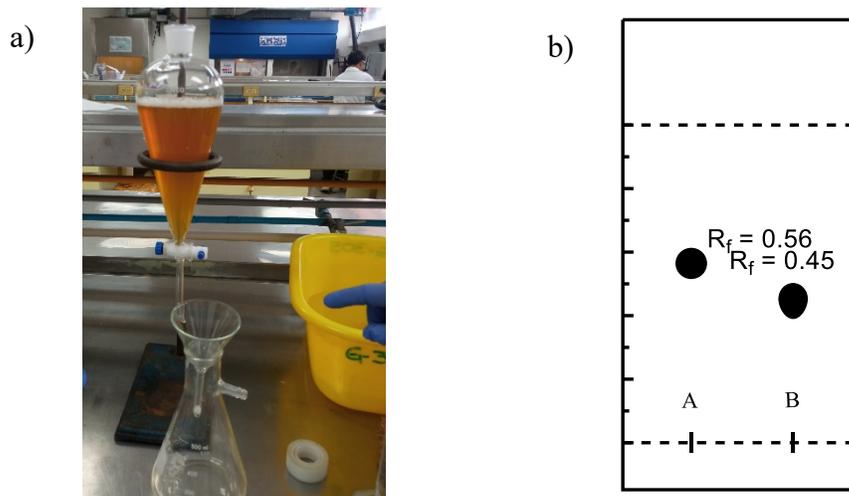


**Figura 4.** Segunda metodología por nitración y acetilación del furfural usada para la obtención del 5-nitrofurfural diacetato.

## Resultados y Discusión

### *Obtención de furfural a partir del olote.*

Se obtuvo 0.4 ml de furfural a partir de olote y se comparó mediante cromatografía en capa fina con furfural comercial, dando un rendimiento del 2.7%, muy por debajo del 30% esperado según lo reportado por Rizo et. al. (2009); muy probablemente debido a que el cloroformo usado para la extracción fue insuficiente y no se logró separar todo el furfural. Por lo anterior no se procedió a realizar la síntesis del 5-nitrofurfural diacetato con el furfural obtenido y en su lugar se utilizó furfural comercial sin destilar.



**Figura 5.** a) Extracción del furfural con cloroformo. b) Cromatografía en capa fina donde se compara el furfural comercial (A) con el furfural obtenido (B).

Suponiendo que la densidad del furfural es de aproximadamente 1.6 g/mL (Marín A. 2021), para calcular el rendimiento real obtenido debemos de tomar en cuenta que el rendimiento se expresa generalmente como un porcentaje de masa, no de volumen, así que, 0.4mL de furfural es equivalente a:

$$0.4 \text{ mL} * 1.16 \text{ g/mL} = 0.464 \text{ g de furfural.}$$

La cantidad de rendimiento teórico, de 30% de 57g es:

$$0.3 * 57\text{g} = 17\text{g de furfural.}$$

Para calcular el rendimiento real utilizamos la formula:

$$\text{Rendimiento real} = (\text{Cantidad de furfural obtenida} / \text{cantidad teórica del furfural}) * 100\%$$

A lo que sustituyendo queda de la siguiente manera:

$$\text{Rendimiento real} = (0.464 \text{ g} / 17.1 \text{ g}) * 100\% = 2.7\% \text{ (Aproximadamente)}$$

El procedimiento seguido tuvo similitudes con métodos industriales (Rizo et al., 2009). Según Delgado Cornejo, en El Salvador se utilizan hojas, surcos o tallos de maíz con una humedad del 10-30% para obtener furfural, por el contrario, en este estudio se utilizó el corazón de la mazorca; de acuerdo con Delgado Cornejo se utilizó cloruro de sodio y ácido sulfúrico como catalizadores, en cambio en esta investigación la sal se añadió antes de la extracción líquido-líquido y se utilizó ácido clorhídrico para la maceración, que reposó durante 12 días en oscuridad completa. En contraste, el método de Delgado Cornejo utiliza un tanque reactor a 120°C durante tres horas, logrando un rendimiento teórico del 50% (Delgado Cornejo, 2017).

Un estudio de la Universidad Estatal Amazónica de Ecuador también utilizó ácido sulfúrico para la maceración y destilación, seguido de neutralización con carbonato de sodio y sobresaturación con sal antes de la extracción



## 2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

líquido-líquido. Este método incluye el uso de disolventes orgánicos y sulfato de sodio para secar y filtrar la solución pura, finalizando con una filtración por evaporación (Silva Forero, 2019).

De acuerdo con Iglesias, 2024, estos factores pueden afectar el rendimiento del:

### 1. Pretratamiento de la biomasa:

La molienda inadecuada puede limitar el acceso a los polisacáridos del olote ya que no se tiene el contacto adecuado con el ácido. El lavado puede eliminar impurezas que inhiben la reacción, y un tratamiento térmico insuficiente puede no romper las estructuras lignocelulósicas necesarias para liberar azúcares.

### 2. Tipo de ácido y catalizadores:

La elección del ácido y catalizadores afecta la catálisis y la formación de subproductos, sin embargo, tanto el HCl como el  $H_2SO_4$  han sido utilizados con resultados similares. La cantidad de catalizador también es crucial; una cantidad insuficiente puede limitar la velocidad de la reacción, mientras que una cantidad excesiva puede generar subproductos no deseados.

### ***Síntesis del 5-nitrofurfural diacetato***

Debido a que obtuvimos un bajo rendimiento de furfural a partir del olote, se optó por utilizar furfural comercial sin destilar.

En la Tabla 1 se observan los parámetros que variaron en cada metodología y que consecuentemente llevaron a la obtención de 0 gramos del producto en la metodología 1 y 0.5 gramos en la metodología 2. En primera instancia se puede observar que el tiempo de reposo y de reacción no fue determinante para obtener el producto deseado, más bien fue el uso de una solución con base fuerte (NaOH) la que mantuvo la integridad del intermediario y facilitó su aislamiento previo a la recristalización.

**Tabla 1.** Comparación de las metodologías en la síntesis de 5-nitrofurfural diacetato.

Parámetros	Metodología 1	Metodología 2
Ácido nítrico	4.3 mililitros	2.2 mililitros
Ácido sulfúrico	0.2 mililitros	1 gota
Anhídrido acético	45.0 mililitros	22.6 mililitros
Furfural	5.2 mililitros	2.6 mililitros
Tiempo de agitación 1	1 hora	40 minutos
Agua	0 mililitros	20 mililitros
Base	4.74 gramos de fosfato trisódico en 20 mililitros de agua	10 mililitros de hidróxido de sodio (NaOH) al 10%
pH	No medido	3
Tiempo de agitación 2	5 minutos	13 minutos
Tiempo de baño María	15 minutos	10 minutos
Temperatura de baño María	55°C	60°C
Tiempo de reposo del intermediario	48 horas	20 horas
Disolvente para recristalización	Isopropanol	Etanol
5-nitrofurfural diacetato	0 gramos	0.5 gramos

Los cristales obtenidos en la metodología 2 presentaron color café claro (Figura 6), salvo pequeñas excepciones, que eran cristales blancos (Figura 7). De estos cristales se tomó una muestra y esta se colocó en el equipo de Fischer para medir el punto de fusión, que fue de 92°C (Figura 8). No se realizó cromatografía en capa fina por lo que la identificación del producto no fue precisa. Así mismo el uso de técnicas como Espectrometría Infrarroja, Resonancia Magnética Nuclear, Espectrometría de Masas, por mencionar algunas, serían útiles para una identificación más precisa.

Al comparar los 2 métodos para la síntesis del intermediario se pudo observar que mantener la temperatura entre -5 y 5°C es crucial para obtener los iones acetato e ión nitronio, para que pueda nitrarse en la posición 5 el furfural; en cambio un aumento de la temperatura produce dióxido de nitrógeno y oxígeno. Otro aspecto importante fue que el uso de una base fuerte como el NaOH para llevar a un pH 3 antes del periodo de reposo favorece la integridad del intermediario, ya que este puede sufrir hidrólisis en un ambiente muy ácido formando 5-nitrofurfural y ácido acético, por lo que, aunque la metodología 2 tuvo menor tiempo de reposo, fue con la que se obtuvieron cristales de probablemente 5-nitrofurfural diacetato. Cabe mencionar que el fosfato trisódico dodecahidratado es una base fuerte sin embargo en la metodología 1 en la que fue utilizada no se obtuvo ningún producto suponiendo que el agua que se agregó a la metodología 2 fue el factor que favoreció la posterior

cristalización del producto ya que este reduce las fuerzas atractivas entre las partículas del soluto (Brown et. al., 2014), lo que hace que sea más fácil para ellas separarse y unirse en una nueva estructura cristalina.



**Figura 6.** Cristales de color café del producto obtenido en la metodología 2.



**Figura 7.** Muestra del producto obtenido en la metodología 2 sobre el cubreobjetos para medición del punto de fusión en el equipo Fischer.



**Figura 8.** Muestra del producto obtenido en la metodología 2 en estado líquido al alcanzar los 92°C.

## Conclusiones

Basándose en los objetivos y los resultados obtenidos, se puede confirmar la obtención de furfural a partir del olote, sin embargo, en nuestro caso no fue el suficiente para la posterior síntesis del 5-nitrofurfural diacetato. Al realizar la síntesis del 5-nitrofurfural diacetato por medio de dos metodologías, la más eficiente fue la metodología 2 donde se ocupó como base hidróxido de sodio al 10%. Por lo tanto, nuestra hipótesis de obtener un alto rendimiento de furfural a partir de desechos orgánicos como el olote, en esta situación, para la síntesis del 5-nitrofurfural diacetato a través de dos metodologías no se cumple; probablemente a una baja cantidad de gramos de olote molido o a una deficiente técnica para su respectiva extracción, además de que solo una metodología fue productiva.



## Referencias

- Brown, T.L., LeMay Jr., H.E., Bursten, B.E., & Murphy, C.J. (2014). *Química: La ciencia central*. Pearson Educación.
- Delbecq, F., Wang, Y., Muralidhara, A., El Ouardi, K., Marlair, G., & Len, C. (2018). Hydrolysis of Hemicellulose and Derivatives—A Review of Recent Advances in the Production of Furfural. *Frontiers in Chemistry*, 6. <https://doi.org/10.3389/fchem.2018.00146>
- Delgado Cornejo, R.E. (2017). Estudio de factibilidad técnico-económica-financiera para la industrialización del Furfural como subproducto de la cosecha del maíz [Bachelor, Universidad de El Salvador]. <https://oldri.ues.edu.sv/id/eprint/12918/>
- Dziduch, K., Kołodziej, P., Paneth, A., Bogucka-Kocka, A., & Wujec, M. (2020). Synthesis and Anthelmintic Activity of New Thiosemicarbazide Derivatives—A Preliminary Study. *Molecules*, 25(12), Article 12. <https://doi.org/10.3390/molecules25122770>
- Li, X., Liu, Q., & Chang, J.C. (1990). Synthesis of 5-nitrofurfural diacetate and 5-nitrofurfural semicarbazone: An undergraduate laboratory experiment. *Journal of Chemical Education*, 67(11), 986. <https://doi.org/10.1021/ed067p986>
- Mazumdar, N.J., Katakai, R., & Pant, K.K. (2021). Furfural and Chemical Routes for Its Transformation into Various Products. En K. K. Pant, S. K. Gupta, & E. Ahmad (Eds.), *Catalysis for Clean Energy and Environmental Sustainability: Biomass Conversion and Green Chemistry—Volume 1* (pp. 705–719). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-65017-9\\_21](https://doi.org/10.1007/978-3-030-65017-9_21)
- Monasterios, M., & Avendaño, M. (2007). Nitrofuranos desde Dodd y Stillman hasta nuestros días. *Revista de la Facultad de Farmacia, Universidad Central de Venezuela*, 70, 38–46.
- Ramirez Iglesias, E. (2024). Optimización de procesos en la reutilización de residuos agrícolas: Un aporte para la generación de bioproductos. *Tékhné*, 27, 29–52. <https://doi.org/10.62876/tekhn.v27i2>
- Rizo, B., Camargo, M., & Jaens, T.G.I. (2009). Manual de prácticas para el curso de química heterocíclica. IPN. <https://www.studocu.com/es-mx/document/instituto-politecnico-nacional/quimica-heterociclica/manual-de-hetero-efren-2020-pdf/10515062>
- Silva Forero, J.J. (2019). Obtención de furfural a partir de xilosa utilizando catalizadores heterogéneos de cascarilla de cacao. <https://doi.org/10/8028>
- Yue, Z., Sun, L.-L., Sun, S.-N., Cao, X.-F., Wen, J.-L., & Zhu, M.-Q. (2022). Structure of corn bran hemicelluloses isolated with aqueous ethanol solutions and their potential to produce furfural. *Carbohydrate Polymers*, 288, 119420. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2022.119420>
- Zheng, J., Li, D., Dong, J., Wang, P., & Geng, H. (2024). Design, synthesis and inhibitory activity against *Candida albicans* of a series of derivatives with 5-nitrofuran scaffold. *Molecular Diversity*. <https://doi.org/10.1007/s11030-024-10892-y>



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## Comparación de barras nutricionales comerciales con una alternativa casera

Mansilla Javier Jesus Ismael, Guerrero Ascencion Christian Jesus, Olvera Bernal Emily Jhoana, Lopez Yañez Laura Jeaninne

**Profesores:** Rodríguez Guerrero Verónica, Sánchez Herrera Karina\*

\* Autores de correspondencia: [2233065446@alumnos.xoc.uam.mx](mailto:2233065446@alumnos.xoc.uam.mx) **Módulo:** Energía y Consumo  
[karinash.qfb.uamx@correo.xoc.uam.mx](mailto:karinash.qfb.uamx@correo.xoc.uam.mx)

### Resumen

Este estudio tiene como objetivo comparar el valor nutricional de tres barras comerciales: Nature Valley, Bimbo Bran Frut y Quaker, con una barra casera elaborada con ingredientes naturales. Se realizó una comparación nutricional entre estas barras evaluando su contenido en proteínas, grasas, carbohidratos y energía. La metodología incluyó la propuesta de una barra casera y una encuesta aplicada a estudiantes universitarios sobre el consumo de barras.

Los resultados revelaron que la barra casera es más equilibrada, con menos grasa y más proteínas que las comerciales, especialmente en comparación con Bimbo(1). Además, la mayoría de los encuestados reportó una preferencia por las barras comerciales por su sabor, aunque reconocieron la superioridad nutricional de la barra casera(2). Se concluye que las barras caseras ofrecen una alternativa más saludable y económica, pero su aceptación depende de factores como el marketing y la conveniencia.

**Palabras clave:** Barras nutricionales, Conveniencia alimentaria, Evaluación nutricional

### Introducción

En la actualidad, los estudiantes universitarios enfrentan desafíos significativos para mantener una alimentación equilibrada debido a sus horarios saturados y largas distancias de traslado. Este estilo de vida agitado ha incrementado el consumo de productos procesados, entre los cuales destacan las barras nutricionales. Se promocionan como una fuente rápida de energía, y han ganado popularidad como refrigerios convenientes para quienes tienen poco tiempo para preparar comidas completas. Sin embargo, surgen preocupaciones sobre si estas barras realmente cumplen con las promesas nutricionales que publicitan y si su consumo regular tiene efectos positivos o negativos en la salud de los consumidores. A nivel global, las barras nutricionales han sido objeto de estudio en contextos diversos, incluyendo su papel en la lucha contra la desnutrición en áreas afectadas por conflictos o pobreza(3). Ante esta realidad, es crucial analizar el aporte nutricional de las barras comerciales frente a alternativas caseras, y determinar cuál es más adecuada para satisfacer las necesidades de los estudiantes.

## Objetivo General

Comparar los aportes nutricionales que ofrecen 3 barras comerciales distintas, así como comparar el aporte nutricional de una barra casera en la dieta diaria de los alumnos de la Universidad Autónoma Metropolitana unidad Xochimilco.

## Objetivos particulares

- Investigar las barras más comerciales y la frecuencia con las que se consumen, tomando en cuenta su efecto nutricional.
- Revisar la cantidad de k/cal que aportan las 3 barras nutricionales.
- Sugerir la elaboración de una barra casera y de igual forma, verificar su aporte energético.
- Determinar cuál barra cumple con el mayor aporte nutricional

## Metodología

Se utilizaron encuestas para recopilar datos de los participantes. La recolección de datos abarcó a un grupo representativo de la población objetivo. Se empleó un análisis para interpretar los resultados obtenidos. El proceso fue diseñado para asegurar la confiabilidad y validez de los datos recolectados.

Preguntas que se realizaron en las encuestas:

¿Conoces las barras nutrimentales? * *Si *No	¿Crees que una barra nutrimental podría sustituir tu desayuno? *Si *No	Cuántas barras nutrimentales consumes al día? *1 *2 *3 *4
De las siguientes barras nutrimentales ¿Cuáles conoces? * Bran Frut * Quaker * Granvita * Kellogg's * Otras	De los siguientes factores, ¿Cuáles influyen en tu consumo de barras nutrimentales? Sabor Ingredientes Marketing Valor nutricional Precio Ahorro de tiempo Otra	Cuántas barras nutrimentales consumes al día? *1 *2 *3 *4 *5 *Más de 6
¿Te sientes satisfecho después de consumir la barra nutrimental? *Si *No	¿Crees que una barra nutrimental podría sustituir tu desayuno? *Si *No	¿Lees la etiqueta de valor nutricional? *No *Boletín informativo *Anuncio

## Resultados y Discusión

En este estudio se analizaron tanto las barras nutricionales comerciales como la barra casera, analizando su valor nutrimental y preferencia entre los consumidores. A continuación, se detallan los resultados obtenidos y su interpretación.

### *Preferencia de consumo*

El 78.3% de los encuestados afirmó consumir barras nutricionales, siendo las marcas más consumidas Bimbo, Bran Frut (53.2%) y Quaker (51.1%). Estas marcas fueron elegidas principalmente por su sabor, que fue el factor más influyente en la decisión de compra (80.9%), seguido por los ingredientes (40.3%) y el valor nutricional (31.9%). A pesar de la preferencia por las marcas comerciales, una porción significativa de los encuestados manifestó estar dispuesta a probar alternativas caseras debido a su percepción de mayor valor nutricional(4).

### *Comparación nutricional*

Al comparar las barras comerciales con la barra casera, se identificaron algunas diferencias. La barra casera tiene un contenido calórico de 146 kcal, un valor más bajo que la barra de Nature Valley (192 kcal) y considerablemente menor que la de Bimbo Bran Frut (391 kcal). Asimismo, la barra casera presenta un menor contenido de grasa (4.73 g) comparado con las opciones comerciales, especialmente la barra de Bimbo que contiene 14.2 g de grasa. En cuanto a las proteínas, la barra casera ofrece 5.14 g por porción, superando a Nature Valley y Bimbo(5).

El análisis de los costos reveló que la barra casera tiene un costo de \$5.25 por unidad, mientras que las comerciales, como Nature Valley y Bimbo, tienen un precio más elevado, lo que hace de la barra casera una alternativa más económica sin sacrificar calidad nutricional(6). Esto refuerza su valor como una opción viable para los consumidores preocupados por su salud y presupuesto.

Los resultados obtenidos muestran que, aunque las barras comerciales son más consumidas por su conveniencia y sabor, la barra casera ofrece una opción más equilibrada en términos de nutrición, con menor contenido de grasas y carbohidratos, y un mayor aporte proteico. Esto sugiere que la barra casera podría sustituir exitosamente a las opciones comerciales, sobre todo para aquellos que buscan una alimentación más saludable sin comprometer el costo(7).

Por tanto, esta alternativa casera no solo es más saludable, sino también más favorable para el bienestar a largo plazo de los estudiantes.



## 2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

A pesar de que el sabor fue un factor clave en la elección de barras comerciales, la barra casera cumplió con las expectativas nutricionales sin sacrificar calidad, lo que sugiere que podría ganar aceptación si se promueve adecuadamente.

En resumen, las barras caseras presentan ventajas en cuanto a nutrición, economía y salud, lo que las posiciona como una alternativa viable frente a las barras comerciales.

Si bien las barras comerciales tienen una gran aceptación por su facilidad de acceso y sabor, la barra casera proporcionaría una alternativa más saludable y asequible, lo que podría influir en la toma de decisiones de los consumidores conscientes de su salud.

### Conclusiones

Con base en los objetivos y los resultados obtenidos, se concluye que si bien las barras comerciales tienen una gran aceptación por su facilidad de acceso y sabor, la barra casera proporcionaría una alternativa más saludable y asequible, lo que podría influir en la toma de decisiones de los consumidores conscientes de su salud(8).

### Referencias

- Bender, D.A., Rodwell, V.W., Botham, K.M., Kennelly, P.J., & Weil, P. (2016). Micronutrientes: vitaminas y minerales. En Harper. Bioquímica ilustrada (30 ed.). McGraw-Hill Education. <https://accessmedicina.mhmedical.com/content.aspx?bookid=1814&sectionid=127365360>
- Clarín. (2017). 5 beneficios de las barras nutritivas. Buena Vida y Nutrición. [https://www.clarin.com/buena-vida/nutricion/beneficios-barras-cereales\\_0\\_BJxPchshW.html](https://www.clarin.com/buena-vida/nutricion/beneficios-barras-cereales_0_BJxPchshW.html)
- Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS). (s. f.). Normas Oficiales Mexicanas: Alimentos.
- Delgado, L., & Jáuregui, G. (2014). Efecto de la proporción de Chenopodium quinoa (quinua), Amaranthus caudatus (kiwicha) y Plukenetia volubilis I. (Sacha Inchi) en la aceptabilidad general y el análisis proximal de una barra energética. Universidad César Vallejo.
- Food and Drug Administration (FDA). (2020). La etiqueta de información nutricional. <https://www.fda.gov/food/nutrition-facts-label/la-etiqueta-de-informacion-nutricional>
- Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS). (2015). Nutrición. Gobierno de México. <https://www.imss.gob.mx/salud-en-linea/nutricion>
- Lezcano, E. (2009). Cereales para el desayuno. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. Cadenas alimentarias, alimentos argentinos. [http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/revista/ediciones/49/productos/149\\_07\\_CerealesDesayuno.pdf](http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/revista/ediciones/49/productos/149_07_CerealesDesayuno.pdf)
- Márquez, L.M., & Pretell, C.C. (2018). Evaluación de características de calidad en barras de cereales con alto contenido de fibra y proteína. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, 16(2). <https://doi.org/10.18684/bsaa.16n2.1167>
- Mayo Clinic. (2019). Nutrición y comida saludable. Nutrition basics. <https://www.mayoclinic.org/es/healthy-lifestyle/nutrition-and-healthy-eating/basics/nutrition-basics/hlv-20049477>
- Procuraduría Federal del Consumidor (PROFECO). (2019). Barras de cereal. Revista del Consumidor. El laboratorio PROFECO. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/474901/ESTUDIO\\_DE\\_CALIDAD\\_BARRAS\\_DE\\_CEREAL.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/474901/ESTUDIO_DE_CALIDAD_BARRAS_DE_CEREAL.pdf)
- Rodríguez, G. (2018). Alimentación y nutrición aplicada (7ª ed.). Universidad del Bosque.



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## Información educativa a deportistas sobre el consumo excesivo de suplementos mediante literatura científica

Juárez García Diana Vianney\*, Jijón Aguirre Jan Carlo, López Mota Gloria Nelly, Ortiz Alva Perla

**Profesores:** Rodríguez Guerrero Verónica\*, Sánchez Herrera Karina

\* Autores de correspondencia: [2233065446@alumnos.xoc.uam.mx](mailto:2233065446@alumnos.xoc.uam.mx) **Módulo:** Energía y Consumo  
[vrodriguezg@correo.xoc.uam.mx](mailto:vrodriguezg@correo.xoc.uam.mx)

### Resumen

Esta investigación analiza los efectos adversos del consumo excesivo de proteínas en deportistas, dándole la importancia de una ingesta equilibrada. Aunque las proteínas son cruciales para la recuperación y el rendimiento muscular, muchos atletas erróneamente creen que "más es mejor", lo que puede resultar en problemas renales, hepáticos y desequilibrios nutricionales, si bien una ingesta adecuada (1.2 a 2.0 g/kg de peso corporal) es fundamental, el exceso puede provocar deshidratación y afectar la eficiencia metabólica. En la presente revisión de la literatura científica confirma que las proteínas son importantes para la reparación muscular y funciones enzimáticas, pero el consumo excesivo puede comprometer la salud renal a largo plazo. Se enfatiza la necesidad de equilibrar la ingesta de proteínas con otros nutrientes esenciales para optimizar el rendimiento deportivo. Además, se propone divulgar estos hallazgos mediante infografías en redes sociales para informar a deportistas y profesionales de la salud.

**Palabras clave:** Proteínas, Excesos, Deportistas, Efectos adversos

### Introducción

Las proteínas son fundamentales para la reparación y el crecimiento muscular, la producción de hormonas y enzimas, además del mantenimiento de las funciones corporales. Por ejemplo, después de una sesión intensa de un entrenamiento estas ayudan a las fibras musculares, facilitando su crecimiento y fortaleza, por lo que la ingesta de proteínas es crucial para el rendimiento y la recuperación de los deportistas.

La literatura sugiere que los deportistas necesitan una mayor ingesta de proteína que la población regular, esto para tener un mejor rendimiento y resultados. Según estudios realizados por Poortmans, & Dellalieux (2016), de balance en nitrógeno a corto plazo, la ingesta dietética recomendada de proteínas para un adulto sano con una actividad física mínima es de 0.8g por kg de peso corporal (PC) por día. Esta cantidad requerida va en aumento dependiendo de la actividad física que realice la persona.

En el caso de los deportistas, los suplementos de proteínas pueden mejorar el rendimiento en entrenamientos de alta intensidad, pero no son imprescindibles si se sigue una dieta equilibrada rica en proteínas. Sin embargo, el consumo excesivo de suplementos sin supervisión puede llevar a problemas renales, digestivos o a un



## 2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

desequilibrio en la ingesta de otros nutrientes esenciales, por lo que es crucial ajustar la nutrición a las necesidades individuales para maximizar el rendimiento de forma segura y efectiva.

### **Objetivo General**

Brindar información de diferentes fuentes bibliográficas al sector de la población que practica un deporte y consumen suplementos en exceso acerca de los efectos adversos en el organismo.

### **Objetivos particulares**

- Identificar los impactos renales.
- Analizar los desequilibrios nutricionales.
- Relacionar con el rendimiento deportivo.
- Proveer recomendaciones prácticas.
- Divulgar información (Figura 3 y 4).

## Metodología

# MATERIALES Y MÉTODOS

### PASO 01

Se realizó una revisión bibliográfica sobre el consumo excesivo de proteínas en deportistas.

Se utilizaron bases de datos: Pubmed, Scopus, Web of Science y google académico.

### PASO 02

Revistas especializadas, libros, textos académicos, informes y documentos organizados de salud.

### PASO 03

Se utilizaron palabras claves como: "proteína", "consumo excesivo", "daños", "efectos renales", "rendimiento deportivo" y "salud nutricional" para la búsqueda de información.

### PASO 04

Los estudios identificados se evaluaron en función de los criterios de inclusión y exclusión.

### PASO 05

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Tema: Estudios que en su título muestren palabras como: exceso de suplementos de proteínas y que este relacionado con daños renales y efectos adversos.	Tema: Estudios que no muestren este tipo de información.
Idioma: Estudios publicados en ingles y español.	Idioma: Estudios publicados en otros idiomas
Contenido: Leer previamente el resumen de cada estudio para valorar si la información es de utilidad.	Contenido: Leer todo el documento completo

Con base en lo anterior, se comenzó con el trabajo de investigación.

## Resultados y Discusión

### *Efectos Adversos del Exceso de Proteínas*

El consumo elevado de proteínas puede sobrecargar los riñones, lo que potencialmente daña su función a largo plazo (Poortmans & Dellalieux, 2000). Además, la metabolización de proteínas incrementa las necesidades de agua, lo que puede llevar a deshidratación si no se compensa adecuadamente (Rang *et al.*, 2016). Las dietas hiperproteicas también pueden resultar en deficiencias de otros nutrientes esenciales y afectar la salud cardiovascular. Asimismo, un exceso de proteínas puede reducir la eficiencia metabólica, conducir a deshidratación y desequilibrios nutricionales, afectando la salud general. (Rang *et al.*, 2016; Tortora & Derrickson, 2017).

La carga metabólica adicional también puede reducir la eficiencia energética, lo que puede ser un inconveniente para el rendimiento (Tortora & Derrickson, 2017).

La presente revisión sugiere que mientras las proteínas son fundamentales para el rendimiento y la recuperación muscular en los deportistas, un consumo excesivo puede tener efectos negativos significativos. La función renal puede verse comprometida con un alto consumo prolongado de proteínas, aunque la tolerancia a corto plazo es generalmente adecuada (Poortmans & Dellalieux, 2000).

¿Las proteínas son perjudiciales para los riñones? Esta idea se remonta a informes que indican que un exceso de suplementos proteicos promovería el desarrollo de enfermedad renal debido al aumento de la presión glomerular y la hiperfiltración (Evans y col, 2024). Enfocándonos en los atletas y personas que hacen ejercicio comúnmente el consumo de estos suplementos suele ser mayor en la dieta, por lo que pueden llegar a desarrollar algún daño renal.

En un estudio Poortsman & Dellalieux (2000), informaron que la ingesta de proteínas en un rango de 1.4 a 1.9 g/kg/día no afectó la función renal en un grupo de atletas que consumieron una mayor cantidad de proteína en la dieta. A todo esto, podemos inferir que el consumo de suplementos en este rango no desarrolla alguna falla renal en los atletas. Por otro lado, se creó una página en Instagram como forma de divulgación (Figura 3), de toda nuestra investigación, en la cual se realizaron publicaciones (Figura 4) relacionadas a la ingesta excesiva de proteínas y como esto puede dañar tu salud. Se le dio divulgación a la página para que se diera a conocer el tema.

La primera publicación fue una infografía (Figura 2) en la que se dio una introducción del tema que se abordó en nuestra investigación y también se publicaron frases que ayudan a reflexionar (Figura 4).



**Figura 2.** Resumen de la investigación hecha en una infografía. Primera publicación para la página de difusión en la red social Instagram.



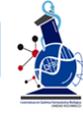
**Figura 3.** Página para la divulgación de la investigación en la plataforma de Instagram



**Figura 4.** Publicaciones realizadas en la página de divulgación con respecto a la investigación.

## Conclusiones

El consumo adecuado de proteínas es clave para los deportistas que buscan mejorar su rendimiento físico, fuerza y recuperación muscular, pero deben tomar en cuenta que un consumo excesivo puede sobrecargar órganos como



## 2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

riñones, causar deshidratación y desequilibrios metabólicos. Por lo que es esencial encontrar un balance adecuado, priorizando fuentes proteicas de alta calidad, ajustando la dieta según los objetivos de cada deportista y valorar el consumo responsable de suplementos combinado con alimentos naturales, garantiza un mejor rendimiento a largo plazo.

Finalmente, es crucial seguir investigando para identificar las dosis óptimas que permitan a los deportistas cumplir sus metas de rendimiento sin comprometer su salud, especialmente cuando se busca optimizar la ingesta proteica para diferentes tipos de ejercicio y demanda energética.

### Referencias

- Antonio, J., & Stout, J.R. (2011). Sports Supplements. Human Kinetics.
- Aranda, P., Aparicio, V., & Nebot, E. (2010). Efectos renales u óseos de las dietas hiperproteicas. Papel regulador del ejercicio. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 3.
- Gómez Colimba, W.M. (2019). Ingesta de macronutrientes en deportistas del club de la Universidad Técnica del Norte, Ibarra 2019 (Bachelor's thesis).
- Lemon, P.W. (2000). Beyond the zone: Protein needs of active individuals. *Journal of the American College of Nutrition*, 19(5\_suppl), 513S–521S.
- Phillips, S.M., & Van Loon, L.J.C. (2011). Dietary protein for athletes: From requirements to optimum adaptation. *Journal of Sports Sciences*, 29(S1), S29–S38.
- Poortmans, J.R., & Dellalieux, O. (2016). Do regular high protein diets have potential health risks on kidney function in athletes? *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 10(1), 28–38.
- Tipton, K.D., & Wolfe, R.R. (2004). Protein and amino acids for athletes. *Journal of Sports Sciences*, 22(1), 65–79.
- Tortora, G.J., & Derrickson, B. (2018). Principios de anatomía y fisiología (13ª ed.). Médica Panamericana.
- Wu, G. (2016). Dietary protein intake and human health. *Food Funct.*, 7(3), 1251–1265. <https://doi.org/10.1039/c5fo01530h>



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## Desarrollo y estandarización de un método para la evaluación la activación plaquetaria inducida por líneas celulares de cáncer de próstata

Gonzalez Alatrister Angel Mauricio\*, Morales Pacheco Miguel

**Profesores:** Ortega Vázquez Alberto, Rodríguez Dorantes Mauricio\*

\* Autores de correspondencia: [2193070176@alumnos.xoc.uam.mx](mailto:2193070176@alumnos.xoc.uam.mx) **Módulo:** Servicio Social  
[mrodriguez@inmegen.gob.mx](mailto:mrodriguez@inmegen.gob.mx)

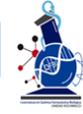
### Resumen

En México, el cáncer de próstata es la principal causa de cáncer y mortalidad en hombres, según datos de la Secretaría de Salud (2022). La mayoría de las muertes se atribuyen a la enfermedad metastásica, más que a los tumores primarios. Investigaciones recientes han revelado que las plaquetas juegan un papel crucial en la progresión del cáncer, siendo la Activación Plaquetaria Inducida por Células Tumorales (TCIPA) uno de los mecanismos clave. En este contexto, resulta esencial desarrollar métodos que permitan estudiar este proceso. En el presente trabajo, se diseñó y estandarizó un método experimental para evaluar la activación plaquetaria inducida por células tumorales de líneas celulares de cáncer de próstata, utilizando citometría de flujo para medir con precisión la activación plaquetaria. Se obtuvieron plaquetas con capacidad de responder a estímulos externos, como las células tumorales, lo que permitió un análisis detallado de su activación.

**Palabras clave:** Plaquetas, Antiagregantes, Cáncer

### Introducción

A nivel mundial, el cáncer de próstata se sitúa como el segundo cáncer más frecuente y la quinta causa principal de mortalidad por cáncer en hombres, según GLOBOCAN (2022). En México, este cáncer destaca como la principal causa de cáncer y mortalidad en hombres, datos de la Secretaría de Salud (2022). Aproximadamente un tercio de los casos evoluciona hacia formas avanzadas y metastásicas, un fenómeno biológico complejo que marca una etapa de la enfermedad con tratamiento difícil, limitaciones para la vida y una baja tasa de supervivencia (Ferlay et al., 2024). En los últimos años, se han logrado avances significativos en la investigación, diagnóstico y tratamiento del cáncer de próstata. Sin embargo, la aparición de metástasis avanzada en pacientes con cáncer sigue siendo un factor determinante en el aumento de la mortalidad. La mayoría de las muertes relacionadas con el cáncer se deben a la enfermedad en fase metastásica en lugar de a los tumores primarios (Chitty et al., 2018 & Rebello et al., 2021). Hasta la fecha, no se comprenden completamente los mecanismos involucrados en la progresión de esta enfermedad. Recientemente, se ha encontrado que las plaquetas pueden desempeñar un papel importante en la progresión del cáncer, y uno de los posibles mecanismos es a través de la activación plaquetaria inducida por células tumorales (TCIPA) (Nilsson et al., 2011).



## 2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

A pesar de la relevancia de la Activación Plaquetaria Inducida por Células Tumorales (TCIPA) en la progresión del cáncer, en la literatura hay pocos estudios que la evalúen, y aún no existe un consenso sobre la metodología a utilizar. Esto hace que la estandarización de un método preciso para evaluar TCIPA sea de suma importancia, especialmente en el contexto del cáncer de próstata, donde este fenómeno no ha sido suficientemente explorado. El desarrollo de este proyecto no solo permitirá establecer un protocolo estandarizado para TCIPA, sino que también proporcionará información valiosa sobre el efecto de las líneas celulares en este proceso. Profundizar en TCIPA representa una estrategia útil para comprender los mecanismos a través de los cuales las plaquetas contribuyen a la progresión tumoral.

Sin embargo, los protocolos actuales de aislamiento de plaquetas presentan limitaciones significativas. La centrifugación diferencial, que es el método más comúnmente utilizado, implica varios pasos de centrifugación y lavado que pueden comprometer la integridad y la inactividad de las plaquetas durante su extracción. Esto dificulta la evaluación precisa de su activación en respuesta a estímulos como las líneas celulares de cáncer. Por lo tanto, es esencial desarrollar un método de aislamiento que asegure la integridad de las plaquetas, lo que facilitará su posterior activación y permitirá un análisis más efectivo de su papel en la interacción con células del tumor localizado o con células tumorales circulantes, así como en la progresión del cáncer. Además, este enfoque permitirá comparar su comportamiento en otros tipos de cáncer.

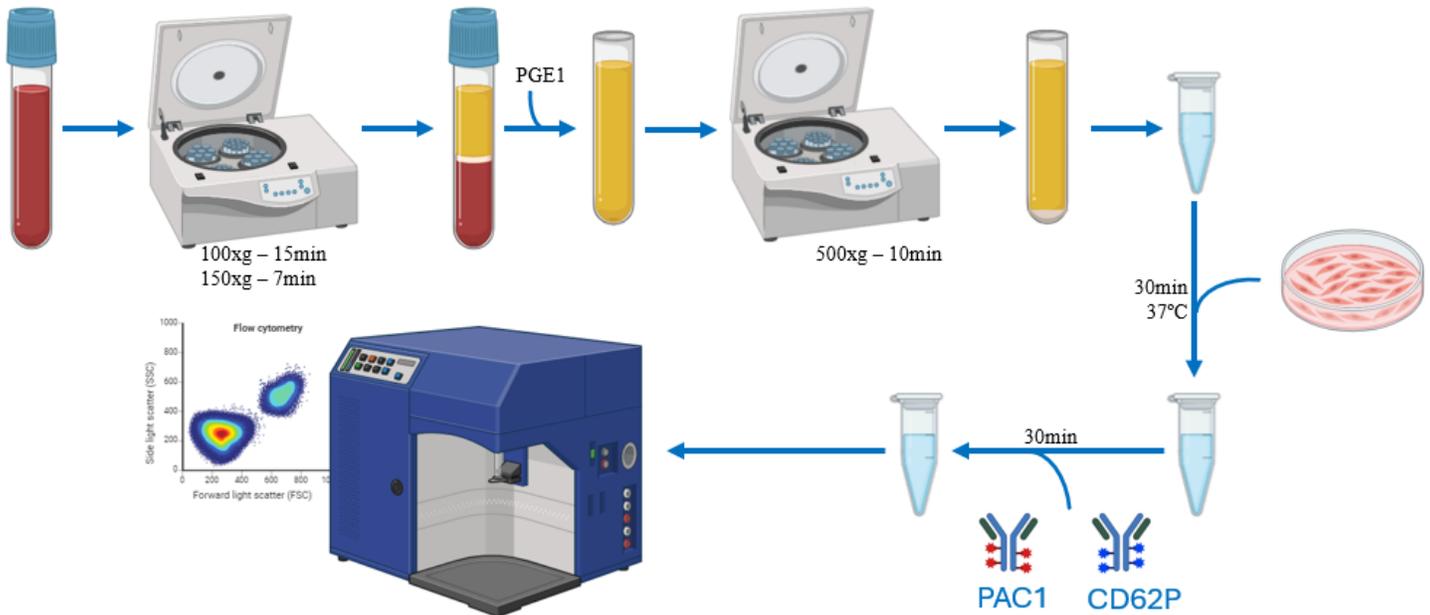
### **Objetivo General**

Estandarizar un método para la evaluación de la activación plaquetaria inducida por líneas celulares de cáncer de próstata.

### **Objetivos particulares**

- Optimizar un protocolo que permita aislar plaquetas garantice el aislamiento de plaquetas en un estado completamente inactivo y con alta integridad estructural.
- Desarrollar un método para cuantificar la activación plaquetaria en respuesta a diversos estímulos.
- Evaluar el efecto de líneas celulares de cáncer de próstata (LNCaP y PC-3) en la activación plaquetaria.

## Metodología



## Resultados y Discusión

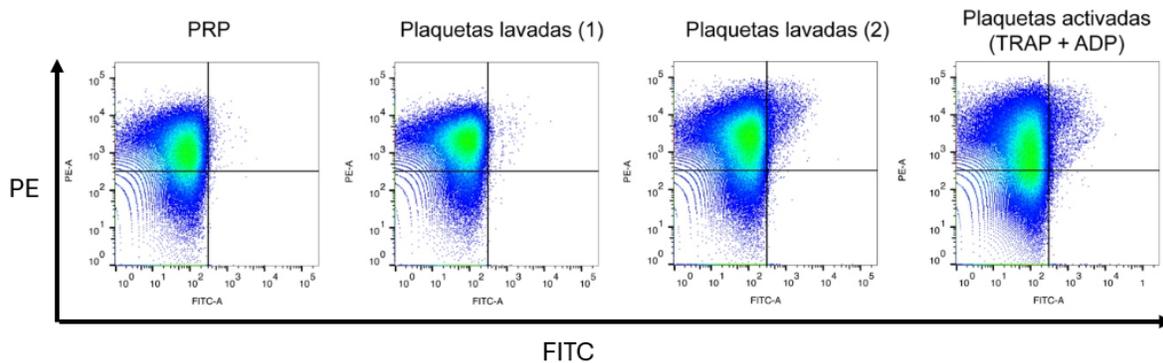
En este estudio se realizó un análisis detallado de la actividad plaquetaria inducida las líneas celulares de cancer de próstata LNCaP y PC-3. Utilizando citometría de flujo con plaquetas marcadas, se evaluó cómo estas células afectan la activación y agregación de las plaquetas en presencia de células cancerosas. Esta investigación se basa en la sugerencia reciente de que la progresión tumoral podría estar mediada por la activación plaquetaria inducida por células tumorales, un proceso que involucra la liberación de gránulos plaquetarios y el intercambio de información biológica a través de moléculas de adhesión, citocinas o vesículas extracelulares (Strasenburg et al., 2022).

Para evaluar la activación plaquetaria, se utilizaron marcadores específicos como CD62P y PAC-1. CD62P, también conocido como P-selectina, es una molécula de adhesión que actúa como un marcador específico de activación plaquetaria, expresándose en la superficie de las plaquetas cuando estas están activadas. Esta molécula desempeña un papel crucial en la interacción de las plaquetas con otros componentes celulares y en la formación de coágulos sanguíneos. PAC-1, por otro lado, es un anticuerpo utilizado como marcador de la activación del receptor de glucoproteína IIb/IIIa en las plaquetas, que es fundamental para la agregación plaquetaria. Este receptor facilita la unión de las plaquetas entre sí a través de la fibrina, formando coágulos. Durante la activación plaquetaria, el receptor de glucoproteína IIb/IIIa cambia de su forma inactiva a una forma activa, lo que permite

la unión a ligandos como el fibrinógeno. PAC-1 se une específicamente a la forma activada del receptor, permitiendo la detección de plaquetas en proceso de agregación (Yun et al., 2016).

El protocolo de aislamiento de plaquetas es fundamental para el estudio de su respuesta, ya que influye directamente en su activación. El método más utilizado implica la centrifugación diferencial, que requiere una serie de pasos de centrifugación y lavado para separar las plaquetas de otros componentes sanguíneos. Para este estudio, fue necesario estandarizar un método de aislamiento que garantizara la inactividad de las plaquetas durante la extracción y su posterior activación en respuesta a un agonista o estímulo.

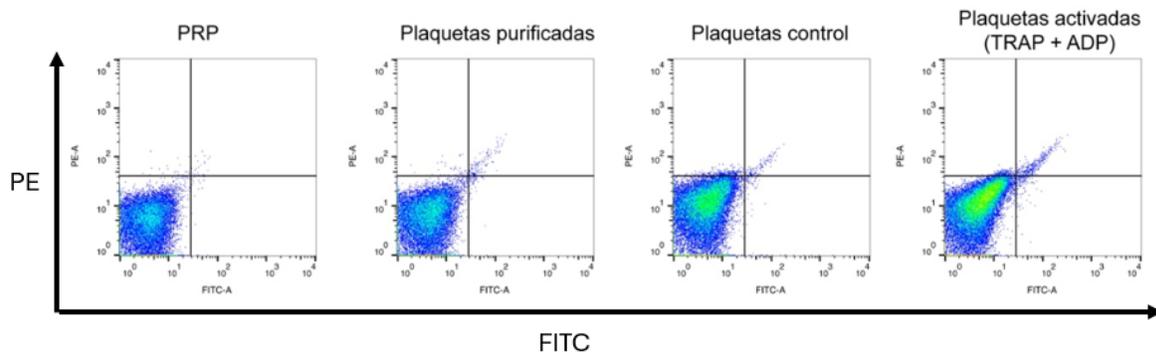
Inicialmente, se evaluó la activación plaquetaria utilizando un método de aislamiento previamente estandarizado en el laboratorio, que consistía en el aislamiento de plaquetas en tubos Vacutainer® de 6 ml recubiertos con EDTA (10.8 mM). Sin embargo, este método generó una alta proporción de plaquetas activadas y no permitió distinguir una mayor activación incluso en presencia del agonista ADP (20  $\mu$ M) o TRAP (10  $\mu$ M) (Figura 1). Se concluyó que este método no era adecuado para el aislamiento de plaquetas no activadas.



**Figura 1.** Análisis de la activación plaquetaria en el método de aislamiento utilizando tubos Vacutainer con EDTA. Se observaron niveles elevados de activación plaquetaria en varias etapas del procedimiento, lo que permitió identificar momentos específicos de activación. Para determinar estos puntos críticos, se tomaron muestras de plaquetas en diferentes pasos del método de aislamiento: desde el PRP, después del primer lavado, tras el segundo lavado y finalmente con una activación inducida (Histogramas en orden de izquierda a derecha).

Para abordar esta limitación, se evaluó el método propuesto por Weiss L., et al. (2023), que involucra el aislamiento de plaquetas a partir de tubos recubiertos con buffer ácido cítrico-citrato-dextrosa A (ACD-A) (38 mM de ácido cítrico, 75 mM de citrato trisódico, 136 mM de dextrosa) y una serie de pasos de centrifugación en presencia del inhibidor de la agregación plaquetaria prostaglandina E1 (1  $\mu$ M de PGE1), finalizando con la suspensión de las plaquetas en buffer Tyrodes modificado (6 mM de dextrosa, 130 mM de NaCl, 10 mM de NaHCO<sub>3</sub>, 10 mM de Tris-HCl, 3 mM de KCl, 0.81 mM de KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 0.9 mM de MgCl<sub>2</sub>). Con este método, se

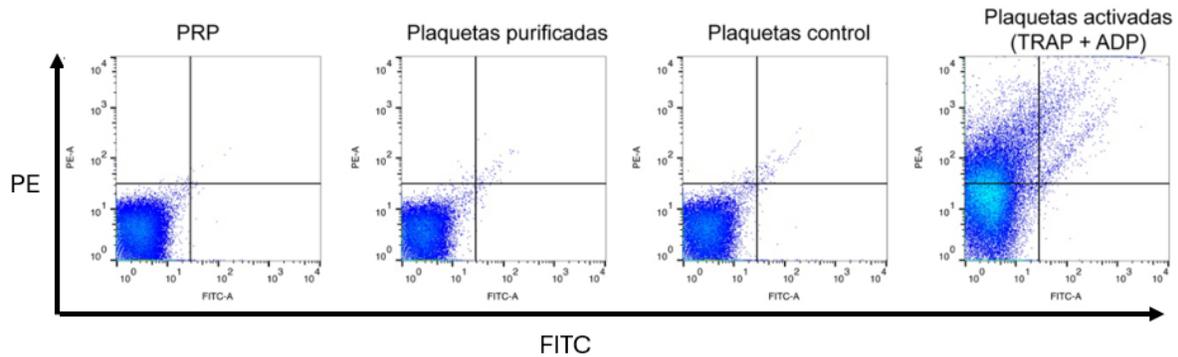
observó que el uso de PGE1 inhibió consistentemente la activación plaquetaria en diferentes puntos del aislamiento. Sin embargo, en presencia de un estímulo con ADP ( $20 \mu\text{M}$ ) y TRAP ( $10 \mu\text{M}$ ), este método produjo solo una proporción limitada de plaquetas activadas, dando como resultado una activación reducida e insuficiente. (Figura 2).



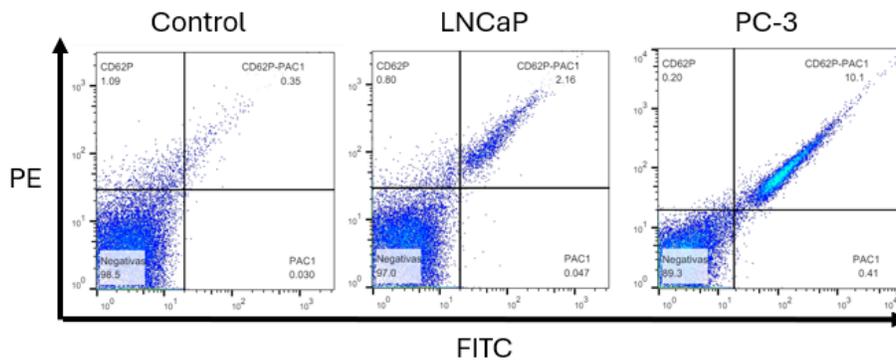
**Figura 2.** Análisis de activación plaquetaria en el método de aislamiento utilizando tubos Vacutainer ACD-A. Se muestran niveles bajos de activación plaquetaria en las diferentes etapas del procedimiento de aislamiento. Para identificar los puntos críticos de activación plaquetaria, se tomaron muestras de plaquetas en distintos pasos del método de aislamiento. Plaquetas obtenidas desde el plasma PRP, al final del proceso con las plaquetas purificadas, plaquetas sin activación y plaquetas con activación inducida (Histogramas en orden de izquierda a derecha).

Paralelamente, se utilizó el método reportado por Zarà M. et al. (2022), en el cual las plaquetas fueron finalmente resuspendidas en buffer HEPES en presencia de glucosa 5 mM,  $\text{CaCl}_2$  1 mM y  $\text{MgCl}_2$  0.5 mM. Este método mostró una mayor respuesta a la activación plaquetaria por los agonistas ADP ( $20 \mu\text{M}$ ) y TRAP ( $10 \mu\text{M}$ ). Este método demostró ser el más adecuado, ya que mantuvo las plaquetas inactivas durante su aislamiento y sensibles a los estímulos para activarse cuando fuera necesario (Figura 3).

Una vez estandarizado el método, se evaluaron diferentes condiciones para determinar la activación plaquetaria inducida por células tumorales. En este análisis, las plaquetas fueron expuestas a las líneas celulares LNCaP y PC3. A diferencia del control con vehículo PBS 1x, las células tumorales promovieron la activación plaquetaria, mostrando mayor positividad para los marcadores CD62P y PAC1 (Figura 4).

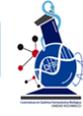


**Figura 3.** Análisis de activación plaquetaria en el método de aislamiento utilizando tubos Vacutainer ACD-A. Se evaluó la activación plaquetaria inducida por los agonistas ADP y TRAP. Se tomaron muestras de plaquetas en distintos pasos del método de aislamiento para identificar los puntos críticos de activación plaquetaria. Plaquetas obtenidas desde el plasma PRP, al final del proceso con las plaquetas purificadas, plaquetas sin activación y plaquetas con activación inducida (Histogramas en orden de izquierda a derecha).



**Figura 4.** Activación plaquetaria inducida por células tumorales. Plaquetas aisladas fueron incubadas con PBS, la línea celular LNCaP o PC3. Los histogramas, de izquierda a derecha, muestran los niveles de activación plaquetaria correspondientes a cada condición

Los resultados obtenidos mediante nuestra metodología sugieren que las plaquetas son activadas por las líneas celulares de cáncer de próstata LNCaP y PC-3. En el caso de LNCaP, se observó una activación plaquetaria del 3%, mientras que para PC-3 fue significativamente mayor, alcanzando un 10.7%. Estos hallazgos destacan la variabilidad en la capacidad de diferentes líneas celulares de cáncer de próstata para inducir la activación plaquetaria.



## 2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

### Conclusiones

Se caracterizó el efecto de las células de cáncer de próstata sobre la activación plaquetaria, observándose una activación inducida por LNCaP diferente a la de PC-3. Estos resultados destacan la variabilidad en la capacidad de diferentes líneas celulares de cáncer de próstata para inducir la activación plaquetaria, lo que resalta la necesidad de contar con métodos estandarizados para su estudio.

En este contexto, la estandarización de un método para el aislamiento de plaquetas es crucial, especialmente en investigaciones que evalúan su respuesta a agonistas plaquetarios, como las células cancerosas. Aislar plaquetas en un estado inactivo y luego inducir su activación mediante células tumorales permitirá determinar si las líneas celulares de cáncer de próstata pueden activar las plaquetas. Esta interacción sugiere que la activación plaquetaria inducida por células tumorales podría proporcionar a estas últimas moléculas clave, como factores de crecimiento, favoreciendo así la progresión del tumor.

El desarrollo de este proyecto ha permitido establecer un método eficaz para el aislamiento de plaquetas que son inactivas, pero a la vez sensibles a estímulos como agonistas plaquetarios. Este avance no solo facilita la evaluación del efecto de las líneas celulares de cáncer de próstata sobre la activación plaquetaria, sino que también abre nuevas perspectivas de investigación para dilucidar los efectos de la TCIPA en esta enfermedad. Sin embargo, es importante destacar que los trabajos existentes relacionados son muy escasos, y aquellos que están disponibles no detallan adecuadamente el proceso ni abordan los puntos críticos relevantes. Además, el método desarrollado tiene el potencial de ser aplicado para explorar TCIPA en otros tipos de cáncer, ampliando así nuestro entendimiento sobre el papel de las plaquetas en los procesos tumorales.

### Referencias

- Chitty, J.L., Filipe, E.C., Lucas, M.C., Herrmann, D., Cox, T.R., & Timpson, P. (2018). Recent advances in understanding the complexities of metastasis. *F1000Research*, 7, F1000 Faculty Rev-1169. <https://doi.org/10.12688/f1000research.15064.2>
- Ferlay, J., Ervik, M., Lam, F., Laversanne, M., Colombet, M., Mery, L., Piñeros, M., Znaor, A., Soerjomataram, I., & Bray, F. (2024). *Global Cancer Observatory: Cancer Today*. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer. Available from: <https://gco.iarc.who.int/today>
- Global Cancer Observatory. (2022). *Cancer Today*. Lyon: International Agency for Research on Cancer. Retrieved from <https://gco.iarc.fr/today>
- Nilsson, R.J., Balaj, L., Hulleman, E., van Rijn, S., Pegtel, D.M., Walraven, M., Widmark, A., Gerritsen, W.R., Verheul, H.M., Vandertop, W.P., Noske, D.P., Skog, J., & Würdinger, T. (2011). Blood platelets contain tumor-derived RNA biomarkers. *Blood*, 118(13), 3680–3683. <https://doi.org/10.1182/blood-2011-03-344408>
- Rebello, R.J., Oing, C., Knudsen, K.E., Loeb, S., Johnson, D.C., Reiter, R.E., Gillessen, S., Van der Kwast, T., & Bristow, R.G. (2021). Prostate cancer. *Nature reviews. Disease primers*, 7(1), 9. <https://doi.org/10.1038/s41572-020-00243-0>
- Secretaría de Salud. (2022). 278. En México, cada año se detectan más de 25 mil casos de cáncer de próstata. Gob.mx. Retrieved from <https://www.gob.mx/salud/prensa/278-en-mexico-cada-ano-se-detectan-mas-de-25-mil-casos-de-cancer-de-prostata>



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

Strasenburg, W., Józwicki, J., Durs'lewicz, J., Kuffel, B., Kulczyk, M.P., Kowalewski, A., Grzanka, D., Drewa, T., & Adamowicz, J. (2022). Tumor Cell-Induced Platelet Aggregation as an Emerging Therapeutic Target for Cancer Therapy. *Frontiers in Oncology*, 12:909767. <https://doi.org/10.3389/fonc.2022.909767>

Weiss, L., MacLeod, H., Comer, S.P., Cullivan, S., Szklanna, P.B., Ní Áinle, F., Kevane, B., & Maguire, P.B. (2023). An optimized protocol to isolate quiescent washed platelets from human whole blood and generate platelet releasate under clinical conditions. *STAR Protocols*, 4(2), 102150. <https://doi.org/10.1016/J.XPRO.2023.102150>

Yun, S.H., Sim, E.H., Goh, R.Y., Park, J.I., & Han, J.Y. (2016). Platelet Activation: The Mechanisms and Potential Biomarkers. *BioMed Research International*, 2016. <https://doi.org/10.1155/2016/9060143>

Zarà, M., Canobbio, I., Visconte, C., Canino, J., Torti, M., & Guidetti, G.F. (2018). Molecular mechanisms of platelet activation and aggregation induced by breast cancer cells. *Cellular signalling*, 48, 45–53. <https://doi.org/10.1016/j.cellsig.2018.04.008>



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## Extracción de eugenol y su empleo en la síntesis de la 2-metoxi-4-(((2s, 4s) -6-nitro-2-fenil-1,2,3,4-tetrahydroquinolin-4-il)metilfenol, mediante la reacción de Povarov empleando un disolvente eutéctico

Camarillo Montejó David Saul, Rosales Camacho Karla Denis, Rubio Jimenez Cristian Augusto, Santiago Antonio Ninel, Solís Morales Daniela Valentina, Zúñiga Garduño Axel Andrés

**Profesores:** Ruiz Segura Juan Carlos\*

\* Autores de correspondencia: [2223061294@alumnos.xoc.uam.mx](mailto:2223061294@alumnos.xoc.uam.mx)  
[jruiz@correo.xoc.uam.mx](mailto:jruiz@correo.xoc.uam.mx)

**Módulo:** Obtención de Compuestos Orgánicos de Interés Farmacéutico

### Resumen

La reacción de Povarov es una reacción química que permite sintetizar tetrahydroquinolinas a partir de compuestos aromáticos. El proceso de la obtención del dienófilo, compuesto aromático insaturado que interactúa con los reactivos principales para facilitar la formación del heterociclo en la reacción de Povarov, que en este caso es el aceite esencial Eugenol, aceite esencial del clavo de olor, se extrajo mediante destilación por arrastre de vapor. Se realizó una cromatografía en capa fina, la cual nos permitió observar la presencia de los reactivos utilizados, además de confirmar que hubo una reacción química, ya que la presencia de dos nuevas manchas se espera que alguna de ellas sea la THQ.

**Palabras clave:** Eugenol, Reacción de Povarov, Tetrahydroquinolina

### Introducción

Los aceites esenciales (AE) son considerados mezclas de compuestos orgánicos volátiles de bajo peso molecular (Quintero et al., 2023). El eugenol, un aceite esencial obtenido del botón floral de *Syzygium aromaticum* (clavo de olor), es un compuesto aromático que pertenece al grupo de los fenoles. Debido a sus conocidas propiedades antibacterianas, antivirales, antifúngicas, anticancerígenas, antiinflamatorias y antioxidantes, se ha utilizado durante mucho tiempo en diversas áreas, como la cosmetología, la medicina y la farmacología (Ulanowska y Olas, 2021).

El eugenol puede participar en la reacción de imino-Diels-Alder (también conocida como la reacción de Povarov), la cual permite la síntesis de un derivado de tetrahydroquinolina (THQ) (Quintero et al., 2023). Esta es una reacción que se optó por un disolvente eutéctico profundo (DES), por sus ventajas como son punto de fusión inferior al de los componentes puros, una baja volatilidad, ser poco tóxico y biocompatibles.

Las THQ poseen actividades antipalúdicas, antifúngicas, anticonvulsivas, antivirales y antihelmínticas, entre otras, y se pueden encontrar en medicamentos comercializados como Plaquenil (hidroxicloroquina), Ciproxina (ciprofloxacina) e Hycamtin (topotecan) (Ulanowska y Olas, 2021).

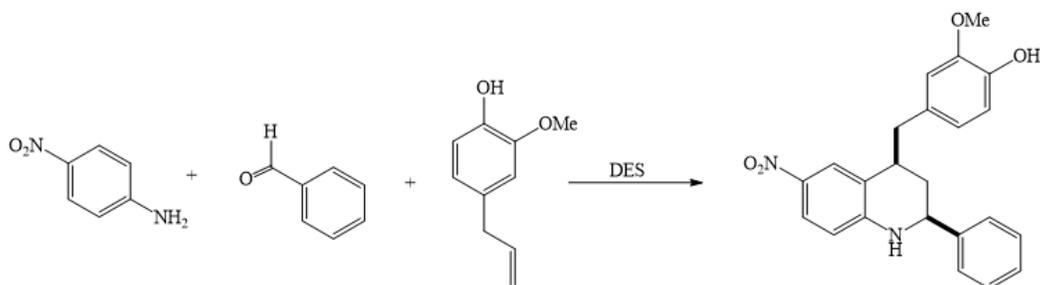
## Objetivo General

Sintetizar una tetrahydroquinolina (THQ) a partir de la reacción de Povarov, empleando un producto natural (aceite esencial y un disolvente eutéctico).

## Objetivos particulares

- Extraer eugenol a partir del clavo.
- Preparar un disolvente eutéctico para llevar a cabo la reacción de Povarov.
- Identificar los compuestos obtenidos (eugenol, tetrahydroquinolina) mediante cromatografía en capa fina.

## Metodología



**Figura 1.** Síntesis de la 2-metoxi-4-[[((2S,4S)-6-nitro-2-fenil-1,2,3,4-tetrahydroquinolin-4-il)metil].

2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

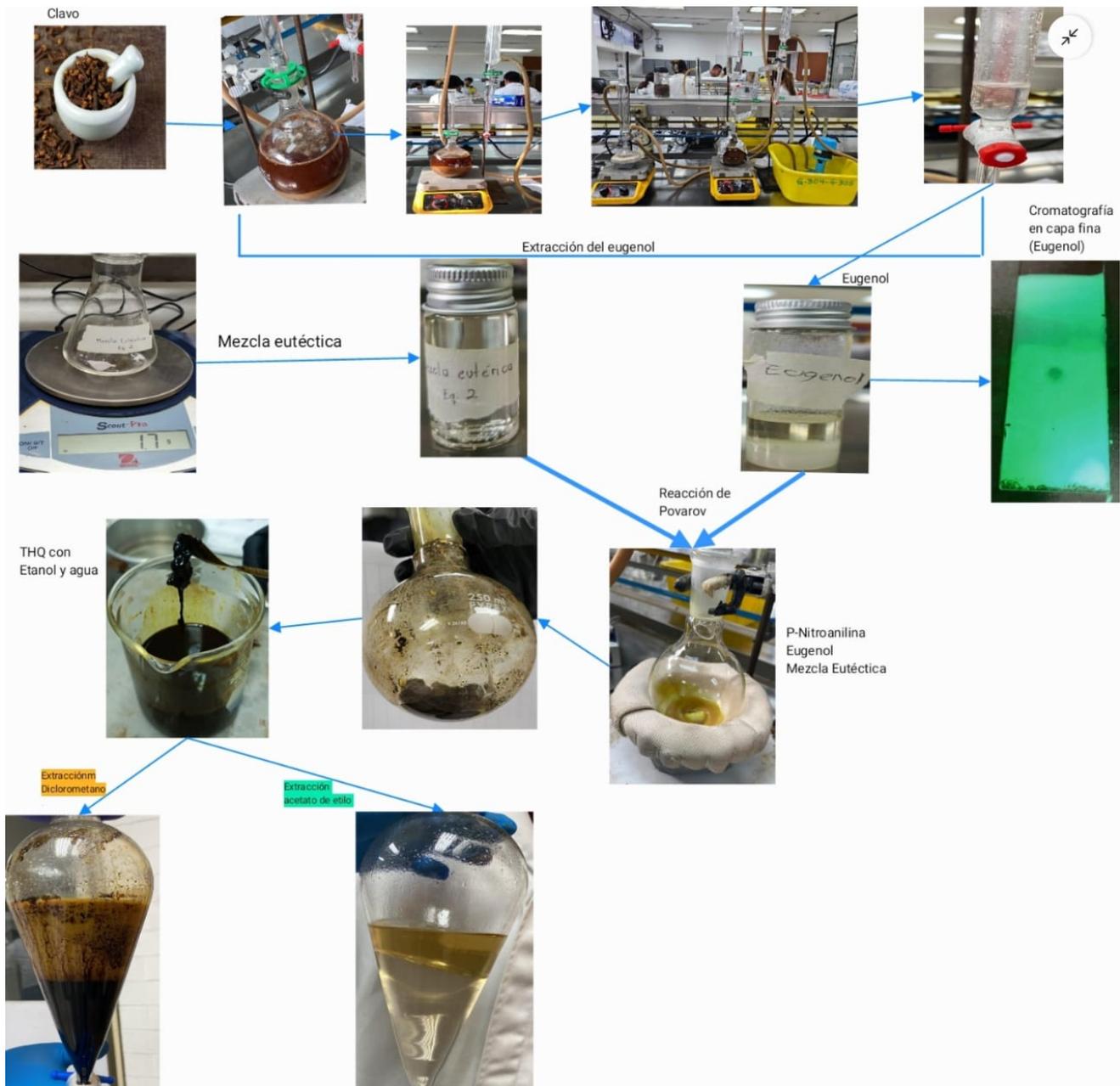
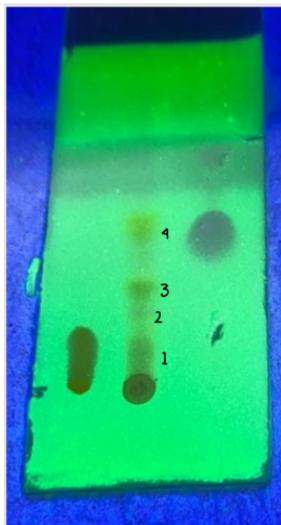


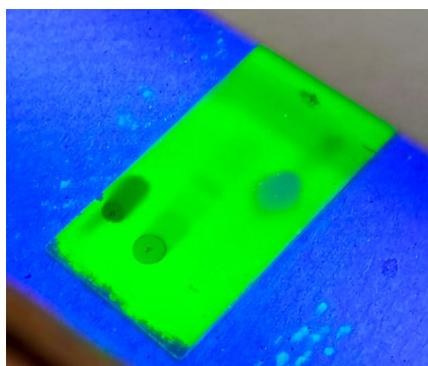
Figura 2. Metodología de la síntesis de la tetrahidroquinolina

## Resultados y Discusión



**Figura 3.** Cromatoplaaca 1. Mancha izquierda: p-nitroanilina, mancha central: reacción de povarov, mancha derecha: Eugenol. Proporciones de fase móvil: 80% hexano y 20% acetato de etilo.

La mancha 1 de la muestra resultado de la reacción de Povarov tiene el mismo valor de Rf que la p-nitroanilina, lo que sugiere que ambas manchas corresponden al mismo compuesto. Por otro lado, la mancha 4 presenta el mismo valor de Rf que el eugenol, el cual se encuentra en la parte inferior derecha de la cromatografía. Esto indica que la mancha 4 es eugenol. Aunque las manchas 2 y 3 podrían sugerir la presencia de tetrahidroquinolina (THQ), no se puede asegurar sin un estándar de comparación y equipamiento especializado para determinar la estructura de la THQ. Por lo tanto, se necesita realizar más pruebas y análisis para confirmar o descartar la presencia de THQ en la muestra.



**Figura 4.** Cromatoplaaca 2. Mancha izquierda: p-nitroanilina, mancha central: THQ, mancha derecha: eugenol. Proporciones de fase móvil: 80% hexano y 20% acetato de etilo.

**Tabla 1.** Análisis de los Rf de la cromatoplaaca 1.

Parte inferior derecha (eugenol)	Centro (producto)	Parte inferior izquierda ( <i>p</i> -nitroanilina)
	<b>Mancha 1: <i>p</i>-Nitroanilina</b>	
	0.128	0.128
	<b>Mancha 2</b>	
	0.435	
	<b>Mancha 3</b>	
	0.564	
	<b>Mancha 4: Eugenol</b>	
0.666	0.666	

Posterior a la realización de la primera cromatografía, se llevaron a cabo extracciones con disolventes orgánicos del producto obtenido en la reacción de Povarov. La fase orgánica se extrajo primero con cloruro de metileno y, posteriormente, con acetato de etilo. A la fase orgánica de cloruro de metileno se le realizó una cromatoplaaca, en la cual se observaron las mismas manchas que en la cromatoplaaca de la figura 3. Parece ser que, con la extracción con cloruro de metileno, se eliminó parcialmente la *p*-nitroanilina y el eugenol; sin embargo, no se logró una purificación total del producto.

### Conclusiones

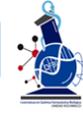
Se extrajo eugenol del clavo con un rendimiento del 2.3% y se preparó un disolvente eutéctico para llevar a cabo la reacción de Povarov. A partir de esta reacción, se obtuvo un producto que, según los análisis de cromatografía en capa fina, podría corresponder a una tetrahidroquinolina. Sin embargo, para confirmar con certeza que es dicho compuesto, en primer lugar, sería necesario purificar los reactivos mediante cromatografía de columna y posteriormente realizar un análisis de resonancia magnética nuclear para verificar su estructura química.



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## Referencias

- Merchan, D., Rojas, F., Kouznetsov, V. (2011). Highly diastereoselective synthesis of new heterolignan-like 6,7-methylenedioxy-tetrahydroquinolines using the clove bud essential oil as raw material. *Tetrahedron Letters*, 52(12), 1388–1391. <https://doi.org/10.1016/j.tetlet.2011.01.083>
- Peñaranda, A., Rodríguez, O., Kouznetsov, V., Ochoa, C. (2019). One-Pot Diastereoselective Synthesis of Tetrahydroquinolines from Star Anise Oil in a Choline Chloride/Zinc Chloride Eutectic Mixture. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 7(22), 18630–18639. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.9b05073>
- Quintero, W., Ávila, M., Ochoa, C. (2023). Essential Oils and Eutectic Solvents in the Povarov Reaction for the Synthesis of Tetrahydroquinolines: A Lesson of Cycloadditions, Stereochemistry, and Green Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 100(12), 4763–4771. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00495>
- Smith, E., Abbott, A., Ryder, K. (2014). Deep Eutectic Solvents (DESs) and Their Applications. *Chemical Reviews*, 114(21), 11060–11082. <https://doi.org/10.1021/cr300162p>
- Ulanowska, M., Olas, B. (2021). Biological Properties and Prospects for the Application of Eugenol—A Review. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(7), 3671. <https://doi.org/10.3390/ijms22073671>



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## Desigualdades a nivel mundial en el acceso a servicios odontológicos según el nivel socioeconómico

Martínez Grande Angel\*, Zenón Francisco Ernesto, Rojas Martínez Ivan, Alquicira Sanchez Tonanzin Valeria

**Profesores:** Rodríguez Guerrero Verónica\*, Sánchez Herrera Karina

\* Autores de correspondencia: [2232032489@alumnos.xoc.uam.mx](mailto:2232032489@alumnos.xoc.uam.mx) **Módulo:** Procesos Celulares Fundamentales  
[vrodriguezg@correo.xoc.uam.mx](mailto:vrodriguezg@correo.xoc.uam.mx)

### Resumen

El objetivo de este estudio es analizar las desigualdades en el acceso a servicios odontológicos a nivel mundial según el nivel socioeconómico. Para ello, se llevó a cabo una revisión de literatura que incluyó artículos científicos y estudios publicados en los últimos diez años, utilizando bases de datos como PubMed y Scopus. Los resultados revelan que las poblaciones de bajos ingresos enfrentan barreras económicas y geográficas significativas, lo que limita su acceso a atención dental y aumenta la prevalencia de enfermedades bucales. En contraste, los grupos de mayor estatus socioeconómico tienen mejor acceso y calidad de atención. Este estudio destaca la necesidad de implementar políticas de salud pública que mejoren la educación sobre salud bucal y faciliten el acceso a servicios odontológicos, para reducir estas disparidades y promover la equidad en salud.

**Palabras clave:** Salud bucal, Grupos socioeconómicos, Países pobres

### Introducción

La salud bucal es un componente esencial del bienestar general, que influye no solo en la calidad de vida, sino también en la salud sistémica de las personas. Sin embargo, a nivel mundial, existen significativas desigualdades en el acceso a servicios odontológicos, particularmente según el nivel socioeconómico de las poblaciones. A pesar de los avances en odontología y la disponibilidad de tratamientos en muchos países, un número alarmante de personas no recibe la atención dental necesaria, lo que contribuye a una alta prevalencia de enfermedades bucales, como caries y periodontitis. Estas condiciones no solo afectan la salud bucal, sino que también están asociadas con problemas de salud más amplios, como enfermedades cardiovasculares y diabetes. Este trabajo se propone investigar las disparidades en el acceso a servicios odontológicos, analizando los factores que las perpetúan y proponiendo estrategias para mejorar la equidad en la atención dental Gonzales *et al.*, (2022).

### Objetivo General

Analizar las disparidades en la salud bucal en grupos socioeconómico para comprender las causas y consecuencia de esta desigualdad que afecta la equidad de atención bucal.

## Objetivos particulares

- Analizar el impacto de los factores socioeconómicos como los ingresos, la educación y el acceso a servicios de salud en la prevalencia de problemas dentales y la utilización de servicio de atención bucal.
- Analizar las diferentes enfermedades bucales, cómo las caries, enfermedades periodontales y cánceres orales en grupos socioeconómicos.
- Conocer los hábitos de higiene oral y alimentaria en grupos socioeconómicos.

## Metodología

En el desarrollo del proyecto, se elaboró un cuadro comparativo que indicó la información relevante sobre las desigualdades en el acceso a servicios odontológicos según el estatus socioeconómico. Este cuadro facilitó la estructuración de datos en grupos temáticos, permitiendo un análisis claro de las causas de la variabilidad en la salud bucal. Se priorizaron artículos con información detallada y se realizó una reunión del equipo para validar la pertinencia de las fuentes seleccionadas, asegurando que cumplieron con los objetivos del estudio. Tras alcanzar un consenso, se reorganizó la información de manera más precisa. Se llevaron a cabo varias revisiones para garantizar la exactitud y coherencia del contenido, centrándose en temas clave como la salud bucal y los factores socioeconómicos. Se utilizaron bases de datos académicos reconocidos y se restringieron las fuentes a artículos científicos recientes, excluyendo contenido no relevante o sin respaldo científico.

## Resultados y Discusión

Se encontraron 13 artículos en la búsqueda sobre desigualdades en el acceso a servicios odontológicos, de los cuales se descartaron 9. Cuatro fueron eliminados por exceder el límite de años y tres por no centrarse en salud bucal.

El artículo de la OMS (2022) resalta que 3,500 millones de personas sufren enfermedades bucodentales, muchas de las cuales son prevenibles, pero su tratamiento no está cubierto en muchos sistemas de salud, especialmente en países de ingresos bajos y medios. La OMS sugiere promover la prevención, como el cepillado con flúor.

Llodra *et al.*, (2014) indican que las desigualdades en salud bucal han aumentado entre países ricos y pobres debido a factores como el acceso limitado a servicios y la educación. Jiménez *et al.*, (2015) analizan la situación en Pachuca, México, revelando que el 28.6% de los niños no ha visitado al dentista, con disparidades notables según el estatus socioeconómico. Se observó que mejorar el acceso a servicios dentales es crucial para reducir estas brechas.



## 2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

El artículo de la Dra. Silvina *et al.*, (2015) analiza los factores asociados al uso de servicios odontológicos en adultos. Se realizó un estudio transversal con 381 individuos, utilizando encuestas domiciliarias y un diseño muestral aleatorio. Los resultados revelaron que el 67,2% de los encuestados acudió a consultas odontológicas en los últimos 12 meses, pero solo el 27% lo hizo por chequeo preventivo. Factores como el nivel socioeconómico, la cobertura odontológica, la percepción de la salud bucal, el conocimiento sobre salud bucal y los hábitos de higiene dental se asociaron significativamente con la utilización de estos servicios. Sin embargo, la cobertura social y los conocimientos sobre salud bucal no influyeron en la utilización de servicios por chequeo rutinario.

### Conclusiones

La investigación sobre salud bucal es esencial para el bienestar general, ya que muchas personas no buscan atención odontológica regularmente, lo que aumenta la prevalencia de enfermedades bucales como caries y gingivitis, asociadas a problemas de salud sistémicos como trastornos cardiovasculares y diabetes. Este estudio aborda las barreras que impiden la búsqueda de atención dental, con el objetivo de desarrollar estrategias efectivas que fomenten la asistencia al dentista, como programas educativos y políticas de accesibilidad.

Las disparidades en salud bucal son evidentes a nivel mundial, especialmente entre grupos socioeconómicos, donde los países más pobres enfrentan mayores problemas debido a la baja inversión en salud pública. En México, la cobertura de servicios odontológicos es insuficiente, creando barreras económicas y una percepción secundaria de la salud bucal. Es fundamental abordar estas desigualdades y promover un acceso equitativo a la atención dental.

### Referencias

Acuña-González, G.R., Casanova-Sarmiento, J.A., Islas-Granillo, H., Márquez-Rodríguez, S., Benítez-Valladares, D., Villalobos-Rodelo, J.J., Islas-Zarazúa, R., Navarrete-Hernández, J.J., Medina-Solís, C.E., & Maupomé, G. (2022). Desigualdades en salud bucal: Relación del cepillado dental y la posición socioeconómica. *Comunidad y Salud*, 20.

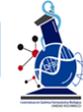
Alvarado, G. (2013, mayo 6). Las desigualdades en salud oral entre países ricos y pobres no han hecho más que crecer en los últimos años. *Gaceta Dental*. <https://www.gacetadental.com>

Cruz Palma, G., Nakagoshi Cepeda, A.A., Quiroga García, M.A., Palomares Gorham, P.I., Galindo Lartigue, C., & González Meléndez, R. (2018). Sustentabilidad en los servicios de salud bucal en México. *Odontología Vital*, 29, 39–42

Dho, M. S. (2018). \*Factores asociados a la utilización de servicios de salud odontológicos. \**Ciencia & Saúde Coletiva*, 23(2), 509–518. <https://doi.org/10.1590/1413-81232018232.18672015>

Jiménez-Gayosso, S.I., Medina-Solís, C.E., Lara-Carrillo, E., Scougal-Vilchis, R.J., de la Rosa-Santillana, R., Márquez-Rodríguez, S., Mendoza-Rodríguez, M., & Navarrete-Hernández, J. de J. (2015). Desigualdades socioeconómicas en la utilización de servicios de salud bucal alguna vez en la vida por escolares mexicanos de 6-12 años de edad. *Gaceta Médica de México*, 151, 27–33.

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2022, 15 de marzo). Salud bucodental. <https://www.who.int/es/news-room/factsheets/detail/oral-health>



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## Formulación y evaluación de aguas micelares oleosa y acuosa con extracto de arroz como limpiadores cosméticos

López González Itzel, Cancino Ortiz Luis Mario, Pérez Basilio Leslie Itzel, Mendoza Ayala Stephanie Guliana, Martínez Ramírez Carlos Manuel

**Profesores:** Hernández Torres José Eduardo\*

\* Autores de correspondencia: [2213059942@alumnos.xoc.uam.mx](mailto:2213059942@alumnos.xoc.uam.mx) **Módulo:** Diseño y Obtención de Medicamentos  
[jhernandezt@correo.xoc.uam.mx](mailto:jhernandezt@correo.xoc.uam.mx)

### Resumen

El agua micelar es un producto esencial en el cuidado facial, eficaz para limpiar y desmaquillar. Compuesta por micelas que atraen suciedad y sebo, es suave para la piel al no contener colorantes, perfumes ni alcoholes. Además, se considera una emulsión por su combinación de componentes hidrófilos y lipofílicos. El extracto de arroz, conocido por sus beneficios en la cultura asiática, hidrata, suaviza y mejora la textura de la piel gracias a sus aminoácidos y vitamina B, además de tener propiedades antioxidantes. Este proyecto explorará la formulación y comparación de aguas micelares oleosa y acuosa con extracto de arroz, evaluando su efectividad limpiadora y beneficios para la piel.

**Palabras clave:** Emulsión, Agua micelar, Extracto de arroz

### Introducción

El proyecto se centra en la formulación, evaluación y comparación de dos tipos de agua micelar oleosa (W/O) y acuosa (O/W), utilizando extracto de arroz como ingrediente natural. Este enfoque responde a la creciente demanda de productos de cuidado facial efectivos y alineados con las preferencias por formulaciones más naturales, especialmente entre las mujeres.

### *Planteamiento del problema*

En el mercado actual, hay un interés creciente en la comparación entre aguas micelares acuosas y oleosas. Las formulaciones acuosas son preferidas por quienes buscan evitar la sensación grasosa y la necesidad de enjuague posterior que presentan las versiones oleosas. Sin embargo, las emulsiones oleosas ofrecen una limpieza más profunda, especialmente para pieles con maquillaje resistente o impurezas acumuladas. Además, los consumidores muestran una tendencia hacia el uso de productos con ingredientes naturales, evitando químicos agresivos para la piel. A pesar de esta demanda, actualmente no existen aguas micelares que contengan extracto de arroz, lo que representa una oportunidad para desarrollar nuevas formulaciones que satisfagan estas necesidades.

## Antecedentes

Históricamente, el polvo de arroz ha sido utilizado en diversas culturas por sus propiedades cosméticas, siendo empleado por geishas en Asia y en la corte francesa para blanquear la piel. Hoy en día, el arroz es valorado por sus propiedades matificantes y absorbentes, así como por su capacidad para mejorar la salud de la piel gracias a componentes como el ácido ferúlico y la vitamina B3. Esto subraya la relevancia del extracto de arroz en el desarrollo de productos cosméticos que cumplen con los estándares actuales de efectividad y naturalidad.

## Objetivo General

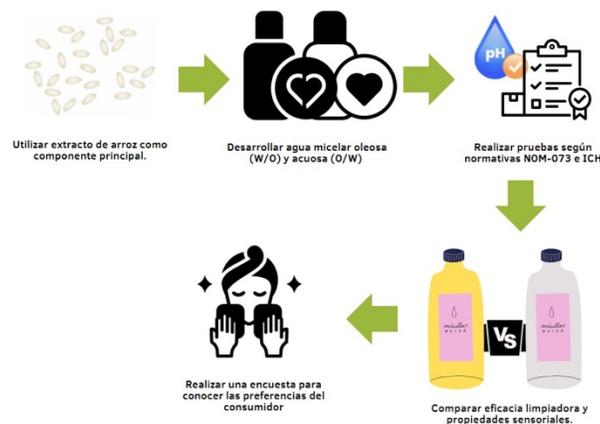
Evaluar y comparar la formulación de aguas micelares oleosa y acuosa que incorporen ingredientes naturales, específicamente el extracto de arroz.

## Objetivos particulares

- Desarrollar y formular tanto un agua micelar oleosa como una acuosa.
- Realizar pruebas de control de calidad en las formulaciones, siguiendo las normativas NOM-073 e ICH.
- Comparar la eficacia limpiadora de ambas emulsiones.
- Diseñar y crear un envase primario y un envase secundario, incluyendo el etiquetado correspondiente conforme a la norma NOM-142.

## Metodología

Se formuló, evaluó y comparó dos tipos de agua micelar: oleosa (W/O) y acuosa (O/W), utilizando extracto de arroz como ingrediente principal.



## Resultados y Discusión

### *pH*

Se realizaron mediciones de pH en formulaciones de agua micelar, encontrando que la mayoría se situaron dentro del rango aceptable (4-5.5), excepto las formulaciones oleosas (W/O), que requirieron ajustes. Las mediciones iniciales mostraron una desviación estándar de 0.232 y un coeficiente de variación de 4.04 para las oleosas W/O y una desviación estándar de 0.546 y un coeficiente de variación de 11.27 para acuosas (O/W), indicando mayor variabilidad en estas últimas, posiblemente por ser preparadas por diferentes analistas.

Los cambios de pH a las 96h no siguen una tendencia fija, en ambas formulaciones O/W W/O se observan cambios de pH, tanto incrementos como reducciones

### *Densidad*

Las densidades de las emulsiones se midieron utilizando un picnómetro, obteniendo los siguientes resultados:

- O/W: 1.0116 g/ml
- W/O: 0.8570 g/ml

Estos valores indican que en la formulación O/W, el agua es la fase continua, mientras que en la W/O, el aceite cumple esa función. Esta diferencia explica las variaciones en comportamiento y textura entre ambas emulsiones.

### *Pruebas organolépticas*

Estos resultados se obtuvieron tras mezclar las formulaciones, y se observó que los triplicados de ambas formulaciones arrojaron resultados consistentes.

**Tabla 1.** Pruebas organolépticas de las formulaciones W/O y O/W.

Formulación	Color	Olor	Textura
W/O	Blanco hueso	Inoloro	Cremosa
O/W	Blanco crema	Inoloro	Espumoso

## Viscosidad

La medición de viscosidad a diferentes RPM reveló que la emulsión W/O presenta una viscosidad variable, que disminuye al aumentar la velocidad de cizalla. Este comportamiento indica que la emulsión es pseudoplástica, lo cual es favorable para productos tópicos, ya que facilita su aplicación sin comprometer la consistencia en reposo. En contraste, no se realizó la prueba en la formulación O/W debido a que su viscosidad era inferior al 20%, lo que impidió su detección por el viscosímetro.

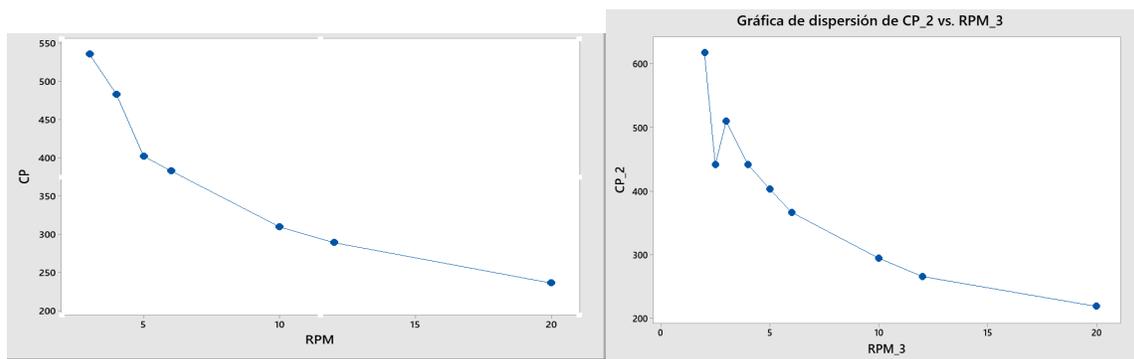


Figura 1. Gráficas de viscosidad realizadas en MiniTab

## Prueba de limpieza

Los resultados indican que la emulsión W/O tuvo un mayor efecto limpiador en comparación con la O/W. Aunque esta última también mostró un efecto limpiador, no fue suficiente para eliminar el maquillaje con solo una ligera presión de la torunda, a diferencia de la formulación W/O.

## Conclusiones

El proyecto alcanzó con éxito los objetivos establecidos al formular, evaluar y comparar dos tipos de agua micelar: una oleosa (W/O) y otra acuosa (O/W), utilizando extracto de arroz como ingrediente natural principal. Las pruebas de control de calidad, realizadas conforme a la NOM-073 e ICH, revelaron que la formulación oleosa (W/O) ofreció un efecto limpiador superior en comparación con la acuosa (O/W), lo que confirma parcialmente la hipótesis inicial. Sin embargo, se observó que la formulación oleosa presenta una viscosidad considerablemente mayor, lo que puede afectar la percepción y preferencia del consumidor.

En consecuencia, la elección entre ambas formulaciones dependerá de las necesidades y preferencias individuales. La opción oleosa proporciona una limpieza más profunda, mientras que la acuosa es más ligera y fácil de aplicar. Ambas formulaciones ofrecen ventajas específicas, lo que permite diversificar el mercado de aguas micelares y satisfacer diferentes tipos de piel y preferencias cosméticas.

## Referencias

- Avanti Polar Lipids. (s.f.). *What are the differences between liposomes and micelles?* <https://avantilipids.com/tech-support/faqs/liposomes-vs-micelles> [Accedido el 30 de agosto de 2024].
- BASF. (2023). *Plantacare® 2000 UP: Technical data sheet.* <https://www.basf.com/us/en/media/news-releases/2023/20230901.html> [Accedido el 2 de septiembre de 2024].
- Beiersdorf. (2024). *Agua micelar.* Nivea. <https://www.nivea.com.mx/consejo/agua-micelar-que-es-para-que-sirve> [Accedido el 1 de septiembre de 2024].
- Brunaugh, A.D., Smyth, H.D.C., & Williams III, R.O. (2019). *Essential pharmaceuticals.* Springer and the American Association of Pharmaceutical Scientists (AAPS).
- Draelos, Z. D. (2015). *Handbook of cosmetic science and technology* (3ª ed.). CRC Press
- Garza, J. (2024). *El arroz: Un ingrediente milenario en la cosmética natural.* Mar Amoli. <https://www.amoli.mx/blogs/news/el-arroz-un-ingrediente-milenario-en-la-cosmetica-natural?srsId=AfmBOonQOftbxHxpI8ev9B9dMAP3OttQu8Dv4WEyz4pJVZpiYbtUFWH> [Accedido el 1 de septiembre de 2024].
- Hale Cosmeceuticals Inc. (s.f.). *Skincare in Asia: A history of traditional practices.* <https://www.halecosmeceuticals.com/blog/skincare-in-asia-a-history-of-traditional-practices> [Acceso el 1 de septiembre de 2024].
- Harry, R. (2021). *Harry's cosmetology* (9ª ed.). Springer
- Korenova, M. (2023, marzo 7). How to formulate a micellar water with vitamin B. Formula Botanica. <https://formulabotanica.com/formulate-micellar-water/>



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## Síntesis de 2,4,5-trifenilimidazol

Castillo Orozco Jhoana Paola, Contreras Vera Ingrid Emilli, García González Armando, Segundo Copado Jenifer

**Profesores:** Ruiz Segura Juan Carlos\*

\* Autores de correspondencia: [2223024826@alumnos.xoc.uam.mx](mailto:2223024826@alumnos.xoc.uam.mx)  
[jruizs@correo.xoc.uam.mx](mailto:jruizs@correo.xoc.uam.mx)

**Módulo:** Obtención de Compuestos Orgánicos de Interés Farmacéutico

### Resumen

El imidazol es un anillo aromático de cinco miembros con dos nitrógenos. Es un compuesto polar y puede actuar como ácido o base. Ofrece un gran potencial en medicina e investigación. Su síntesis y caracterización podrían conducir al descubrimiento de nuevos compuestos con actividades biológicas interesantes. Se centro en la síntesis del 2,4,5-trifenilimidazol, en una ruta de tres pasos. Se sintetiza benzoina a partir del benzaldehído mediante una reacción de condensación catalizada por cianuro, después la benzoina se oxida a bencilo utilizando nitrato de amonio y acetato cúprico. Finalmente, el bencilo reacciona con benzaldehído para formar el 2,4,5-trifenilimidazol. Obteniendo un rendimiento del 59.1%. La benzoina, un intermedio clave, se obtuvo con un rendimiento del 67.6% y se encontró pura. Sin embargo, el rendimiento obtenido del bencilo fue de 60.6% y se encontró impuro a pesar de la recrystalización. Estos resultados sugieren la necesidad de optimizar las etapas de purificación.

**Palabras clave:** Imidazol, 2,4,5-trifenilimidazol, Benzoina

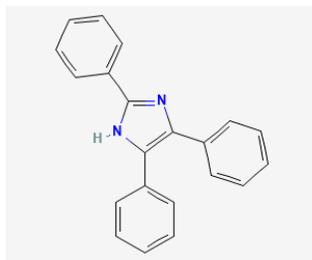
### Introducción

Los imidazoles son una clase importante de compuestos heterocíclicos nitrogenados que han sido de alto interés para la comunidad científica debido a su versatilidad y relevancia en una variedad de campos, desde la química medicinal hasta la ciencia de los materiales. La estructura base se compone de un anillo de cinco miembros que consta de tres átomos de carbono y dos átomos de nitrógeno en las posiciones 1 y 3 (Luca, 2019).

En el ámbito farmacéutico, los derivados de imidazol han sido explotados por sus propiedades terapéuticas, dando lugar a una variedad de fármacos que van desde antimicóticos y antibacterianos hasta inhibidores de enzimas específicas. El ketoconazol (utilizado como antifúngico) y el metronidazol (utilizado como antibiótico y antiparasitario) son solo dos ejemplos de medicamentos que han sido utilizados y que contienen el anillo de imidazol en su estructura. Estas moléculas han sido esenciales en el tratamiento de infecciones causadas por hongos y bacterias, demostrando la eficacia de los imidazoles en la medicina actual (Nuca et al, 2024).

## Imidazol

El imidazol (1,3-diaza-2,4-ciclopentadieno) es un anillo plano de cinco miembros que contiene 3 átomos de carbono y 2 de nitrógeno en las posiciones 1 y 3. Su fórmula molecular es  $C_3H_4N_2$  y presenta dos formas tautoméricas equivalentes debido a la ubicación del hidrógeno en los nitrógenos (Luca, 2019).



**Figura 1.** 2,4,5-trifenilimidazol.

**Tabla 1.** Características del 2,4,5-trifenilimidazol.

FÓRMULA	$C_{21}H_{16}N_2$
PESO MOLECULAR	296,37 g/mol
PUNTO DE EBULLICIÓN	427,96 °C (estimación aproximada)
PUNTO DE FUSIÓN	274- 278 °C
NOMBRE IUPAC	2,4,5-trifenil-1H-imidazol
COLOR	De blanco a naranja a verde
SOLUBILIDAD	Soluble en metanol e insoluble en agua.

### Importancia en la industria químico-farmacéutica.

#### 1. Actividad como inhibidor enzimático (Tratamiento contra el COVID-19).

En la identificación de posibles fármacos candidatos dirigidos contra la proteasa principal del SARS-CoV-2 (Mpro), una enzima crítica implicada en la replicación del virus. Entre los compuestos ensayados, varios derivados del imidazol demostraron un fuerte potencial como inhibidores del SARS-CoV-2. Por ejemplo, la imidazolilmetanona (C10) mostró la mayor afinidad de unión, lo que la convierte en un candidato prometedor para futuros desarrollos. Otros derivados como el piridil-imidazol (C5), el tiofenil-imidazol (C1) y la quinolina-imidazol (C14) también mostraron afinidades de unión significativas, lo que indica su eficacia potencial como agentes antivirales (Benjamin y Abayomi, 2024)

## 2. *Actividad Ansiolítica*

Los derivados de 2-(4-fenilpiperazin-1-il)-1H-benz[d]imidazol muestran una importancia farmacológica de estos imidazoles radica en su capacidad para actuar como moduladores de los receptores de neurotransmisores, los cuales tienen un papel clave en la regulación del sistema nervioso central. En particular, los compuestos mencionados tienen afinidad por los receptores de serotonina y dopamina, que son cruciales en la modulación de la ansiedad y otros trastornos del estado de ánimo (Mahajan et al, 2024).

## 3. *Actividad como agente antifúngico*

El principio activo (el sertaconazol) al ser un agente antifúngico imidazol de los más recientes, presentó un amplio espectro contra dermatofitos, levaduras tipo *Candida sp*, hongos filamentosos y bacterias (principalmente bacterias grampositivas). Este fármaco es un medicamento efectivo en el tratamiento de infecciones polimicrobianas (Moreno et al, 2017)

### **Principales medicamentos que contienen el anillo de imidazol.**

#### *Ketoconazol*

Este antifúngico imidazólico es efectivo contra dermatofitos, hongos dismórficos como *Histoplasma* y *Coccidioides*, levaduras patógenas, pero no contra *Cryptococcus*. Funciona alterando la permeabilidad lipídica al bloquear el citocromo P450 del hongo e inhibiendo la biosíntesis de triglicéridos y fosfolípidos (Nocua et al, 2020).

#### *Fluconazol*

Antifúngico del grupo de los azoles, clase triazoles. Su mecanismo de acción reduce la concentración de ergosterol en la membrana fúngica, siendo fungistático. Es efectivo contra *Candida albicans*, *Cryptococcus*, *Histoplasma*, *Blastomyces*, *Coccidioides*, *Paracoccidioides*, dermatofitos y *Malassezia furfur* (Nocua et al, 2020).

#### *Itraconazol*

Antifúngico triazólico utilizado en infecciones fúngicas sistémicas. Inhibe la síntesis de ergosterol en membranas fúngicas al bloquear el citocromo P450. Efectivo contra *Candida*, *Aspergillus*, *Sporothrix*, *Paracoccidioides*, *Histoplasma*, *Cryptococcus* y dermatofitos (Nocua et al, 2020).

## Voriconazol

Antifúngico triazólico de amplio espectro, inhibe la síntesis de ergosterol. Activo contra *Candida albicans*, *Aspergillus*, *Cryptococcus neoformans*, micosis endémicas y dermatofitos. Fungistático frente a *Cándida* y fungicida frente a *Aspergillus* (Nocua, et al, 2020).

### Objetivo General

Sintetizar el 2,4,5-trifenilimidazol a partir del benzaldehído.

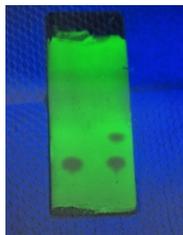
### Objetivos particulares

- Preparar benzoína a partir del benzaldehído.
- Oxidar la benzoína a bencilo.
- Determinar el rendimiento de los productos obtenidos en cada etapa de la síntesis.

### Metodología

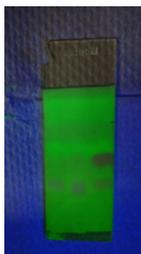


## Resultados y Discusión



**Figura 2.** Cromatoplaque de bencilo (derecha) y benzoína (izquierda).

Se realizó la cromatografía de la benzoína obtenida en la primera síntesis y del bencilo, se observa que la benzoína se encuentra pura, sin embargo, el bencilo se obtuvo impuro quedando todavía benzoína sin reaccionar. Los valores que se obtuvieron de  $r.f = 0.26$  y para la benzoína  $r.f = 0.16$ .



**Figura 3.** Cromatoplaque del estándar del 2,4,5-trifenilimidazol (izquierda), 2,4,5-trifenilimidazol sintetizado (centro), bencilo con impureza de benzoína (derecha).

En cromatoplaque se colocó del lado izquierdo la referencia del 2,4,5-trifenilimidazol, en el centro nuestro producto y del lado izquierdo el bencilo obtenido. Se observa que se obtuvo el producto deseado y este presentaba una impureza de bencilo, ya que este no se realizó la purificación en esta última síntesis. Los valores de  $r.f = 0.24$  para el bencilo y para el imidazol  $r.f = 0.14$ .

## Conclusiones

Se obtuvo la benzoína con un rendimiento del 67.6%, el bencilo con un rendimiento del 60.6% y el 2,4,5-trifenilimidazol con un rendimiento del 59.1%. De acuerdo con las cromatografías realizadas la benzoína se obtuvo pura, sin embargo, el bencilo se obtuvo impuro a pesar de la recrystalización realizada y el 2,4,5-trifenilimidazol se obtuvo también impuro y no fue posible realizar la purificación de este.

## Referencias

2,4,5-Triphenylimidazole CAS#:484-47-9. (s. f.). [https://www.chemicalbook.com/ProductChemicalPropertiesCB2401234\\_EN.htm](https://www.chemicalbook.com/ProductChemicalPropertiesCB2401234_EN.htm)

Asociación Española de Pediatría. (2015). Itraconazol. Pediamécum. <https://www.aeped.es/comite-medicamentos/pediamecum/itraconazol>



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

Benjamin Ayodipupo, Abayomi Emmanuel. Computational Discovery of Novel Imidazole Derivatives as Inhibitors of SARS-CoV-2 Main Protease. Jun2024, Vol. 4 Issue 6, 672–695.

Luca, L. (2019). Imidazoles naturales y sintéticos: su química y sus actividades biológicas. *Química medicinal actual*, 13(1), 1–23.

Mahajan, B.S., Kawale, L.A., Nade, V.S., Vandana S., Unavane, S., Sajimon, L., y Kapadnis, P. (2024). Design, synthesis, and evaluation of anxiolytic activity of 2-(4-phenylpiperazin-1-yl)-1H-benz[d]imidazole and 2-(4-phenylpiperazin-1-methyl)-1H-benz[d]imidazole derivatives. *Future Journal of Pharmaceutical Sciences*. <https://doi.org/10.1186/s43094-024-00626-0>

Moreno-Vázquez, K., Ubbelohde-Henningsen, T., Magallón-Zazueta, L., Bonifaz. (2017). Sertaconazol en micosis superficiales. *Dermatología Revista Mexicana*.

Nocua-Báez, L.C., Uribe-Jerez, P., Tarazona-Guaranga, L., Robles, R., & Cortés, J.A. (2020). Azoles antes y ahora: una revisión. *Revista Chilena de Infectología*, 37(3), 219–230. <https://dx.doi.org/10.4067/s0716-10182020000300219>



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## **Preformulación y formulación de un ungüento con propiedades cicatrizantes utilizando distintas concentraciones de savia de una variedad de la planta *Croton lachnostachyus* Baill, de la región del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca**

Mendoza Sosa Denia Lizet\*, Guzmán Salmoran Ismael, Cipriano Damián Emiliano, Contreras Hernández Airam, Avante Morales Aaron, Reyes Guzmán Bethzaida Noemi

**Profesores:** Hernández Torres José Eduardo \*

\* Autores de correspondencia: [2213056067@alumnos.xoc.uam.mx](mailto:2213056067@alumnos.xoc.uam.mx)  
[jhernandezt@correo.xoc.uam.mx](mailto:jhernandezt@correo.xoc.uam.mx)

**Módulo:** Diseño y Obtención de Medicamentos de Calidad

### **Resumen**

El estudio se centra en una variante de *Croton lachnostachyus* Baill, localizada en la región del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca. Por las propiedades curativas de la savia, las comunidades locales han utilizado esta planta por sus propiedades curativas. El proceso de elaboración del ungüento incluye varias etapas: La fase de preformulación, la fase de formulación y finalmente, se llevan a cabo rigurosas pruebas de control de calidad, que incluyen estudios de estabilidad a largo plazo, pruebas de eficacia biológica. El extracto de la planta de interés fue provisto por habitantes del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, mientras que los materiales como los solventes (agua destilada, etanol, cloroformo, acetona), y las diferentes bases para la elaboración del o los ungüentos; así como el equipo necesario para el desarrollo de cada prueba fueron proporcionados por el laboratorio G-105 de la UAM-X. Los resultados conforme a los datos obtenidos con los ungüentos hidrofílicos presentaron rangos de pH ligeramente más elevados de lo esperado, encontrándose ligeramente alcalinos. Esto puede afectar la estabilidad y eficacia del ungüento.

**Palabras clave:** Savia, Ungüento, Preformulación

### **Introducción**

Los ungüentos, como forma farmacéutica, ofrecen ventajas significativas en el tratamiento de lesiones crónicas de la piel, tales como heridas o quemaduras, ya que proporcionan una barrera protectora y favorecen la hidratación de la zona afectada, lo que acelera el proceso de curación. Además, su formulación permite una liberación sostenida de los principios activos, garantizando una acción prolongada y eficaz. En este contexto, la formulación de un ungüento terapéutico a partir de la savia de la variante de *Croton lachnostachyus* busca desarrollar un producto no solo eficaz y estable, sino también de menor costo, lo cual facilitaría su accesibilidad y aplicación en comunidades con menos recursos, brindando una alternativa viable para el tratamiento de cicatrices y otras afecciones cutáneas que requieren una acción profunda y prolongada. El incremento en la demanda de alternativas terapéuticas basadas en productos naturales ha generado un renovado interés en la investigación de plantas endémicas con potencial farmacológico. En este contexto, una variante de *Croton lachnostachyus* Baill., conocida

como "Casapó" en el Istmo de Tehuantepec, se distingue por su uso tradicional debido a sus efectos antiinflamatorios, antimicrobianos y antioxidantes. (Vázquez y López, 2017).

## Objetivo General

Desarrollar, evaluar y comparar diferentes formulaciones de ungüento cicatrizante, utilizando distintas concentraciones de savia de una variedad de *Croton lachnostachyus* Baill, del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca.

## Objetivos particulares

- Realizar estudios de preformulación de la savia extraída de una variación de la planta *Croton lachnostachyus* Baill.
- Elaborar un ungüento con distintas concentraciones de savia extraída de la planta de interés.
- Evaluar las formulaciones realizadas a través de la NOM-073 e ICH.
- Comparar estadísticamente las formulaciones mediante un ANOVA.
- Diseñar y producir una etiqueta de producto primario y secundario para la forma farmacéutica generada, de acuerdo con los lineamientos de la NOM-072.

## Metodología



## Resultados y Discusión

### Pruebas de preformulación

Propiedades organolépticas: La **Tabla 2** muestra los datos recopilados mediante la evaluación visual del líquido farmacológicamente activo, enfocados en tres parámetros clave: color, olor y textura.

**Tabla 2:** Propiedades organolépticas de la savia de interés

Color	Olor	Textura
Verde olivo	Herbal	Ligeramente aspero

Evaluación de la solubilidad: La solubilidad del líquido en cada disolvente (**Tabla 3**) se clasificó en categorías como “soluble” -sin residuos visibles-, “parcialmente soluble” -algunos residuos visibles-, o “insoluble” -residuos significativos.

**Tabla 3:** Solubilidad de la savia en cuatro disolventes diferentes

Agua destilada	Cloroformo	Etanol	Acetona
Soluble	Insoluble	Parcialmente soluble	Parcialmente soluble

Medición del pH: Se obtuvo un pH de 5.32 en el análisis del líquido con propiedades terapéuticas (**Figura 3**).



**Figura 3:** Determinación potenciométrica del pH de la savia.

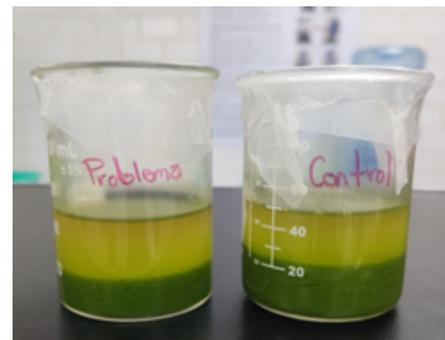
Determinación de la viscosidad: Aunque se observó que la savia poseía una fluidez visual considerable, la medición de viscosidad con las agujas de mayor tamaño no arrojó resultados con un nivel de confiabilidad aceptable (>80%). La **Tabla 4** resume los resultados de la medición utilizando la aguja S61 a distintas velocidades de revolución por minuto.

**Tabla 4:** Viscosidad de la savia medida en centipoises (Cp) a distintas revoluciones por minuto

RPM	Aguja	Cp	%
0.3	S61	0	0
20	S61	3.3	1.1
30	S61	4	2
50	S61	5.04	4.2
60	S61	4.6	4.6
100	S61	5.4	9

Densidad: La densidad de la savia se calculó mediante un análisis por triplicado, obteniendo un valor promedio de 1.006 g/mL.

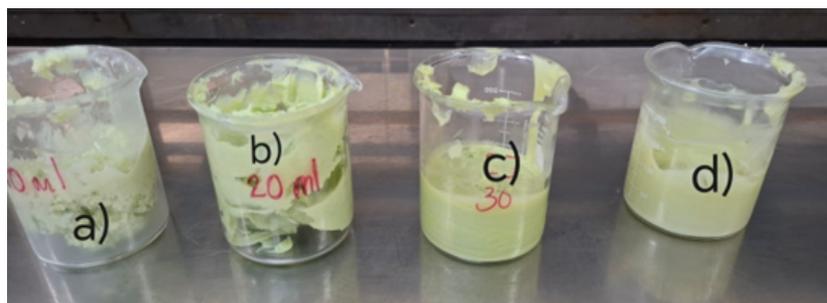
Fotosensibilidad: Los resultados obtenidos denotan la ausencia de cambios significativos en las características físicas del líquido después de haberse expuesto a luz solar directa durante 24h (muestra problema). En la **Figura 4** se observa la similitud entre una muestra problema y el control, que se mantuvo en un cuarto oscuro durante el lapso temporal antes mencionado.



**Figura 4:** Contraste físico entre la muestra problema y el control después de 24 h de la exposición a las condiciones pertinentes.

### *Desarrollo de la formulación*

La evaluación visual de las cuatro formulaciones seleccionadas reveló que la hidrosoluble con 10% de savia (FH10) tenía una consistencia inadecuada. En contraste, las formulaciones hidrosolubles con 20% (FH20) y 30% (FH30) de savia presentaron una firmeza conveniente. Asimismo, el ungüento emulsionado modificado (FE10) exhibió una estabilidad física idónea. Las formulaciones elaboradas se muestran en la **Figura 5**.



**Figura 5:** Ungüentos con diferentes concentraciones de savia. a) FH10, b) FH20, c) FH30 y d) FE10.

pH

En la **Tabla 5** se presentan los resultados de pH para cada una de las formulaciones analizadas podemos observar los valores de pH para las formulaciones hidrofílicas (10mL, 20mL, 30mL) oscilan entre 7.31 y 7.56. Este rango es ligeramente alcalino y está por encima del pH ideal para productos tópicos, que suele ser de 4.5 a 6.5 (Allen, 2011). Un pH elevado puede afectar la compatibilidad con la piel, causando potencialmente irritación o reduciendo la eficacia de los ingredientes activos (Ansel et al., 2005).

La formulación emulsionada tiene un pH de 6.21, que está dentro del rango óptimo para productos dermatológicos. Esto es crucial para mantener la barrera cutánea y minimizar la irritación (Lachman et al., 1986).

Aunque las formulaciones hidrofílicas presentan un pH ligeramente alcalino, la formulación emulsionada se alinea mejor con el pH óptimo para aplicaciones tópicas. La optimización del pH es esencial para garantizar la seguridad y eficacia del producto.

**Tabla 5:** pH de las formulaciones de ungüento con savia de la variedad de *Croton lachnostachyus* Baill

Formulación	pH
<b>FH 10</b>	7.31
<b>FH 20</b>	7.56
<b>FH 30</b>	7.32
<b>FE</b>	6.21

### Viscosidad

Al analizar los resultados de viscosidad de la formulación hidrofílica con 30mL de savia, observamos cómo varía con diferentes velocidades del viscosímetro:

En la **Tabla 6** se observan los datos de la viscosidad inicial a bajas RPM (0.3 RPM) y es de 36,000 cP, lo que indica una alta viscosidad. A medida que la velocidad aumenta, la viscosidad disminuye significativamente, llegando a 14,340 cP a 12.0 RPM. Este comportamiento sugiere que la formulación exhibe propiedades tixotrópicas, donde la viscosidad disminuye con el aumento de la velocidad de cizallamiento (Barnes, 1997).

El comportamiento observado es típico de los fluidos pseudoplásticos, que son comunes en formulaciones cosméticas y farmacéuticas. Este tipo de comportamiento es deseable porque facilita la aplicación del producto, permitiendo que se extienda suavemente sobre la piel (Rao, 2014).

La alta viscosidad a bajas RPM asegura que el ungüento se mantenga en su lugar después de la aplicación, mientras que la reducción de la viscosidad con el frotamiento facilita su aplicación y absorción (Tadros, 2013).

La viscosidad de un ungüento se mide generalmente con un viscosímetro, y el valor óptimo dependerá del propósito del ungüento. Los productos destinados a aplicaciones específicas, como cicatrizantes o protectores,

pueden necesitar una viscosidad más alta, mientras que los ungüentos de uso cosmético o hidratante preferirán una viscosidad más baja para una mejor sensación en la piel. (Lachman, L., Lieberman, H.A. y Kanig, J.L., 1986). La formulación hidrofílica parece adecuada para su uso tópico, ya que su comportamiento pseudoplástico facilita tanto la aplicación como la estabilidad del ungüento en el sitio de aplicación.

**Tabla 6:** Viscosidad de FH30 utilizando viscosímetro con aguja S64.

RPM	cP	%
0.3	36,000	1.8
0.5	82,800	6.9
0.6	41,000	4.1
1.0	21,000	3.1
1.5	46,400	11.6
2.0	35,400	11.8
2.5	40,320	16.8
3.0	35,600	17.8
4.0	30,900	20.6
5.0	31,800	26.5
6.0	28,400	28.4
10.0	20,940	34.9
12.0	18,250	36.5
20.0	14,340	47.8
50.0	8232	68.6
60.0	6940	69.4
100.0	4962	82.7

De acuerdo con los datos presentados en la **Tabla 7** Al analizar los resultados de la formulación emulsionada, observamos algunos puntos clave:

La viscosidad a 0.3 RPM es de 182,000 cP, indicando una alta viscosidad a bajas velocidades. A 1.5 RPM, la viscosidad aumenta a 276,000 cP, lo que sugiere un comportamiento no newtoniano, posiblemente debido a una estructura interna que se reorganiza con el cizallamiento (Barnes, 1997).

Los errores registrados entre 0.5 y 1.0 RPM podrían deberse a inestabilidades en el sistema de medición o a una transición en el comportamiento reológico del material. Esto podría indicar que el viscosímetro no está adecuadamente calibrado para estas condiciones o que la formulación presenta complejidades en su estructura (Mezger, 2006).

La disminución de viscosidad a 104,700 cP a 2.0 RPM puede indicar un comportamiento tixotrópico, donde la aplicación de un cizallamiento constante reduce la viscosidad con el tiempo (Rao, 2014).

la formulación emulsionada muestra un comportamiento reológico complejo pero ventajoso para aplicaciones tópicas. La identificación y corrección de errores de medición son esenciales para la caracterización precisa del producto.

**Tabla 7:** Viscosidad de FE10 evaluada con aguja S64 en viscosímetro

RPM	cP	%
0.3	182,000	9.1
0.5	ERROR	ERROR
0.6	ERROR	ERROR
1.0	ERROR	ERROR
1.5	276,000	69.0
2.0	104,700	34.1
2.5	237,800	99.1

### *Extensibilidad*

Al analizar los resultados de extensibilidad de las formulaciones reportados en la **Tabla 8**, se observa cómo varían en función del peso aplicado:

La extensibilidad de las formulaciones hidrofílicas aumenta ligeramente con el incremento del peso. Por ejemplo, la formulación de 10mL pasa de 1cm sin peso a 1.3cm con 100g. Este comportamiento es consistente con lo que describen Mezger (2006) y Steffe (1996), quienes afirman que la aplicación de fuerza externa puede mejorar la extensibilidad de formulaciones semisólidas.

La formulación emulsionada muestra una mayor extensibilidad en comparación con las hidrofílicas. Sin peso, alcanza 1.6cm, y con 100g, se extiende a 2.5cm. Esto sugiere que la estructura de la emulsión facilita su extensión, lo cual es consistente con las observaciones de Tadros (2013) sobre la reología de las emulsiones.

En resumen, la formulación emulsionada demuestra una mayor extensibilidad, lo que sugiere una mejor funcionalidad en aplicaciones tópicas. La optimización de las formulaciones hidrofílicas podría centrarse en mejorar su extensibilidad para garantizar una aplicación efectiva y cómoda.

**Tabla 8:** Extensibilidad de las formulaciones bajo diferentes pesos, por duplicado

Formulación	Sin peso	Peso 50g	Peso 100g
FH10	1cm	1cm	1.3cm
FH 10	1cm	1.2cm	1.5cm
FH 20	1.1cm	1.4cm	1.6cm
FH20	1.4cm	1.7cm	2.1cm
FH30	1.4cm	1.7cm	1.8cm
FH30	1.0cm	1.3cm	1.6cm
FE	1,1cm	1.9cm	2.5cm
FE	1,6cm	2.2cm	2.5cm

Al analizar los resultados de densidad de las formulaciones presentados en la **Tabla 9** se observan las siguientes tendencias:

La densidad disminuye con el aumento del volumen de savia. La formulación de 10mL presenta la mayor densidad (1.2875), mientras que la de 30mL tiene la menor densidad dentro de su grupo (1.0655). Esta tendencia puede indicar que una mayor concentración de savia reduce la densidad total de la formulación, posiblemente debido a cambios en la composición y estructura interna (Lachman et al., 1986).

La formulación emulsionada tiene una densidad de 0.95215, que es significativamente menor que las formulaciones hidrofílicas. Esto sugiere una composición diferente, potencialmente con más fase oleosa o aire incorporado, lo que podría influir en la textura y aplicación del producto (Rowe et al., 2009).

La densidad de un ungüento influye significativamente en su aplicación y percepción por parte del usuario. Ungüentos con mayor densidad suelen ser más oclusivos, proporcionando una barrera protectora más efectiva, lo cual es ideal para condiciones que requieren hidratación profunda y protección prolongada (Allen et al., 2011). Por otro lado, ungüentos con menor densidad son más ligeros y se absorben más rápidamente, siendo adecuados para aplicaciones que requieren una sensación no grasa y de rápida absorción (Vázquez y López, 2017).

Para el tratamiento de cicatrices, un ungüento con mayor densidad, como los hidrosolubles, es ideal debido a su capacidad para proporcionar una barrera protectora efectiva y mantener la hidratación necesaria para una cicatrización adecuada.

**Tabla 9:** Densidad de las formulaciones de ungüento con distintas concentraciones de savia.

Formulación	Densidad
FH 10	1.2875
FH 20	1.1649
FH 30	1.0655
FE	0.93215

Al analizar los resultados de las pruebas organolépticas de las formulaciones (**Tabla 10**), se observan varias características distintivas que pueden influir en la aceptación del producto por parte del usuario:

#### **Formulación hidrofílica 10 mL:**

**Olor:** La formulación es inodora, lo cual puede ser positivo para usuarios que prefieren productos sin fragancia.

**Color:** Presenta un color verde lima, que podría ser visualmente atractivo, pero también debe considerarse si es adecuado para su aplicación prevista.

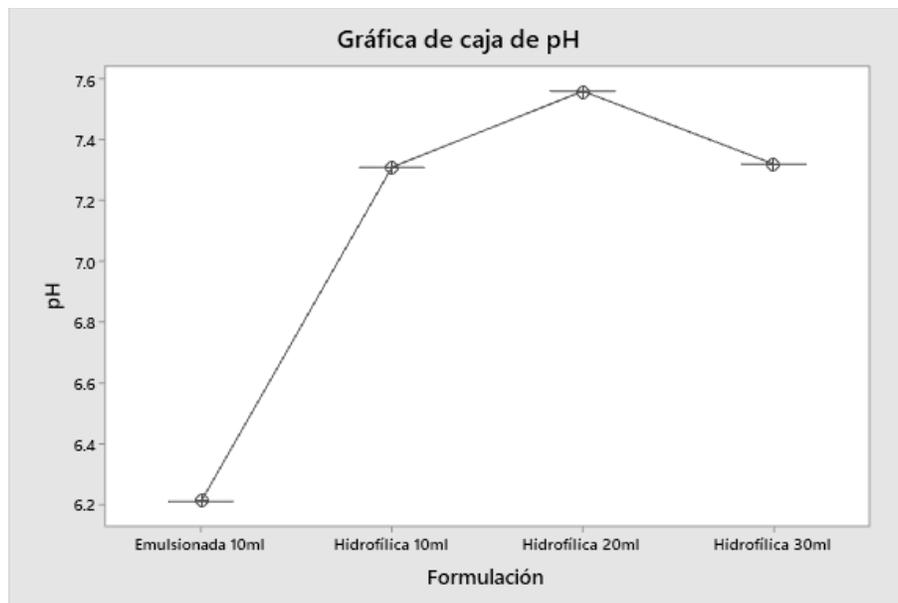
Textura: La textura es granulada, lo que podría afectar la experiencia sensorial durante la aplicación. Una textura más suave suele preferirse para productos tópicos (Lachman et al., 1986).

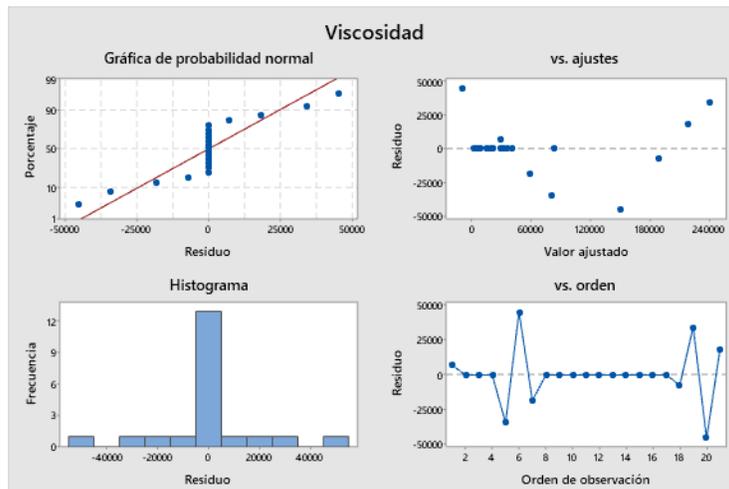
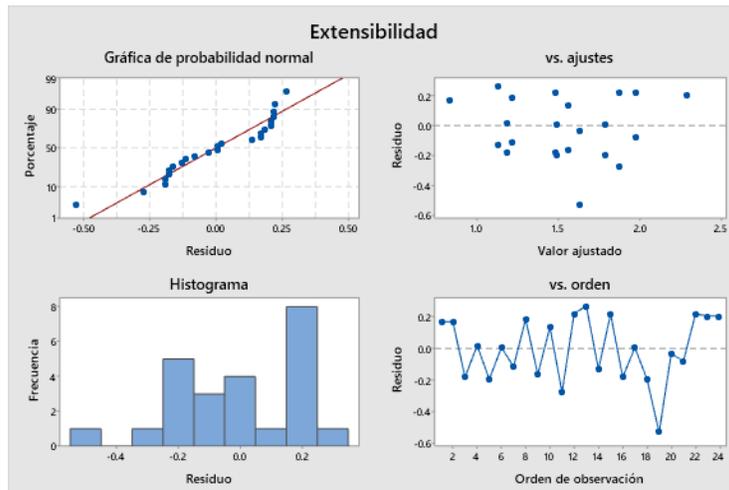
- **Formulación Hidrofílica 20mL y 30mL:** Aunque los detalles específicos de estas formulaciones no se muestran completamente, es importante considerar cómo cambios en el volumen y composición pueden afectar las características organolépticas como la textura y el color (Lieberman et al., 1998).
- **Formulación Emulsionada:** Esta formulación suele tener una textura más uniforme y suave, lo que es ventajoso para una aplicación más cómoda y agradable (Rowe et al., 2009).

**Tabla 10:** Evaluación organoléptica de las formulaciones elaboradas

Formulación	Olor	Color	Textura
FH10	Insípido	Verde lima	Granulada
FH20	Herbal	Verde pistache	Liso
FH 30	Herbal suave	Verde seco	Liso
FE	Insípida	Verde limón	Liso

### Pruebas de análisis estadísticos (ANOVA)





Conforme a los datos obtenidos, los ungüentos hidrofílicos presentaron rangos de pH ligeramente más elevados de lo esperado, encontrándose ligeramente alcalinos. Esto puede afectar la estabilidad y eficacia del ungüento, ya que un pH inadecuado puede alterar la integridad de los ingredientes activos y la compatibilidad con la piel. Una solución para esto sería un reajuste utilizando agentes acidificantes suaves como el ácido cítrico o el ácido láctico, que son conocidos por su capacidad para ajustar el pH sin causar irritación. Sin embargo, por limitaciones de tiempo, no se pudo realizar este ajuste.

La densidad es otro factor crucial a considerar, ya que influye directamente en las propiedades físicas del ungüento y su comportamiento durante la aplicación. En los ungüentos hidrofílicos, una mayor fase acuosa tiende a reducir la densidad, lo que facilita su absorción en la piel. Esto se observó en las formulaciones FH20 y FH30, que contenían un mayor contenido de savia en fase líquida, resultando en una densidad ligeramente menor comparada con la FH10. La densidad adecuada es esencial para asegurar una aplicación uniforme y efectiva del



## 2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

ungüento. El rango estimado para una correcta formulación de ungüento hidrofílico es de 0.9 a 1.2, y la FH10 se encuentra ligeramente por encima de este rango, lo que podría afectar su desempeño.

En cuanto a la extensibilidad, la FH10 no cumplía con los parámetros esperados, siendo difícil de esparcir. Esto es un problema significativo, ya que un ungüento que no se extiende bien puede resultar en una aplicación ineficaz y una experiencia de usuario negativa. No se notaron cambios significativos en la extensibilidad de la FH10 ni en su duplicado. A partir de la formulación FH20, se observaron mejoras en la extensibilidad al aumentar el peso agregado, lo que indica que la formulación se vuelve más manejable y fácil de aplicar. La formulación FE demostró un gran desplazamiento debido a su consistencia más cremosa, lo que facilita su aplicación y mejora la experiencia del usuario. Por lo tanto, la FH10 no cumple con los requerimientos necesarios de un ungüento, ya que no se aplica fácilmente y deja residuos en la piel, requiriendo una mayor cantidad para cubrir el área afectada. La FE mostró la mayor extensibilidad, pero al ser la única formulación emulsionada, debe cumplir con otros criterios adicionales para asegurar su eficacia y estabilidad.

## Conclusiones

## Referencias

- Allen, L.V. (2021). *Ansel's Pharmaceutical Dosage Forms and Drug Delivery Systems* (12<sup>a</sup> ed.). Lippincott Williams & Wilkins. Publicado el 15 de noviembre de 2021, es una versión actualizada de esta referencia clásica en farmacología, incluyendo nuevos estudios de casos y prácticas actuales sobre diseño y producción de formas farmacéuticas. (Wolters Kluwer Official Store).
- Montgomery, D.C. (2019). *Design and Analysis of Experiments* (10th ed.). John Wiley & Sons. Esta edición más reciente actualiza los principios y metodologías para el diseño y análisis de experimentos, esenciales para el desarrollo y validación de productos farmacéuticos.
- Fernández, R., & Cruz, J. (2020). Estabilidad fisicoquímica de productos semisólidos: un enfoque práctico. *Revista Farmacéutica*, 15(3), 67–78.
- Santos, L., & Morales, N. (2021). Desafíos en la formulación de principios activos poco solubles. *Pharma Research Journal*, 18(1), 65–72.
- Görner, H. (2020). *Photochemical Reactions of Organic Compounds*. Esta referencia reciente es útil para comprender las reacciones fotoquímicas de compuestos orgánicos, que son críticas para el desarrollo de medicamentos fotosensibles.
- García, M., Sánchez, J., & Velasco, E. (2019). Composición química y propiedades biológicas de especies del género *Croton*. *Investigación y Desarrollo en Ciencias Naturales*, 17(1), 23–35.
- Vázquez-Blanco, S., González-Freire, L., Dávila-Pousa, M. C., & Crespo-Diz, C. (2018). pH determination as a quality standard for the elaboration of oral liquid compounding formula. *Farmacia Hospitalaria*, 42(6), 221–227.



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## Síntesis de diosmina a partir de hesperidina extraída de la cáscara de *Citrus × sinensis*

Galán Mendoza Natasha Dennis, Marbán Suárez Javier Tlaolli, Osorio Nájera Cristian Leonardo, Pérez Águila Oscar Omar, Reyes Martínez Octavio

**Profesores:** Manzo Durán Rubiceli\*, Zavala Sánchez Miguel Ángel

\* Autores de correspondencia: [2213055944@alumnos.xoc.uam.mx](mailto:2213055944@alumnos.xoc.uam.mx)  
[rmanzo@correo.xoc.uam.mx](mailto:rmanzo@correo.xoc.uam.mx)

**Módulo:** Obtención de Compuestos Orgánicos de Interés Farmacéutico

### Resumen

La hesperidina es un glucósido flavanónico que se encuentra en las frutas cítricas. Es considerado también un bioflavonoide que se encuentra en una variedad de suplementos nutricionales y que se promociona por tener diversos efectos benéficos sobre los trastornos de los vasos sanguíneos y varias otras afecciones. El propósito de esta investigación es sintetizar y analizar la efectividad en la síntesis de Diosmina mediante la extracción de Hesperidina a partir de cáscara de naranja. Se utilizó una técnica de extracción de flavonoides ya reportados en la literatura y fue adaptado a los reactivos menos volátiles y más accesibles para manejar en el laboratorio para su análisis comparativo.

**Palabras clave:** Hesperidina, Diosmina, Síntesis

### Introducción

Este trabajo de investigación se centró en la síntesis de diosmina a partir de hesperidina previamente obtenida de la cáscara de *Citrus × sinensis*, la cual es considerada un desecho en la industria alimentaria, sin embargo, es rica en compuestos bioactivos como la hesperidina, que tiene propiedades beneficiosas para la salud, incluyendo efectos antioxidantes y antiinflamatorios (Gonzales y Rodríguez, 2011).

La síntesis de diosmina a partir de hesperidina se ha investigado debido a la creciente demanda de productos naturales que puedan contribuir a la salud vascular. Este proceso generalmente involucra la desmetilación de la hesperidina, lo que permite la conversión de este compuesto en diosmina, aumentando su bioactividad y eficacia. La investigación sobre este método de síntesis no solo destaca la importancia de los cítricos como fuente de compuestos bioactivos, sino que también subraya el potencial de la diosmina como suplemento terapéutico en el manejo de trastornos circulatorios. Se aborda la necesidad de aprovechar de manera efectiva los subproductos agrícolas, contribuyendo a la producción de ingredientes naturales para la industria farmacéutica y alimentaria. En el cual se desarrolló un método para extraer la hesperidina a través de la cáscara de *Citrus × sinensis* y se estudiarán los procesos de síntesis y purificación de diosmina (Gonzales y Rodríguez, 2011).

La hesperidina, que es un glucósido de flavonoides, se puede convertir en diosmina a través de la desmetilación, un proceso químico que implica la eliminación de grupos metilo. Este proceso puede llevarse a cabo utilizando

diferentes reactivos, como el ácido clorhídrico o el trifluoruro de boro, lo que permite una conversión efectiva y selectiva (Alvarez et al., 2022).

La extracción de hesperidina se puede llevar a cabo mediante diferentes métodos, incluyendo la extracción con solventes, la extracción por ultrasonido y la extracción con fluido supercrítico. Estas técnicas permiten obtener un rendimiento adecuado del compuesto, optimizando las condiciones de temperatura y tiempo. Sin embargo, la mayoría de los estudios se han centrado en la obtención de hesperidina, dejando de lado su conversión a diosmina, un derivado con mayor actividad biológica (Bae H. y Kim D. 2018).

Este compuesto ha demostrado ser eficaz en el tratamiento de trastornos venosos, tales como la insuficiencia venosa crónica y las hemorroides. Su acción se basa en su capacidad para mejorar la microcirculación y reducir la inflamación, lo que contribuye a aliviar síntomas como el dolor y la pesadez en las piernas. Además, la diosmina actúa como un antioxidante, protegiendo las células del daño causado por los radicales libres y, por lo tanto, puede tener un papel en la prevención de enfermedades crónicas. Por estos motivos, las personas con enfermedades venosas crónicas suelen tomar diosmina para favorecer su salud vascular y se ha demostrado que existe una mejoría en su calidad de vida (De Mello et al., 2015).

Además, el uso de hesperidina como precursor para la síntesis de diosmina subraya la importancia de los flavonoides en el desarrollo de tratamientos naturales y efectivos. Los estudios han demostrado que la diosmina tiene efectos positivos en la microcirculación y puede ayudar a aliviar síntomas como la pesadez en las piernas y la inflamación. Este enfoque de síntesis también fomenta la investigación en biotecnología, donde se busca la producción de compuestos bioactivos de manera más eficiente y ambientalmente amigable (Hernández et al., 2020).

### **Objetivo General**

Sintetizar diosmina a partir del flavonoide hesperidina obtenida previamente de la cáscara de naranja.

### **Objetivos particulares**

- Aplicar un método efectivo para extraer la hesperidina a partir de la cáscara seca de naranja.
- Comparar los métodos propuestos en la literatura que se pueden emplear para la extracción de hesperidina.
- Sintetizar diosmina procedente de hesperidina.
- Identificar el compuesto obtenido. Realizar cromatografía en capa fina y toma de punto de fusión a los compuestos obtenidos para verificar la pureza.

## Metodología



**Figura 1.** Esquema gráfico Diagrama de la metodología empleada para la extracción de hesperidina a partir de la cáscara de naranja y posterior síntesis de diosmina.

## Resultados y Discusión

Se obtuvieron 0.2 g de producto total de hesperidina, la cual tuvo un punto de fusión de 255 °C, mientras que para la diosmina obtuvimos un total de producto de 0.2 g la cual presentó punto de fusión de 260 °C.

### *Extracción de hesperidina a partir de la cáscara seca de naranja*

El trabajo experimental comenzó con el secado de las cáscaras de naranja bajo el sol durante 7 días; este proceso depende mucho del clima de la región, en nuestro caso fue difícil lograr un secado eficiente ya que se realizó en la época de verano en la que hay mucha humedad en el ambiente, pero igualmente se logró un secado eficiente.



**Figura 2.** a) Cáscaras de naranja día 1; b) Cáscaras de naranja día 7

Ya obtenido el material orgánico completamente seco se puede triturar de una forma más fácil para llevar a macerar en metanol por 24 horas para aislar los compuestos de interés (Flavonoides) y también se logró eliminar los compuestos lipídicos de la naranja



**Figura 3.** Maceración en Metanol



Usando el producto de la maceración se realizaron 3 extracciones con acetato de etilo para poder extraer de manera efectiva todos los flavonoides de interés.

**Figura 4.** Extracción líquido-líquido de acetato de etilo con el producto de la maceración.

La fase orgánica de esta extracción se llevó al rotavapor por 1 h para inducir la precipitación de la hesperidina y recuperar el acetato de etilo en el que se extrajo. Posteriormente ya obtenido el precipitado lo filtramos a vacío y dejamos secar el producto durante 24 h para un secado eficiente y poder pesar el producto y hacer pruebas de identificación y seguir con la síntesis de diosmina a partir de nuestro producto.



**Figura 5.** a) Producto de la precipitación en rotavapo; b) Producto ya seco y pesado

Se obtuvo un total de 0.2 g de producto y se utilizó una pequeña cantidad para tomar punto de fusión y poder identificar si el producto es hesperidina; como resultado obtuvimos los siguientes valores.

**Tabla 1.** Comparación de punto de fusión experimental con punto de fusión teórico de Hesperidina.

Sustancia	p.f Experimental	p.f Teórico
Hesperidina	255°C	256°C-261°C

### *Sintetizar diosmina procedente de hesperidina*

Usamos 0.2 g de hesperidina antes identificada, y se llevó a reaccionar en reflujo con 1.5 mL de anhídrido acético, 0.1 g de yodo sublimado y 0.1 g de hidróxido de sodio por un transcurso de 3 h para obtener un precipitado y filtrar a vacío.



**Figura 5.** a) Inicio de la reacción y b) Fin de la reacción

### *Identificar el compuesto obtenido*

Terminando el tiempo de reacción lo dejamos secar por 24 h y lo filtramos a vacío para recolectar el precipitado y poder hacer pruebas de identificación como lo hicimos con la diosmina, solamente que en este caso usamos la técnica de CCF (cromatografía en capa fina) para saber la polaridad de la sustancia obtenida, pero está en esta prueba no tuvimos los resultados esperados ya que la diosmina es un compuesto muy polar y tiene muy pocos disolventes orgánicos que sirvan realizar la CCF.

Aunque la CCF no dio la información requerida, procedimos a tomar punto de fusión del sólido obtenido y compararlo con el punto de fusión teórico.

**Tabla 2.** Comparación de punto de fusión experimental con punto de fusión teórico de Diosmina.

Sustancia	p.f Experimental	p.f Teórico
Diosmina	265 °C	277 °C

De acuerdo con la disponibilidad de tiempo y de las múltiples pruebas para la identificación de compuestos optamos por llevar a cabo punto de fusión y cromatografía en capa fina de las cuales solo se realizó punto de fusión por disponibilidad de tiempo el cual de acuerdo con la literatura consultada indica que el p.f de la hesperidina ronda entre 256-261 °C, por lo que logramos concluir que la pureza del producto obtenido fue muy alta ya que fue de 255 °C. Mientras que en el caso de la diosmina el punto de fusión teórico es de 274 °C y el punto de fusión experimental del producto obtenido fue de 259 °C por lo que el producto obtenido tuvo una baja pureza, se llegó a la conclusión de que el bajo rendimiento pudo haberse debido a que la muestra se contaminó de alguna manera o al tiempo que hizo falta para llevar a cabo la reacción en reflujo lo cual es más probable y a lo que adjudicamos la causa principal ya que la reacción se llevó a cabo por aproximadamente 4 horas y lo ideal era mantener la reacción en reflujo por 12 horas.

Al momento de llevar a cabo se notaron las diferencias y problemas respecto a la metodología consultada en un inicio; la más notable fue que según el artículo de “Flavonoides extraídos de la cáscara de naranja tangelo (*Citrus reticulata* x *Citrus paradisi*) y su aplicación como antioxidante natural en el aceite vegetal sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) “ cuya autora es Matilde Tenorio Domínguez indica que al momento de eliminar la clorofila y los lípidos de las cáscaras se tenía que utilizar éter de petróleo, sin embargo, debido a la alta reactividad de este compuesto y de acuerdo con su ficha de seguridad, se tuvo que sustituir este reactivo con uno de polaridad similar por lo que se eligió el acetato de etilo lo que afectó de cierta manera el que de verdad se eliminan dichos metabolitos.

Las autoras Isabel Cabello y Ninoska Callo en su artículo “Obtención de Hesperidina de la cáscara de naranja” solo se debían dejar las cáscaras macerando por 24 horas y posteriormente someter el líquido al rotavapor

De acuerdo al artículo para eliminar el metanol, nos dimos cuenta de que al saltarnos el paso de las extracciones líquido-líquido, lo que quedó después de la destilación tardó otras 24 horas en precipitarse un poco, pues no se observaron más que unos cuantos cristales.

Respecto a la síntesis de diosmina por (Nguyen, V. T. et al., 2019) (Sakhardande, et al., 2010) se llevó acorde la metodología reportada con NaOH, I<sub>2</sub> y anhídrido acético; se decidió ajustar la cantidad de reactivo para la síntesis, ya que solo se logró extraer 0.2 g de hesperidina, se logró obtener una sustancia color anaranjada, la cual



## 2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

es característica de la diosmina, sin embargo, su punto de fusión no fue el esperado para afirmar que se obtuvo diosmina, no se logró identificar de manera correcta ya que no contábamos con un estándar para comprobar con cromatografía, solo se logró obtener un punto de fusión diferente al de la hesperidina. Se propone para realizar una buena síntesis de diosmina una cantidad adecuada de hesperidina, ya que 0.2 g es muy poco para la realización de la síntesis, además contar con un estándar previo para su comparación por cromatografía y punto de fusión.

### Conclusiones

En conclusión, el proceso de obtención de hesperidina se realizó, lo cual se corroboró mediante punto de fusión, que se registró en 255 °C. Este resultado fue comparado con el rango estándar, lo que sugiere una pureza del compuesto obtenido, sino también la efectividad del método de extracción utilizado.

Además, las pruebas de cromatografía que se llevaron a cabo proporcionaron información sobre la polaridad de la hesperidina, lo que contribuye a una comprensión de sus características químicas y su comportamiento en diversas aplicaciones. En lo que respecta a la diosmina, se enfrentaron ciertas imitaciones de tiempo que impidieron completar la reacción prevista, lo que resultó en la imposibilidad de alcanzar todos los objetivos establecidos en el marco de la investigación. Sin embargo, a pesar de este contratiempo, se logró obtener una cantidad significativa del compuesto.

### Referencias

- Alvarez, A., Gómez, J., & Martínez, F. (2022). Efficient synthesis of diosmin from hesperidin: A green chemistry approach. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*.
- Centro Nacional de Información Biotecnológica (2024). Resumen de compuestos de PubChem para CID 5281613, diosmina. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Diosmin>.
- Sharma, D.K., Pattnaik, G., Behera, A., Sahu, P.K., Acharya, B., Behera, G., Hernández, J., Salgado, S., & Torres, A. (2020). Diosmin and its therapeutic potential in venous disorders: A review. *Phytotherapy Research*.
- Matilde Tenorio Domínguez. 2016. Flavonoides extraídos de la cascara de naranja tangelo (*Citrus reticulata* x *Citrus paradisi*) y su aplicación como antioxidante natural en el aceite vegetal sacha inchi (*Plukenetia volubilis*). <http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop>
- Nguyen, V.T., Huynh, K.-C., Nguyen, T.-D., & Hoang, K.-D. (2019). Oxidation of hesperidin into diosmin using ionic liquids. *Organic communications*, 12(2), 101–108. <https://doi.org/10.25135/acg.oc.57.19.04.1242>
- Samota, M.K., Kaur, M., Sharma, M., Sarita, Krishnan, V., Thakur, J., Rawat, M., Phogat, B. y Guru, P. (2023). Hesperidina de los residuos de cáscara de cítricos: extracción y sus implicaciones para la salud. *Garantía de calidad y seguridad de cultivos y alimentos*, 15 (2), 71–99. <https://doi.org/10.15586/qas.v15i2.1256>
- Sakhardande, R., Nimbalkar, M., Khatri, N., Patil, S., Bhalekar, S., Patil, R., & Firake, P. (2010). Process for the preparation of diosmin (Patent Núm. 2010092592: A2). En *World Patent* (2010092592:A2).
- Suchismeeta Behera (2022) Pharmaceutical Suspensions: A Review on another Approach for Poorly Soluble Novel Materials. *Indian Journal of Natural Sciences*. <https://tnsroindia.org.in/JOURNAL/issue72/ISSUE%2072%20FULL%20TEXT%20PART%2002.pdf>



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## Comparación entre técnicas para la síntesis de dibenzalacetona

García Espínola Cristian Gabriel, Ochoa Solano Guillermo Miguel y Pilon de la Cruz Karla Vianey

**Profesores:** Leyte Lugo Martha Adriana\*, Pérez Gutiérrez María Salud

\* Autores de correspondencia: [2223062255@alumnos.xoc.uam.mx](mailto:2223062255@alumnos.xoc.uam.mx)  
[mleyte@correo.xoc.uam.mx](mailto:mleyte@correo.xoc.uam.mx)

**Módulo:** Síntesis y Reactividad de Compuestos  
Orgánicos

### Resumen

Se sintetizó dibenzalacetona mediante una condensación aldólica catalizada por una base entre la acetona y el benzaldehído. Este proyecto se realizó para comparar dos síntesis con diferentes variaciones en el proceso para evaluar la de mayor rendimiento y conocer las variantes que afectan al rendimiento de cada síntesis. Las síntesis fueron realizadas sin el uso de un disolvente como el etanol, la primera síntesis realizada mediante el uso de mortero y la base en estado sólido, la segunda síntesis se ocupó una solución de Hidróxido de sodio al 4% (m/v). Los productos obtenidos si bien es dibenzalacetona trae consigo muchos subproductos por lo que por falta de tiempo no se pudo aislar y medir rendimiento obtenido para verificar si es factible esa síntesis.

**Palabras clave:** Síntesis, Condensación aldólica, Dibenzalacetona

### Introducción

La dibenzalacetona es un compuesto que comúnmente es utilizado en la fabricación de bloqueadores solares, ya que tiene la capacidad de absorber la radiación UV, también se utilizan en distintos estudios para probar la actividad antimicrobiana contra patógenos humanos, estudios para actividad antiparasitaria de la dibenzalacetona, Estudio para la actividad citotóxica de derivados de la dibenzalacetona (Compton y Dawn, 2023; Chauhan *et al.*, 2018; de Olivera *et al.*, 2021). Para la realización de estas investigaciones es necesaria la síntesis de dibenzalacetona en las que se ocupa etanol como disolvente (Charles R. y Morris A., 1932), realizando estas síntesis sin el uso de etanol se podría generar menos residuos cumpliendo así uno de los puntos de química verde (Bargujar y Ratnani, 2022). Se realizaron la síntesis con las dos propuestas para ver qué tan factible es la realización de esta síntesis sin la utilización de etanol o saber si es mejor continuar con las técnicas ya utilizadas para la síntesis de la dibenzalacetona.

La condensación aldólica es la reacción que ocurre entre dos moléculas pertenecientes al grupo carbonilo y es una combinación de una adición nucleofílica y de sustitución en  $\alpha$  (McMurry, 2008), la acetona junto con el benzaldehído realiza una primera condensación, se deshidrata y repite el proceso para la formación de la dibenzalacetona.

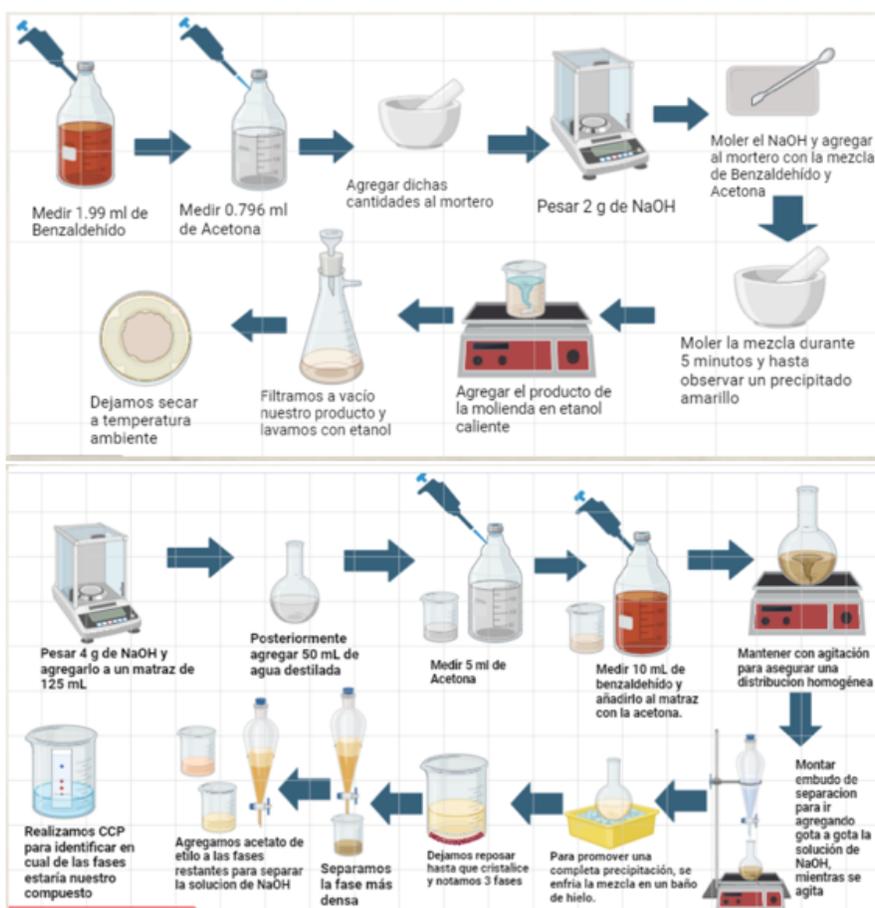
## Objetivo General

Determinar que tanto afecta las técnicas usadas al rendimiento de la síntesis de la dibenzalacetona.

## Objetivos particulares

- Sintetizar dibenzalacetona sin el uso de etanol como disolvente.
- Utilizar un método de química verde para la síntesis de dibenzalacetona.
- Comparar el rendimiento obtenido mediante las dos técnicas utilizadas.

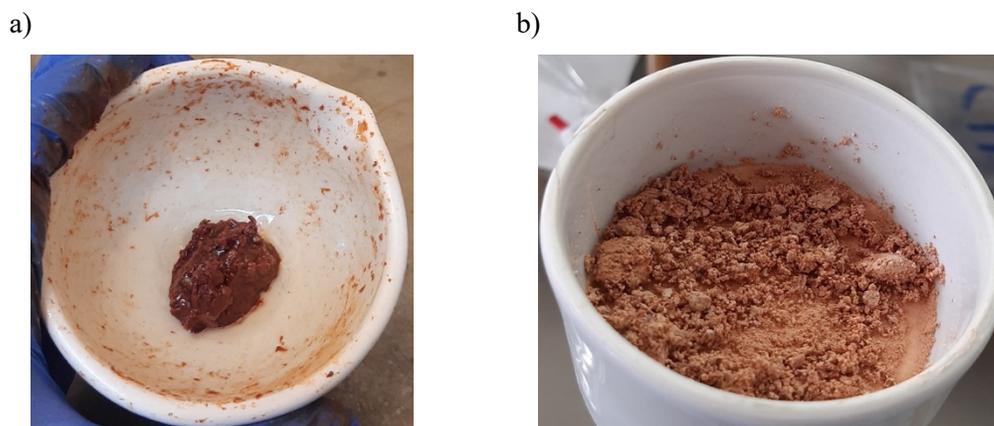
## Metodología



## Resultados y Discusión

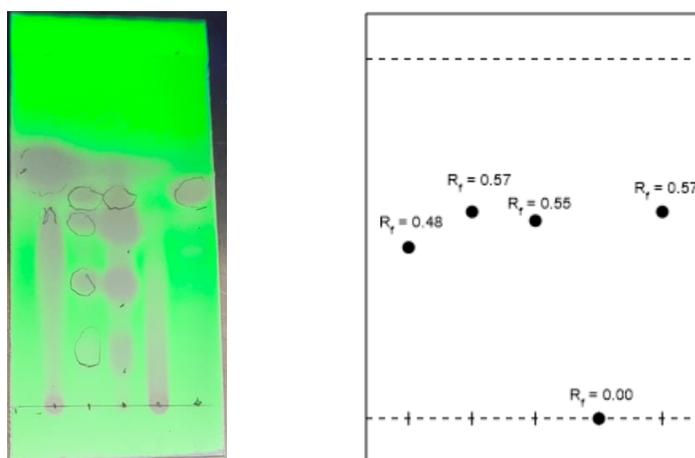
### *Productos obtenidos*

En la utilización del primer método (molienda) se formó un depósito sólido de color café (figura 1) que no se esperaba en la reacción, se recristalizó con etanol caliente y se filtró al vacío.



**Figura 1.** a) Depósito formado y b) Producto filtrado del primer método.

En el segundo método no hubo una formación de precipitado como se esperaba en la reacción por lo que no se pudo realizar una recristalización, sin embargo al separar la fase orgánica de la acuosa que contenía el Hidróxido de sodio (NaOH) se realizó una cromatografía de capa fina con los dos productos obtenidos, uno de los reactivos (benzaldehído) y una muestra de dibenzalacetona (figura 2), para poder verificar la ausencia o presencia de algún producto.



**Figura 2.** Cromatografía de los productos obtenidos.

### ***Cromatografía***

Las manchas observadas en la figura 2 siguen el orden siguiente:

Mancha 1: Reactivo utilizado para la síntesis (benzaldehído)

Mancha 2 y 3: Fase orgánica de la segunda reacción

Mancha 4: Producto obtenido de la primera reacción

Mancha 5: Muestra de dibenzalacetona

En los resultados que nos muestra la cromatografía es que en tanto la mancha 2 y 3 tienen una polaridad muy similar a nuestra muestra (Mancha 5) por lo que podría ser el mismo producto sin embargo, las dos primeras manchas tienen otras manchas a lo largo del recorrido esto sugiere la formación de subproductos no deseados en la reacción.

La mancha 4 no tiene ninguna similitud con el producto esperado ni con el reactivo utilizado por lo que es considerado otro producto no esperado en la reacción.

### **Conclusiones**

El uso de etanol en la síntesis de dibenzalacetona es tan necesaria como los reactivos para la misma, la ausencia de etanol no permite que el benzaldehído sustituya el hidrogeno dentro del carbono  $\alpha$  de la acetona, aunque sin etanol si llegamos a conseguir dibenzalacetona, también se formaron algunos subproductos más por lo que no se nos fue posible determinar nuestro rendimiento real y creemos conveniente el uso de etanol para que la reacción se lleve a cabo de una manera más limpia y con mayor pureza.

La utilización de un método de química verde aun lo creemos factible, solo que con algunas consideraciones para que se lleve a cabo:

- Al momento de agregar los 2 g de NaOH hacerlo en varias adiciones de cantidades menores hasta que se termine de adicionar los 2 g.
- Realizar la técnica en un baño maría para mantener una temperatura menor a la ambiental para que la acetona no se evapore y pueda reaccionar mejor con la base.



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## Referencias

- Bargujar, S., & Ratnani, S. (2022). An Alternative Greener Synthesis of Dibenzalacetone. *Organic Preparations and Procedures International*, 54(6), 563–565. <https://doi.org/10.1080/00304948.2022.2096383>
- Chauhan, I.S., Rao, G.S., Shankar, J., Singh Chauhan, L.K., Kapadia, G.J., & Singh, N. (2018). Chemoprevention of Leishmaniasis: In-vitro antiparasitic activity of dibenzalacetone, a synthetic curcumin analog leads to apoptotic cell death in *Leishmania donovani*. *Parasitology International*, 67(5), 627–636. <https://doi.uam.elogim.com/10.1016/j.parint.2018.06.004>
- Conard, C.R., & Dolliver, M.A. (1932). Dibenzalacetone. *Organic Syntheses*, 12, 22. <https://doi.org/10.15227/orgsyn.012.0022>
- de Oliveira, M.M., Nogueira, C.E.S., Almeida-Neto, F.W.Q., Santos, H.S., Teixeira, A.M.R., de Lima-Neto, P., Marinho, E.S., de Moraes, M.O., Pessoa, C., & Barros-Nepomuceno, F.W.A. (2021). Full spectroscopic characterization and cytotoxicity activity of synthetic dibenzalacetone derivatives. *Journal of Molecular Structure*, 1231, 129670. <https://doi.uam.elogim.com/10.1016/j.molstruc.2020.129670>
- Jagessar, R.C., & Barthod, C.D. (2023). Antimicrobial activity of Dibenzalacetone (C<sub>17</sub>H<sub>14</sub>O). *World Journal of Advanced Pharmaceutical and Medical Research*, 4(1), 20–29. <https://doi.org/10.53346/wjapmr.2023.4.1.0012>
- McMurry, J. (2008). *Química orgánica* (7ª ed.). Cengage Learning Editores



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## Obtención de dibenzalacetona

Méndez Salado Mayte, Olmos Gómez Isabel, Hernández Arce Hanny, Olivares Tletlepatzin Mia Fernanda

**Profesores:** Leyte Lugo Martha Adriana\*, Pérez Gutiérrez María Salud

\* Autores de correspondencia: [2232032907@alumnos.xoc.uam.mx](mailto:2232032907@alumnos.xoc.uam.mx)  
[mleyte@correo.xoc.uam.mx](mailto:mleyte@correo.xoc.uam.mx)

**Módulo:** Síntesis y Reactividad de Compuestos  
Orgánicos

### Resumen

El proyecto de investigación se centra en la obtención y síntesis de dibenzalacetona, un compuesto orgánico ampliamente utilizado en la industria farmacéutica, cosmética y como precursor en reacciones de síntesis orgánica. Se lleva a cabo mediante una reacción de condensación aldólica cruzada entre benzaldehído y acetona en medio básico. El enfoque principal del estudio es la optimización de las condiciones de reacción, como la temperatura, el tiempo de reacción y la concentración de base, con el fin de maximizar el rendimiento. Además, se busca comprender los mecanismos de formación y mejorar la eficiencia del proceso. Mínimo deben ser 100 palabras y máximo 150, ustedes tienen 96.

**Palabras clave:** Condensación aldólica, Síntesis, Reacción de Claisen-Schmidt

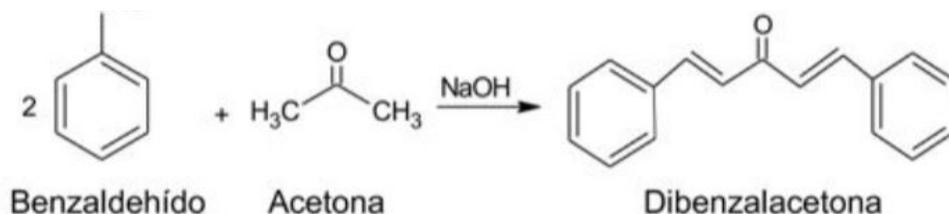
### Introducción

Este trabajo de investigación se enfoca en la obtención y síntesis de dibenzalacetona, un compuesto orgánico de gran relevancia en varias industrias, particularmente en la farmacéutica y cosmética, donde se utiliza como intermediario en la producción de medicamentos y como agente protector contra la radiación ultravioleta (UV). Además, la dibenzalacetona se emplea como reactivo en diversas reacciones orgánicas, lo que subraya su importancia como precursor en la síntesis química (Yurkanis, 2008).

Tradicionalmente, la síntesis de dibenzalacetona se lleva a cabo mediante una reacción de condensación aldólica cruzada entre benzaldehído y acetona, utilizando un catalizador básico. Este proceso resulta en la unión de dos moléculas de benzaldehído y una de acetona. Sin embargo, a pesar de la aparente simplicidad del procedimiento, diversos factores como la temperatura, el tiempo de reacción y la cantidad y tipo de catalizador básico pueden afectar significativamente tanto la eficiencia del proceso como la pureza del producto final (Seyhan, 2003).

Investigaciones anteriores han explorado la síntesis de dibenzalacetona, pero muchos de estos estudios han enfrentado dificultades en alcanzar altos rendimientos y han generado subproductos no deseados. Estas limitaciones destacan la necesidad de un enfoque más sistemático para optimizar las condiciones de reacción y mejorar la eficiencia del proceso (Martínez Trejo, Ignacio. Condensaciones, 2001). En este sentido, el presente proyecto tiene como objetivo estudiar y optimizar los factores que influyen en la síntesis de dibenzalacetona, buscando maximizar los rendimientos y obtener un producto de alta pureza. A través de un enfoque experimental

detallado, se examinarán variables como la concentración de la base, la temperatura de reacción y el tiempo necesario para determinar las mejores condiciones de síntesis (Wade, 2013).



**Esquema 1.** Síntesis para la obtención de dibenzalacetona. Guía de laboratorio de Química Orgánica: *Prácticas para docencia para el programa de Ingeniería Química* (2013).

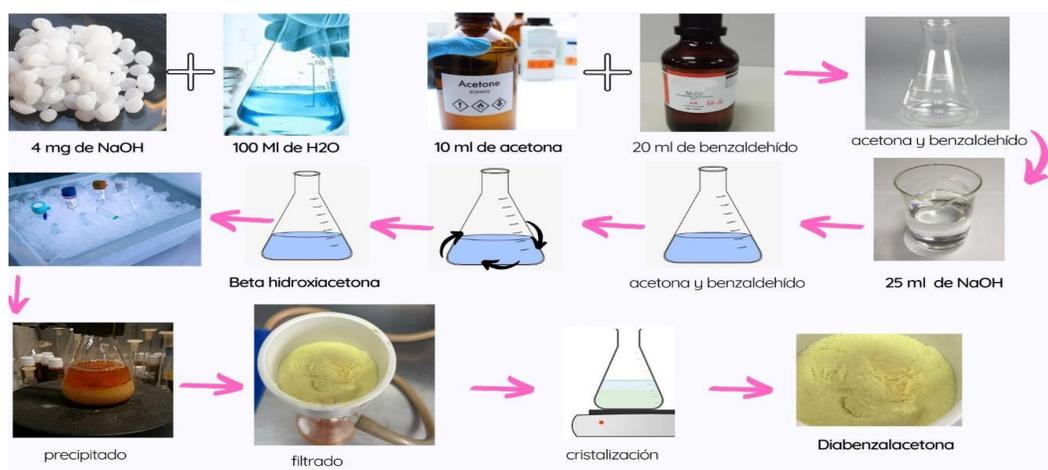
### Objetivo General

Sintetizar dibenzalacetona por una reacción de condensación aldólica entre el benzaldehído y la acetona y por la reacción de Claisen-Schmidt.

### Objetivos particulares

- Sintetizar dibenzalacetona mediante una reacción de condensación aldólica entre benzaldehído y acetona.
- Caracterizar el producto final mediante el punto de fusión para confirmar la dibenzalacetona.
- Confirmar la efectividad de la reacción de condensación aldólica cruzada.

### Metodología



**Diagrama 1:** Metodología para obtener dibenzalacetona por una condensación aldólica cruzada.

## Resultados y Discusión

Se disolvieron 4 g de hidróxido de sodio (NaOH) en 100 ml de agua destilada y se dejó enfriar la solución en un baño de hielo durante 15 minutos para impedir el aumento de temperatura.

Se mezclaron 20 ml de benzaldehído y 10 ml de acetona y posteriormente se añadieron gota a gota a 25 ml de la solución fría de NaOH para permitir la reacción de condensación aldólica. Al pasar los minutos la solución cambió a color amarillo. El NaOH desprotonó uno de los hidrógenos  $\alpha$  de la acetona, formando el enolato. Este enolato es un nucleófilo que atacará al carbono carbonílico del benzaldehído (el electrófilo).

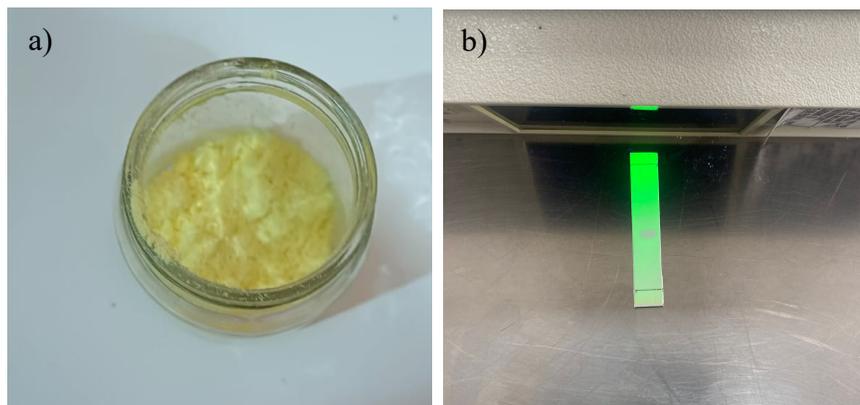
Posteriormente se agregó ácido sulfúrico como catalizador para facilitar, y estabilizar la reacción de condensación aldólica entre la acetona y el benzaldehído. El ácido ayuda a generar un medio adecuado para que ocurra la deshidratación posterior a la formación del alcohol aldólico, formando el doble enlace. A medida que la reacción procede, el producto formado, una  $\alpha,\beta$ -insaturada cetona, comienza a precipitar debido a su baja solubilidad en agua.

Nuestro producto se dejó al aire para que los restos de solución se evaporaran (1 semana), posteriormente se tomó el punto de fusión, debido a que el producto no fue lo esperado y se agregaron 20 ml de etanol y se dejó calentar por 30 minutos posteriormente se dejó enfriar en un baño de hielo donde se observó una separación.

Filtramos en un embudo Buchner y como producto final obtuvimos la dibenzalacetona en forma de cristales amarillentos y al tomar su punto de fusión si fue acorde a la dibenzalacetona pura.

Usamos dos métodos diferentes que nos permitieron comparar y encontrar el mejor rendimiento para la síntesis de dibenzalacetona. En el primer método se ocupó benzaldehído, acetona, hidróxido de sodio disuelto en agua, etanol y ácido sulfúrico como catalizador; se obtuvieron 4.93 g lo que equivale al 15.51% del rendimiento real, respecto a los 31.78 g (100% del rendimiento teórico). En el segundo método se ocuparon los mismos reactivos a excepción del ácido sulfúrico y el etanol, y aunque se presentaron dos fases (ambas líquidas con densidades diferentes), no se pudo obtener el producto esperado.

La dibenzalacetona es soluble en etanol en caliente e insoluble en frío lo que permite obtener la formación de los cristales de dibenzalacetona, esto nos llevó a la conclusión de que la falta de etanol en la segunda reacción limitó el contacto entre el benzaldehído y la acetona reduciendo la probabilidad de su reacción.



**Figura 1** a) Producto del método 1; b) Placa fina del método 1

**Tabla 1.** Datos de Rendimiento que involucra la reacción entre benzaldehído y acetona.

<b>Benzaldehído</b>	<b>Acetona</b>	<b>Dibenzalacetona</b>
<b>Vol: 20 ML</b>	Vol: 10 mL	M: 4.93 g
<b><math>\rho</math>: 1.044 g/ML</b>	$\rho$ : 0.79 g/mL	Rendimiento teórico: 31.78
<b>M: 1.044 g</b>	M: 7.9 g	Rendimiento real: 15.51%
<b>PM: 106.2 g/mol</b>	PM: 56.4 g/mol	PM: 234.29 g/ mol
	Mol: 0.140 moles	Mol: 0.140 moles

## Conclusiones

Llegamos a la conclusión de que la primer práctica si se obtuvo el producto que buscamos (dibenzalacetona) a diferencia de la segunda esto se debe a la presencia de etanol en la reacción, a pesar de que si se obtuvo la dibenzalacetona al comparar el rendimiento teórico y real pudimos observar que solo obtuvo un rendimiento del 15.51%.

## Referencias

- McMurry, J. (2016). *Química orgánica* (9th ed.). Cengage Learning.
- Seyhan, E. (2003). *Química orgánica: Estructura y reactividad* (p. 853). Reverté.
- Wade, L. G., Jr. (2013). *Organic chemistry* (pp. 1065-1068). Pearson.
- Yurkanis, P. B. (2008). *Química orgánica* (pp. 654-658). Pearson



Unidad Xochimilco



DEPARTAMENTO DE SISTEMAS BIOLÓGICOS



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## Calidad de la materia ácido acetilsalicílico: estudio comparativo entre productos de farmacia y mercado informal

M Barriga Garcia Ariadna Berenice\*, Morales Juárez Tonancy, Orihuela Ventolero Galilea Mishell, Romano Resendiz Estrella, Zarate Villa Osiris Wendolyn

**Profesores:** López Naranjo Francisco\*

\* Autores de correspondencia: [2213057484@alumnos.xoc.uam.mx](mailto:2213057484@alumnos.xoc.uam.mx)  
[flopez@correo.xoc.uam.mx](mailto:flopez@correo.xoc.uam.mx)

**Módulo:** Evaluación de Materias Primas para la Producción de Medicamentos

### Resumen

El estudio evaluó la calidad y pureza del ácido acetilsalicílico como materia prima. Se realizaron pruebas organolépticas, de solubilidad, punto de fusión, valoración y residuos de ignición, confirmando su pureza. Posteriormente, se compararon comprimidos de ácido acetilsalicílico de farmacias con los del mercado informal con espectrofotometría, tomando como referencia la materia prima pura. Los comprimidos del mercado informal presentaron menor concentración del principio activo, posiblemente debido a inadecuadas condiciones de almacenamiento y transporte, lo que evidenció una diferencia significativa en concentración de principio activo y calidad del fármaco.

**Palabras clave:** Ácido acetilsalicílico, Espectrofotometría, Titulación.

### Introducción

La regulación de medicamentos es esencial para garantizar su calidad, seguridad y eficacia. En México, la COFEPRIS y la Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos (FEUM) establecen los estándares para asegurar que fármacos como el ácido acetilsalicílico (AAS), ampliamente usado por sus propiedades analgésicas y antiinflamatorias, cumplan con criterios de calidad (Rodríguez et al., 2019; WHO, 2020). Sin embargo, el mercado informal de medicamentos plantea riesgos al evadir estos controles. A nivel mundial, se reportan hasta 700 mil muertes anuales por uso de medicamentos falsificados o de baja calidad (Cruz Martínez, 2024). En México, este problema está latente y se agrava por diversos factores como los elevados costos de los medicamentos innovadores, la demanda de productos más accesibles, la corrupción en algunas instituciones que facilita su distribución, la ineficacia del sistema de salud pública, y la falta de educación sanitaria en los consumidores respecto a los riesgos de adquirir medicamentos en canales no regulados (Gnecco & Durán, s.f.). Este estudio tiene como objetivo evaluar la pureza del ácido acetilsalicílico utilizado como materia prima y realizar una comparación entre comprimidos obtenidos en farmacias y aquellos adquiridos en el mercado informal. Se analizarán las concentraciones del principio activo en cada muestra, así como los riesgos asociados a la calidad de los productos. Además, se discutirán las posibles implicaciones para la salud derivadas del

consumo de comprimidos que no cumplen con los estándares de calidad adecuados. Esta investigación busca proporcionar una base sólida para entender mejor las diferencias en la calidad de los productos farmacéuticos según su origen, así como sus posibles efectos adversos en los consumidores.

### **Objetivo General**

Determinar la pureza del ácido acetilsalicílico mediante técnicas analíticas oficiales para garantizar su seguridad y efectividad, y usarlo como referencia al comparar la calidad de comprimidos obtenidos en farmacias y en el mercado informal.

### **Objetivos particulares**

- Reconocer la importancia y necesidad de evaluar la calidad del ácido acetilsalicílico como materia prima, de acuerdo con las regulaciones y normas oficiales, como requisito fundamental para contar con un medicamento seguro, confiable y eficaz.
- Conocer, analizar y aplicar los fundamentos de los métodos y de las técnicas analíticas que permiten el análisis de las características físicas, químicas y fisicoquímicas de la materia prima: Ácido acetilsalicílico. De acuerdo con las especificaciones de la FEUM.
- Evaluar y comparar la calidad del ácido acetilsalicílico adquirido en farmacias y en el mercado informal, con el propósito de determinar si la procedencia de estos productos genera diferencias significativas en la concentración del principio activo y, en consecuencia, en su eficacia farmacéutica.

## Metodología

### Punto de fusión

En un cubreobjetos circular limpio y seco, colocar una pequeña cantidad de muestra sólida (Ácido acetilsalicílico), y protegerla con otro cubreobjetos.



Colocar en la placa metálica del aparato Fisher Johns los cubreobjetos con la muestra, verificando que se encuentre frío antes de la determinación.



Observar a través de la lupa los cambios en la muestra y registrar la temperatura (o el intervalo de temperaturas) del termómetro a la cual el sólido funde (cuando el sólido se encuentre completamente líquido).



Encender el equipo y regular la velocidad de calentamiento.

### Residuos de ignición

Se pesó 1g de Ácido acetilsalicílico



La muestra previamente pesada se transfirió a un crisol llevado previamente a peso constante.



Se calentó con un mechero, hasta que la muestra se calcino totalmente, evitando proyecciones y enfriar.



Enfriar en un desecador, pesar y calcular el porcentaje del residuo.



Calentar hasta que no se desprendan más vapores blancos y someter a ignición.



Humedecer el residuo con 1 mL de ácido sulfúrico.

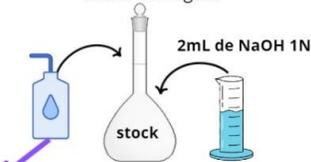


### Preparación de referencia

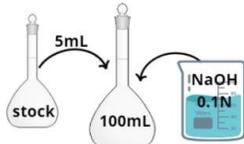
Se pesaron 10.3mg de ácido acetilsalicílico



En un matraz volumétrico de 10mL se transfirió la muestra, agregando 2mL de una solución de NaOH 1N, aforar con agua.

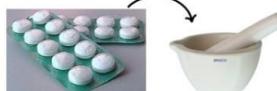


Se transfirieron 5mL del stock a un matraz volumétrico de 100mL, aforando con la solución de NaOH 0.1N

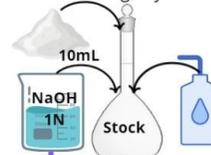


### Preparación de la muestra

Se pesaron 5 tabletas de ácido acetilsalicílico y se trituraron hasta polvo fino.



La muestra pesada se transfirió a un matraz volumétrico de 50mL agregando 10 mL de NaOH 1N, aforando con agua y se filtro.



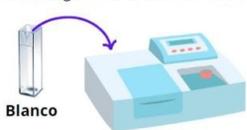
Este procedimiento de realizo con las dos muestras (Tabletas de Farmacia y del mercado informal).

Se transfirieron 5mL del filtrado a un matraz volumétrico de 100mL, aforando con un solución de NaOH 1N

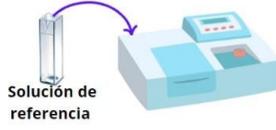


### Lectura en el espectro

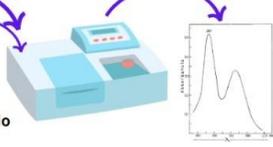
Se inicio la lectura con el blanco (NaOH 0.1N) a una longitud de onda de 298nm.



Enseguida se leyó la solución de referencia.



Posterior mente se realizo la lectura de las 2 muestras de las tabletas y se realizo la curva.



### Valoración

Se pesaron 300 mg de ácido acetilsalicílico esto, por triplicado 3 diferentes muestras.



Se depositaron en matraces Erlenmeyer de 250 mL, posteriormente agregar 50 mL de solución volumétrica de hidróxido de sodio 0.1 M



Se tituló con una solución volumétrica de ácido clorhídrico 0.1 M.



La solución se calentó durante 10min, se agregaron 2 gotas de indicador (fenolftaleína).



## Resultados y Discusión

### *Evaluación de la materia prima ácido acetilsalicílico.*

La evaluación de la materia prima ácido acetilsalicílico garantiza la calidad y variabilidad de los insumos utilizados en la producción. Mediante la evaluación sistemática de la materia prima de acuerdo con las especificaciones establecidas en la Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos (FEUM).

### *Punto de fusión.*

La materia prima de ácido acetilsalicílico fue analizada con el aparato Fisher Johns, mostrando un punto de fusión entre 135 °C y 137 °C, confirmando que cumple con el punto de fusión teórico esperado.

### *Residuos de ignición.*

El análisis de la muestra reveló un 2.6% de residuos en el ácido acetilsalicílico, superando el límite máximo de 0.1% establecido por la FEUM. Esto indica una presencia significativa de impurezas inorgánicas, lo que demuestra que la materia prima no es lo suficientemente pura para la producción de productos farmacéuticos.

### *Pruebas organolépticas de la materia prima ácido acetilsalicílico.*

A través de las pruebas organolépticas se logró comprender las características básicas de la materia prima ácido acetil salicílico. Se evaluó su calidad en función de su apariencia, sabor y olor.

### *Valoración de la materia prima ácido acetilsalicílico.*

La estandarización de NaOH y HCl permitió titular con precisión el ácido acetilsalicílico (AAS) y el ácido acético. Se descubrió que la concentración real de NaOH era casi la mitad de la esperada, lo que explica por qué se usó menos volumen en la titulación de la aspirina. La titulación inversa del AAS mostró un cambio de rosa a incoloro, indicando neutralización, mientras que la titulación del ácido acético coincidió estrechamente con los cálculos iniciales.

**Resultados de espectrofotometría de tabletas de ácido acetilsalicílico adquiridas en una farmacia**

$$CD = \left( \frac{A_M}{A_{Ref}} \right) = \left( \frac{50 \mu g}{mL} \right) (20) \left( \frac{0.907}{0.960} \right) = \frac{944.79 \mu g}{mL}$$

Concentración en los 15 mL que se tomaron

$$C = 50 \mu g / mL$$

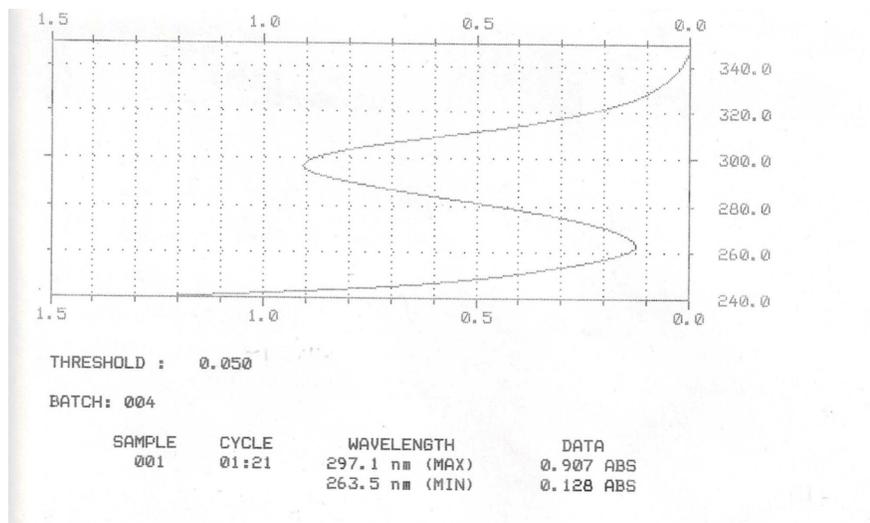
$$D = \text{Factor de dilución} = \frac{V_f}{V_v} = \frac{100}{5} = 20$$

$A_{\text{Muestra farmacia}} = 0.907$   
 $A_{\text{Ref}} = 0.960$

47.23 mg AAS – 60.658 mg Polvo que se peso para preparar la disolución.  
**472.3 mg = X – 606.58 mg** Peso promedio de cada tableta.  
**AAS en cada tableta que se compró en la farmacia.**

944.79  $\mu g$  – 1mL  
 47,239.58  $\mu g$  – X = 50mL  
 47,239.58  $\mu g$  – X = 47.23mg  
 1000  $\mu g$  – 1mg

**Figura 1.** Absorbancia de solución de AAS adquirido en una farmacia.



**Resultados de espectrofotometría de tabletas de ácido acetilsalicílico adquiridas en un negocio informal**

$$CD = \left( \frac{A_M}{A_{Ref}} \right) = \left( \frac{50 \mu g}{mL} \right) (20) \left( \frac{0.837}{0.960} \right) = \frac{871.87 \mu g}{mL}$$

Concentración n en los 15 mL que se tomaron.

$$C = 50 \mu g / mL$$

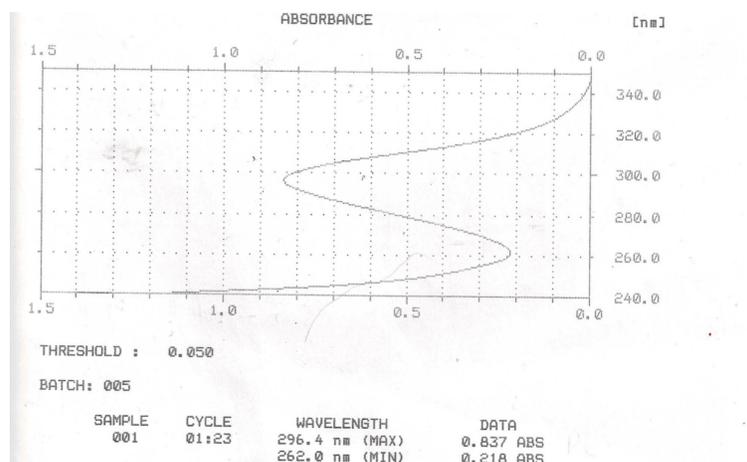
$$D = \text{Factor de dilucion} = \frac{V_f}{V_v} = \frac{100}{5} = 20$$

$A_{\text{Muestra mercado}} = 0.837$   
 $A_{\text{Ref}} = 0.960$

43.59mg AAS – 65.42mg Polvo que se peso para preparar la disolucion.  
**435.93 mg = X – 654.26mg** Peso promedio de cada tableta.  
**AAS en cada tableta que se compró en el mercado.**

871.87  $\mu g$  – 1mL  
 43,593.5  $\mu g$  – X = 50mL  
 Volumen de la primera disolución  
 43,593.5  $\mu g$  – X = 43.59 mg  
 1000  $\mu g$  – 1mg

**Figura 2.** Absorbancia de solución de AAS adquirido en un negocio informal.



En la discusión del proyecto se analizó la pureza del ácido acetilsalicílico (AAS) utilizado en un laboratorio de la Universidad Autónoma Metropolitana, confirmando que cumple con las especificaciones de la Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos (FEUM). Se observó un punto de fusión en el rango esperado (135°C-137°C), lo cual es indicativo de alta pureza. Al comparar tabletas de AAS adquiridas en una farmacia y en un comercio informal, se identificaron diferencias significativas. Las tabletas de la farmacia mostraron una mayor concentración de AAS y mejor condición física, lo que sugiere un producto más confiable y efectivo. En contraste, las tabletas del comercio informal presentaron menor concentración de AAS, posibles contaminantes y deterioro físico, lo que podría comprometer su eficacia y seguridad para el consumidor. Estos resultados resaltan la importancia de adquirir medicamentos en establecimientos confiables para garantizar su calidad y seguridad.

### Conclusiones

El análisis realizado confirma que la pureza del ácido acetilsalicílico utilizado en el laboratorio cumple con los estándares de calidad establecidos por la Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos. Además, la comparación entre las tabletas adquiridas en una farmacia y en un comercio informal demuestra que las condiciones de almacenamiento y la procedencia de los medicamentos influyen significativamente en su calidad y efectividad. Los productos adquiridos en la farmacia mostraron una mayor pureza y mejores condiciones, lo que subraya la importancia de obtener medicamentos de fuentes confiables para garantizar su seguridad y eficacia.



## 2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

### Referencias

- Acetilsalicílico, A. (s/f). Fichas de información técnica. *Acofarma.com*. Recuperado el 22 de septiembre de 2024. <https://formulasmagistrales.acofarma.com/idb/descarga/3/f24e4ad217ed3415.pdf>
- Benson, H.A.E., Haddow, D.B., & Lam, S.Y. (2019). *Introduction to pharmacology* (4th ed.). CRC Press.
- Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios. (s/f). *Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos*. *Gob.mx*. Recuperado el 22 de septiembre de 2024. <https://www.gob.mx/cofepris/acciones-y-programas/farmacopea-de-los-estados-unidos-mexicanos>
- Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios. (2021). *Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos (FEUM)*. <https://www.gob.mx/cofepris/acciones-y-programas/farmacopea-de-los-estados-unidos-mexicanos-feum-195429>
- Connors, K. A. (s/f). *Curso de análisis farmacéutico: Ensayo del medicamento*. Reverté.
- Cruz Martínez, Á. (2024, mayo 9). Uso de medicamentos piratas mata a 700 mil personas al año. *La Jornada*. <https://www.jornada.com.mx/2024/05/09/politica/012n1pol>
- Gnecco, H.P., & Durán, O.S. (s/f). Medicamentos fraudulentos: Una trampa macabra. *Centro de Gestión Hospitalaria, víaSALUD*(26). Recuperado de [https://www.researchgate.net/profile/Omar-Segura/publication/271077810\\_Medicamentos\\_fraudulentos\\_Una\\_trampa\\_macabra/links/54bd914a0cf27c8f2814baf5/Medicamentos-fraudulentos-Una-trampa-macabra](https://www.researchgate.net/profile/Omar-Segura/publication/271077810_Medicamentos_fraudulentos_Una_trampa_macabra/links/54bd914a0cf27c8f2814baf5/Medicamentos-fraudulentos-Una-trampa-macabra)
- IEEE EMBS. (2015, 13 de abril). Publicaciones. [https://www.embs.org/publications/?gad\\_source=1&gclid=Cj0KCQjwL-3BhDnARIsAL6\\_KZ6-uKeHSH2\\_anKMPI4ndkQI75MO\\_xTmjqaorlR0HwTH8E1fBYqnC3MYaAnoWEAL\\_w\\_wcB](https://www.embs.org/publications/?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwL-3BhDnARIsAL6_KZ6-uKeHSH2_anKMPI4ndkQI75MO_xTmjqaorlR0HwTH8E1fBYqnC3MYaAnoWEAL_w_wcB)
- Rodríguez, A.G., García, M.A., & Morales, F.R. (2019). El sistema regulador de medicamentos en México. *Gaceta Médica de México*, 155(4), 438–445.
- Secretaría de Salud. (2015). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SSA1-2015, Buenas prácticas de fabricación de medicamentos. [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5382268&fecha=09/10/2015](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5382268&fecha=09/10/2015)
- Secretaría de Salud. (2018). Norma Oficial Mexicana NOM-177-SSA1-2013, que establece las pruebas y procedimientos para demostrar que un medicamento es intercambiable. [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5309943&fecha=09/12/2013](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5309943&fecha=09/12/2013)
- Tandfonline.com. (s/f). Recuperado el 22 de septiembre de 2024, de <https://www.tandfonline.com/toc/iphd20/current>
- World Health Organization (WHO). (2020). Quality control of pharmaceuticals: A compendium of guidelines and related materials. [https://www.who.int/medicines/areas/quality\\_safety/quality\\_assurance/control\\_laboratories/en/](https://www.who.int/medicines/areas/quality_safety/quality_assurance/control_laboratories/en/)
- Revista de ciencia regulatoria. (s/f). *Doaj.org*. Recuperado el 22 de septiembre de 2024, de [https://doaj.org/toc/2377-3537/articles?source=%7B%22query%22%3A%7B%22bool%22%3A%7B%22must%22%3A%5B%7B%22terms%22%3A%7B%22index.issn.exact%22%3A%5B%222377-3537%22%5D%7D%7D%5D%7D%7D%2C%22size%22%3A100%2C%22sort%22%3A%5B%7B%22created\\_date%22%3A%7B%22order%22%3A%22desc%22](https://doaj.org/toc/2377-3537/articles?source=%7B%22query%22%3A%7B%22bool%22%3A%7B%22must%22%3A%5B%7B%22terms%22%3A%7B%22index.issn.exact%22%3A%5B%222377-3537%22%5D%7D%7D%5D%7D%7D%2C%22size%22%3A100%2C%22sort%22%3A%5B%7B%22created_date%22%3A%7B%22order%22%3A%22desc%22)



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## Obtención, aislamiento de ácido ursólico de *Rosmarinus officinalis* L.

González Mireles Alejandra, Martínez Nava Sandra, Medina Hernández Andrea De Jesús<sup>1</sup>, Rodríguez Carrillo Santiago

**Profesores:** Manzo Durán Rubiceli, Zavala Sánchez Miguel Ángel\*

\* Autores de correspondencia: [2203051630@alumnos.xoc.uam.mx](mailto:2203051630@alumnos.xoc.uam.mx)  
[mzavala@correo.xoc.uam.mx](mailto:mzavala@correo.xoc.uam.mx)

**Módulo:** Síntesis y Reactividad de Compuestos Orgánicos

### Resumen

En la actualidad el uso y aplicación de productos naturales, se encuentra en auge, por ello, la industria, se enfoca en el desarrollo de nuevos productos para satisfacer la demanda del mercado, el cual, ha mostrado un interés mayor en el consumo y adquisición de productos de origen natural para el cuidado y salud de cada individuo. (Hernández-Mendoza, 2018). El estudio de los mecanismos intracelulares desencadenados por metabolitos secundarios de origen vegetal, como los triterpenos, permite el reconocimiento del potencial terapéutico de estos principios bioactivos, recientemente, se demostró el potencial vasodilatador que poseen triterpenos como el ácido ursólico. Para la obtención de este se realizó una maceración del romero, cromatografía en columna y se realizaron pruebas de identificación.

**Palabras clave:** *Rosmarinus officinalis* L., Ácido ursólico, Maceración

### Introducción

En la actualidad el uso y aplicación de productos naturales, se encuentra en auge, por ello, la industria, se enfoca en e desarrollo de nuevos productos para satisfacer la demanda del mercado, el cual, ha mostrado un interés mayor en e consumo y adquisición de productos de origen natural para el cuidado y salud de cada individuo. (Hernández-Mendoza 2018). El estudio de los mecanismos intracelulares desencadenados por metabolitos secundarios de origen vegetal como los triterpenos, permite el reconocimiento del potencial terapéutico de estos principios bioactivos, recientemente se demostró el potencial vasodilatador que poseen triterpenos como el ácido ursólico. Para la obtención de este s realizó una maceración del romero, cromatografía en columna y se realizaron pruebas de identificación.

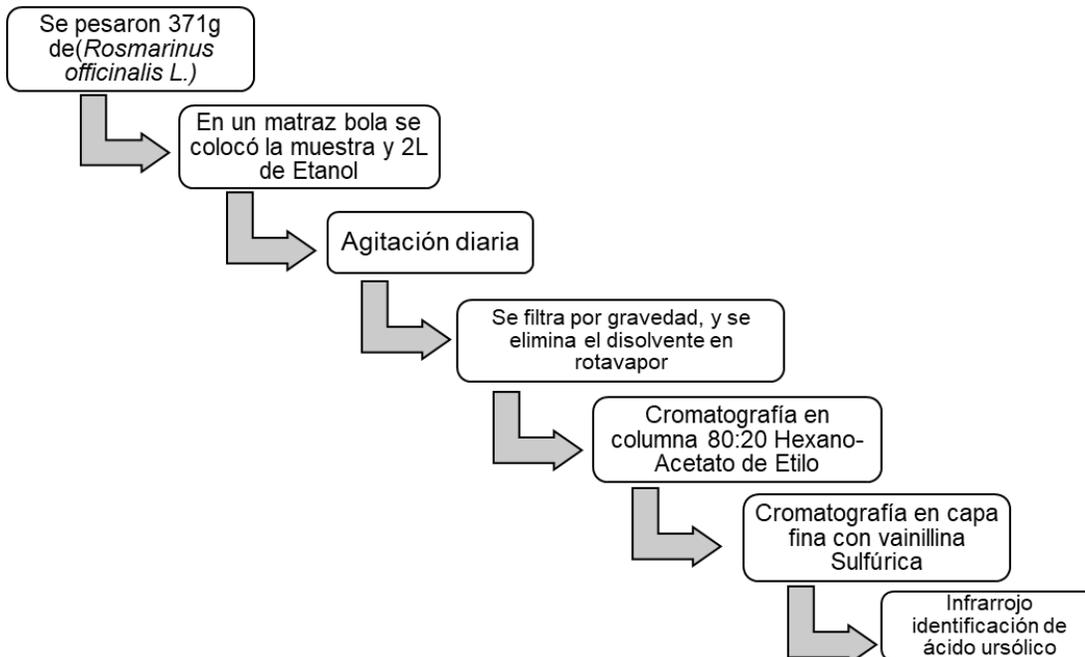
### Objetivo General

Extraer ácido ursólico a partir de *Rosmarinus officinalis* L.

### Objetivos particulares

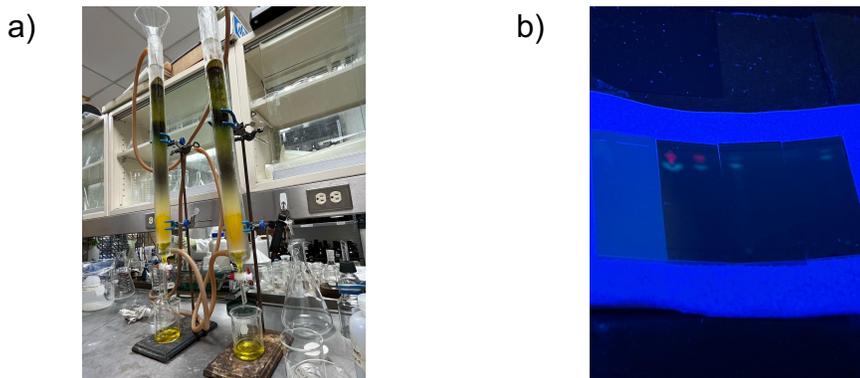
- Extraer por maceración utilizando etanol como disolvente.
- Identificar y purificar el ácido ursólico a partir de *Rosmarinus officinalis* L.

## Metodología



**Figura 1:** Diagrama de flujo de la metodología para la obtención, aislamiento de ácido ursólico de *Rosmarinus officinalis* L.

## Resultados y Discusión



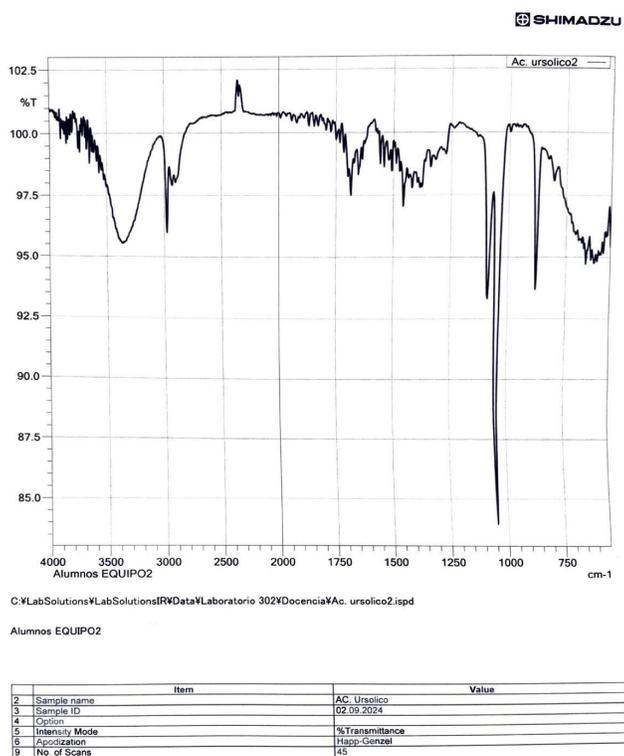
**Figura 2.** a) Cromatografía en columna y b) Cromatografía en capa fina de las fracciones obtenidas.

Se tomó punto de fusión del precipitado de 4 fracciones y del ácido ursólico comercial, los puntos de fusión obtenidos fueron los siguientes respectivamente.

**Tabla 1.** Punto de fusión de fracciones con precipitado.

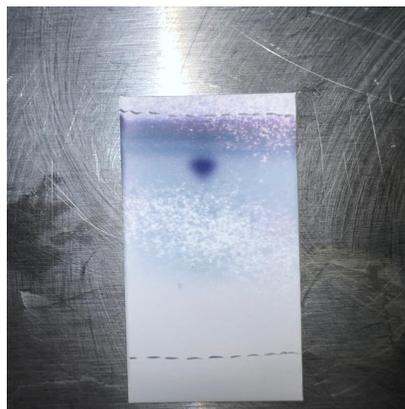
Fracción	Punto de Fusión
3	215-220°C
4	260-266°C
5	248-250°C
6	270-274°C
Ac. Ursólico Comercial	274-276° C

Posteriormente, se mezcló el precipitado de todas las fracciones para poder purificarlo, se añadió etanol y se calentó hasta disolución, se llevó a refrigeración, al día siguiente se observó que no había cristalizado, por lo que se trabajó con la muestra líquida, se llevó a infrarrojo, así como una muestra de ácido ursólico comercial y metanol. El espectro IR de la muestra resultante indicó presencia de ácido ursólico, pero no en forma pura.



**Figura 3.** Espectro de infrarrojo del ácido ursólico.

La cromatografía en capa fina mostró que se logró la obtención del ácido ursólico, la cromatoplaque se reveló con vainillina y ácido sulfúrico, aunque dicha prueba, indicó la presencia de ácido ursólico, se determinó que el compuesto no se encuentra en forma pura, ya que presentó un Rf de 0.5.



**Figura 4.** Cromatografía en capa fina del ácido ursólico.

Rendimiento:  $0.6 \text{ g} / 11.52 \text{ g} \times 100 = \underline{5.21\%}$

El rendimiento resultó relativamente bajo, esto indica que, de los 11.52 g de extracto utilizados, solo se pudieron aislar 0.6 g de ácido ursólico. Este rendimiento no es muy alto, lo que sugiere que el proceso podría mejorarse.

### Conclusiones

De acuerdo a la literatura revisada sobre la obtención de ácido ursólico como un triterpeno de *Rosmarinus officinalis* L. Se tiene que mediante el método empleado en la investigación presentada, así como las pruebas correctamente aplicadas para la detección de ácido ursólico, se obtuvo el triterpeno deseado, sin embargo, por la cantidad obtenida, fue complicado poder dar un número de manera cuantitativa de ácido ursólico obtenido, debido a que, después de la recristalización la muestra no precipitó, lo cual, puede ser por el etanol empleado. Las pruebas de cromatografía e infrarrojo mostraron la presencia del triterpeno buscado, pero no purificado.

### Referencias

- Khalil, N. & Salama, O. (2019). Chemical profiling, biostatic and biocidal dynamics of *Origanum vulgare* L. essential oil.
- Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Education.
- Huang, M., Wang, H., & Zhou, G. (2020). Effects of nanoemulsion-based edible coatings with composite mixture of rosemary extract and  $\epsilon$ -poly-L-lysine on the shelf life of ready-to-eat carbonado chicken. *Food Hydrocolloids*.
- Milevskaya, V., & Temerdashev, Z.A. (2019). Extraction and chromatographic determination of phenolic compounds from medicinal herbs in the Lamiaceae and Hypericaceae families: A review. *Microchemical Journal*.
- Shishodia S., Majumdar S., Banerjee S., & Aggarwal B.B. (2003). Ursolic acid inhibits nuclear factor -  $\kappa$ B activation induced by carcinogenic agents through suppression of I $\kappa$ B $\alpha$  kinase and p65 phosphorylation.



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

Baricevic, D., Sosa, S., Della Loggia, R., Tubaro, A., Simonovska, B., Krasna, A., & Zupancic, A. (2001). Topical anti-inflammatory activity of *Salvia officinalis* L. leaves: The relevance of ursolic acid. *J. Ethnopharmacol.*

Muhammed, M., & Nujoma, Y. (1999). Ursolic acid, its importance in skin & hair beautification and protection



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## Síntesis de paracetamol (acetaminofén)

Esquivel Ramos Marlon Gael, Sotelo Cruz Jose Salvador, Berenice Ortega García

**Profesores:** Leyte Lugo Martha Adriana\*, Perez Gutiérrez Maria Salud

\* Autores de correspondencia: [2232034349@alumnos.xoc.uam.mx](mailto:2232034349@alumnos.xoc.uam.mx)  
[mleyte@correo.xoc.uam.mx](mailto:mleyte@correo.xoc.uam.mx)

**Módulo:** Síntesis y Reactividad de los  
Compuestos Orgánicos

### Resumen

El paracetamol (acetaminofén) es un fármaco, analgésico y antipirético, inhibidor de la síntesis de prostaglandinas y pirógenos, compuestos químicos que causan dolor, inflamación y fiebre.

En este trabajo de investigación se sintetizó acetaminofén por acetilación de p-aminofenol con anhídrido acético, usando dos métodos, con el objetivo de comparar el rendimiento experimental de cada método, teniendo un rendimiento teórico de 4.56 g de acetaminofén; El primer método fue por reflujo, durante 45 minutos se dejó en reflujo 3.3 g de p-aminofenol y 3.6 de anhídrido acético, y posteriormente agregar agua y favorecer la formación de cristales durante el baño de hielo, finalmente se filtró la reacción al vacío y se obtuvo un rendimiento experimental del 86.66%, además se observó que los cristales de acetaminofén, tenían un leve color rosa. En el segundo método fue por baño maria, se agregaron 3.3 g de p-aminofenol en 9 ml de agua y 3.6 ml de anhídrido acético, posteriormente, se puso a baño maria durante 45 minutos a partir de los 60 °C, una vez transcurrido el tiempo se puso a baño de hielo para favorecer la formación de cristales, finalmente, se filtraron al vacío y obtuvimos un rendimiento experimental del 85.52%, además se observó que los cristales de acetaminofén eran totalmente blancos, en comparación a los cristales del primer método.

Una vez sintetizados ambos productos, se hizo una cromatografía para evaluar ambos cristales con aminofenol para confirmar que se llevó a cabo la síntesis. También se tomó punto de fusión para confirmar que se había sintetizado acetaminofén (Punto de fusión: 169 °C-172 °C) y confirmamos que era acetaminofén.

Una vez hecho el análisis correspondiente de los productos podemos concluir, que el método de síntesis puede influir en el rendimiento experimental de la reacción, en sus propiedades físicas y en su pureza, en este caso, los productos solo se diferenciaron en una de sus propiedades físicas (color).

**Palabras clave:** Acetaminofén, Cristales, Síntesis

### Introducción

El acetaminofén es un analgésico y antipirético, inhibidor de la síntesis de prostaglandinas. (PEDIAMÉCUM AEP, 2021). Las prostaglandinas son sustancias químicas causantes de dolor e inflamación en el cuerpo. También reduce la producción de pirógenos, sustancias químicas que causan fiebre. (Bush,2022).

En este trabajo de investigación, se sintetizó acetaminofén por la acetilación de p-aminofenol con anhídrido acético, utilizando dos métodos para comparar cómo influye en el rendimiento experimental y pureza del producto. El primer método fue por reflujo, agregando 3.3 g de p-aminofenol y 3.6 ml de anhídrido acético. El segundo método fue baño maria, en donde se agregaron 3.3 g de p-aminofenol en 9 ml de agua y posteriormente



## 2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

se agregaron 3.6 ml de anhídrido acético. El propósito de este trabajo es analizar ambos productos y saber si el método de síntesis de un compuesto influye en sus propiedades físico-químicas.

### Objetivo General

Determinar si el método para la síntesis de acetaminofén, influye en el rendimiento experimental y la pureza del producto.

### Objetivos particulares

- Sintetizar acetaminofén por el método reflujo.
- Sintetizar acetaminofén por el método de baño María.
- Evaluar puntos de fusión de ambos productos.
- Evaluar productos con cromatografía en capa fina.



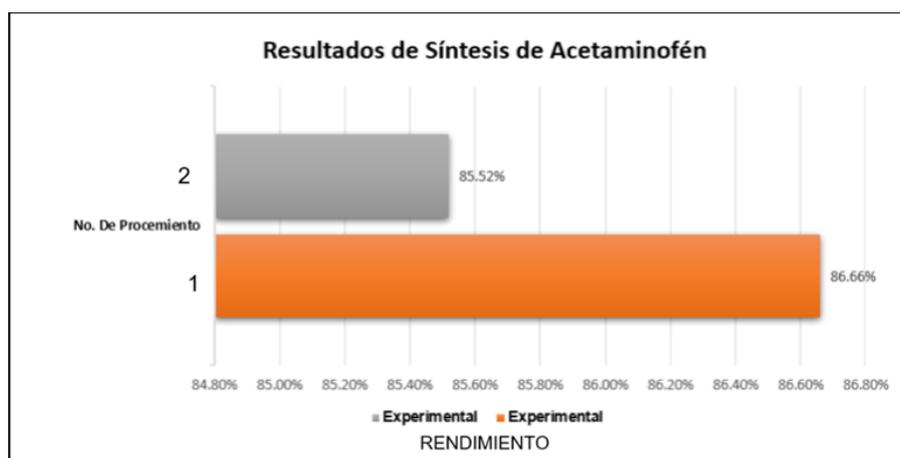
## Resultados y Discusión

### Método 1:

Se obtuvieron 3.95 g cristales de acetaminofén con un punto de fusión de 172 °C, con un color rosa claro.

### Método 2:

Se obtuvieron 3.89 g de cristales de acetaminofén con un punto de fusión de 172 °C, color blanco.



**Figura 1.** Comparación de rendimientos de la síntesis del acetaminofén, basados en dos diferentes procesos experimentales. Con base a un rendimiento de 4.56 g de rendimiento teórico.

## Conclusiones

Una vez hecho el análisis correspondiente de los productos podemos concluir, que el método de síntesis puede influir en el rendimiento experimental de la reacción, en sus propiedades físicas y en su pureza, en este caso, los productos solo se diferenciaron en una de sus propiedades físicas (color).

## Referencias

Comité de medicamentos (2021). Paracetamol (Acetaminofén). PEDICAM AEP. Recuperado de <https://www.aeped.es/pediamecum/generatepdf/api?n=83549>

Bush, L. (Septiembre 2022). Fiebre. Manual MSD, Recuperado de <https://www.msdmanuals.com/es-mx/professional/enfermedades-infecciosas/biolog%C3%ADa-de-las-enfermedades-infecciosas/fiebre>



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## **Obtención de un derivado del ácido glicirretínico mediante la adición de ácido glutámico: síntesis, estudios in silico e in vitro hacia el desarrollo de inhibidores de la Proteína Tirosina Fosfatasa 1B (PTP1B)**

Morales Juárez Tonancy\*, Gómez Baños Amor, Vega Huaracha Luis Ángel, y Zarate Villa Osiris Wendolyn, De la Cruz Martínez Ledy C.

**Profesores:** Cortés Benítez Juan Francisco\*

\* Autores de correspondencia: [2222028642@alumnos.xoc.uam.mx](mailto:2222028642@alumnos.xoc.uam.mx)  
[jcortesb@correo.xoc.uam.mx](mailto:jcortesb@correo.xoc.uam.mx)

**Módulo:** Obtención de Compuestos Orgánicos de Interés Farmacéutico

### **Resumen**

Este estudio investiga una nueva estrategia para mejorar la solubilidad del compuesto FC-114, que es un derivado del triterpeno ácido glicirretínico. El método utilizado implicó una reacción indolización de Fischer a partir del ácido 3-oxoglicirretínico para formar el compuesto con clave FC-114. Posteriormente este compuesto se acopló con el ácido glutámico, empleando carbonildiimidazol (CDI) como agente acoplante para unir el aminoácido a la posición C30 del triterpeno. El compuesto se obtuvo con un rendimiento bajo. Sin embargo, los resultados de la actividad biológica mostraron que el producto de la reacción inhibe eficazmente la PTP1B, una proteína con regulación negativa relacionada a enfermedades metabólicas como diabetes y obesidad. Además, el compuesto obtenido resultó ser un compuesto más polar que el FC-114.

**Palabras clave:** Ácido glicirretínico, Ácido glutámico, PTP1B

### **Introducción**

La diabetes mellitus tipo 2 ha aumentado significativamente a lo largo de los años. En 2019, la Federación Internacional de Diabetes (FID) reportó 463 millones de personas con diabetes a nivel mundial, cifra que podría ascender a 578 millones para 2030 y a 700 millones en 2045. En México, es la segunda causa de mortalidad, solo detrás de las enfermedades cardíacas (Basto-Abreu et al., 2023).

La proteína tirosina fosfatasa 1B (PTP1B) actúa como un regulador negativo de las vías de señalización de leptina e insulina, y es crucial para la homeostasis de glucosa y el gasto energético. Se considera un objetivo terapéutico prometedor para tratar la obesidad y la diabetes tipo 2 (Díaz Rojas, 2023). Experimentos en ratones han demostrado que la delección de PTP1B protege contra la obesidad y la diabetes, sugiriendo que la inhibición de PTP1B puede mejorar la acción de la insulina (Zhang et al., 2019). Esto ha llevado a la búsqueda de inhibidores de la enzima PTP1B.

El ácido glicirrónico (GL) y el ácido glicirretínico (AG) así como sus derivados han mostrado efectos antidiabéticos, incluyendo la reducción de niveles de glucosa e insulina, y la mejora en la sensibilidad a la insulina

(Pastorino et al., 2018). En investigaciones para potenciar derivados de AG que inhiban PTP1B, se semisintetizó un compuesto indólico del AG, el cual demostró ser 25 veces más potente que el AG en estudios *in vitro* sobre la inhibición de la PTP1B con una  $CI_{50}$  de 2.5  $\mu$ M. Además, en pruebas *in silico* mostraron mejores energías de unión para los compuestos indólicos en el sitio alostérico que el AG (De La Cruz-Martínez et al., 2021).

Las evaluaciones *in vivo* del compuesto FC-114 incluyeron pruebas de citotoxicidad y toxicidad oral aguda en células de piel de humano y en ratas Wistar hembra, mostrando que el compuesto no tuvo efectos tóxicos, con una dosis letal (DL) menor que la del GA (Álvarez, Almazán et al., 2023). Por otro lado, las ratas diabetizadas tratadas con FC-114 mostraron reducción de peso y normalización del consumo de alimentos tras 14 días de tratamiento, así como una detención del aumento de glucosa después de 7 y 14 días, sugiriendo su potencial para reducir los niveles de glucosa en un modelo de diabetes tipo 2 (Álvarez, Almazán et al., 2023). Desafortunadamente, el FC-114 tuvo una eficacia menor a la mostrada al fármaco antidiabético por la Pioglitazona. Esto se puede deber a que el FC-114 tiene una baja solubilidad acuosa lo que dificulta su absorción.

Los aminoácidos son considerados prometedores para ser incorporados a compuestos bioactivos debido a su seguridad y bajo peso molecular, mejorando la estabilidad y biodisponibilidad de fármacos con baja solubilidad acuosa (Murdande et al., 2010). Se propone agregar ácido glutámico a la estructura de una molécula base para aumentar su solubilidad y biodisponibilidad. Este aminoácido tiene propiedades químicas únicas y es polar, lo que lo hace soluble en agua, además de ser un neurotransmisor e intermedio metabólico en procesos biológicos (National Center for Biotechnology Information, 2024).

### **Objetivo General**

Sintetizar un derivado indólico del ácido glicirretínico con la amida del ácido glutámico en posición C30, el cuál será un análogo del derivado FC-114 para mejorar su solubilidad sin comprometer su capacidad de inhibir la proteína PTP1B.

### **Objetivos particulares**

- Sintetizar un derivado indólico del ácido glicirretínico con la amida del ácido glutámico en posición C30.
- Determinar sus propiedades fisicoquímicas (punto de fusión y factor de retención).
- Realizar el docking molecular de los compuestos FC-114 y el compuesto final obtenido (FC-114-Glu).
- Determinar la actividad inhibitoria del compuesto sintetizado sobre la enzima PTP1B.

## Metodología

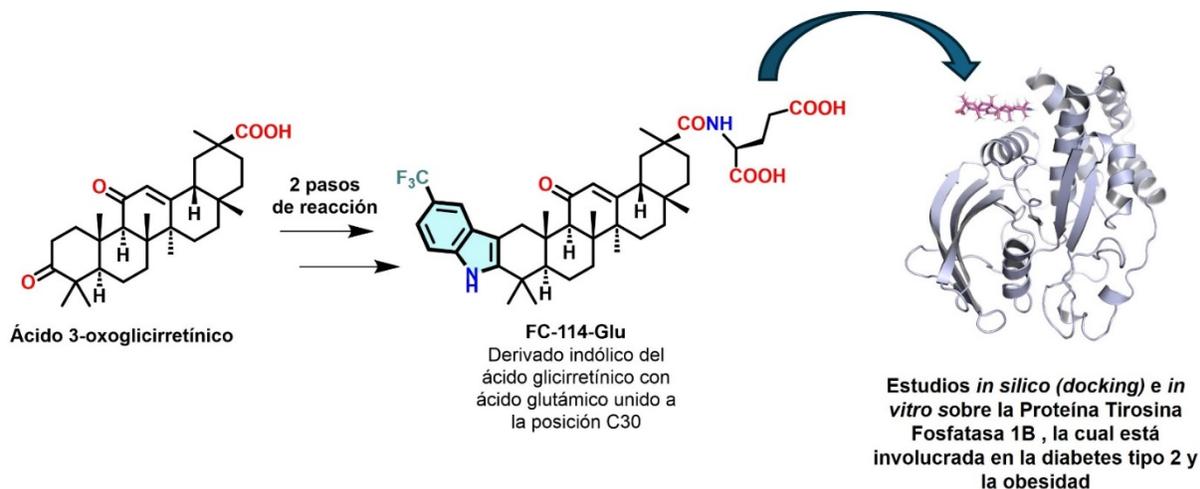


Figura 1. Metodología.

## Resultados y Discusión

### Resultados de la síntesis del compuesto FC-114-Glu

El rendimiento final fue de 9.4 %, obteniendo 17 mg de compuesto purificado.

Los resultados del punto de fusión mixto fueron los siguientes:

- A) FC-114-Glu = 246-248°C
- B) FC-114-Glu + FC-114 = 235-238°C
- C) FC-114 = 267-270°C

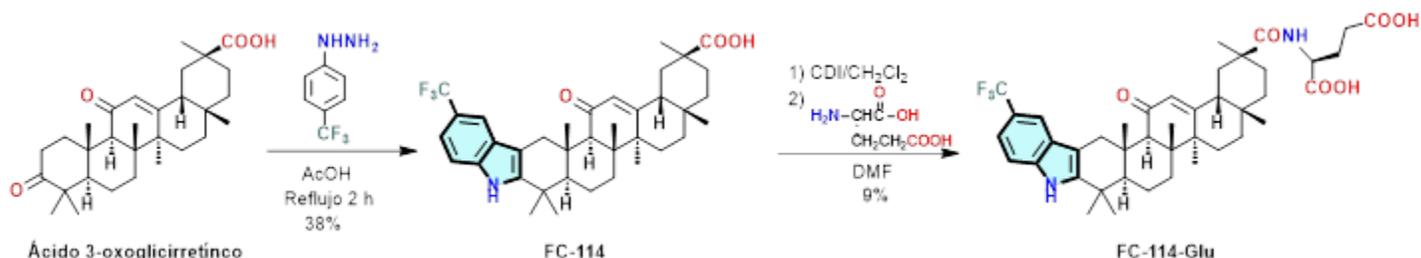
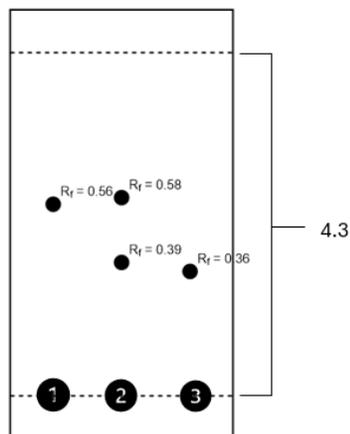


Figura 2. Ruta de síntesis FC-114-Glu.

El compuesto sintetizado (FC-114-Glu) fundió en un rango de 246-248 °C, el cual es menor al punto de fusión de FC-114 (267-270°C) lo que significa que si se obtuvo un compuesto diferente al FC-114. Esto se corroboró también con la determinación del punto de fusión mixto, en donde la mezcla de ambos compuestos disminuyó el punto de fusión del FC-114.

### Resultados de CCF del compuesto FC-114-Glu

Eluyente 7:3 Hexano:AcOEt.



$$1 \text{ FC-114 } R_f = \frac{2.3 \text{ cm}}{4.1 \text{ cm}} = 0.56$$

$$2 \text{ FC-114 } R_f = \frac{2.4 \text{ cm}}{4.1 \text{ cm}} = 0.58$$

$$2 \text{ Producto } R_f = \frac{1.6 \text{ cm}}{4.1 \text{ cm}} = 0.39$$

$$3 \text{ Producto } R_f = \frac{1.5 \text{ cm}}{4.1 \text{ cm}} = 0.36$$

Después de purificar el compuesto y secarlo completamente se realizó otra CCF en donde el producto fue más afín con la fase estacionaria y por lo tanto más polar que el FC-114.

### Docking molecular

Tabla 1. Resultados Docking.

Compuesto	Energía de unión (kcal/mol)	Pose estructural
PTB1B Y FC-114	-8.7	

**Tabla 1.** Resultados Docking (*continuación*).

Compuesto	Energía de unión (kcal/mol)	Pose estructural
PTB1B Y FC-114-GLU	-8.7	

Para el docking molecular se utilizó la proteína PTP1B descargada de Protein Data Base (1L8G) y ambos ligandos previamente construidos y minimizados en el programa *ChemDraw* y *Chem3D*. Posteriormente, en la página de CB-DOCK2 (<https://cadd.labshare.cn/cb-dock2/>) se cargaron la proteína y los ligandos FC-114 y FC-114-Glu para obtener 1 pose estructural de unión y los sitios de interacción, se utilizó *Discovery Studio* para su visualización. Se obtuvo una energía de unión de -8.7 kcal/mol (Tabla 1) la cual es igual a la del compuesto FC-114. Por tanto, estos resultados predicen que ambos compuestos tendrán una potencia similar en cuanto a la actividad inhibitoria sobre la PTP1B en estudios *in vitro*.

Revisando a fondo las interacciones que lleva a cabo el compuesto FC-114-Glu, se pudo observar que este compuesto tuvo ocho interacciones con los aminoácidos, de las cuales las principales cuatro fueron de tipo puentes de hidrógeno con los aminoácidos ARG-105, GLU-170, GLY-209 Y SER-80. También hubo dos interacciones de tipo puente salino (o iónicas) con ARG-169 y ARG-105. Estas interacciones extra que realiza este compuesto predicen que este compuesto puede ser más potente que el FC-114 y a su vez demuestra que el compuesto si aumentó su polaridad.

#### ***Actividad inhibitoria de FC-114-Glu sobre PTP1B***

El compuesto obtenido FC-114-Glu es más potente que el FC-114 ya que presentó una  $CI_{50}$  de  $1.6 \pm 0.1 \mu\text{M}$  el cual es menor al de FC-114 siendo de  $1.7 \pm 0.1 \mu\text{M}$ , como se mencionó con anteriormente esto significa que se necesita una menor concentración para lograr una inhibición del 50% de la actividad inhibitoria a la PTP1B.



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## Conclusiones

En este estudio, se evaluó y examinó la capacidad del ácido glutámico para mejorar la polaridad del compuesto FC-114. La hipótesis se sugiere como aceptada basándose en varios hallazgos. Primero, la cromatografía en capa fina indica que FC-114-Glu es más polar, lo que cumple con el objetivo propuesto. Además, el análisis de docking molecular muestra que FC-114-Glu tiene más interacciones de puentes de hidrógeno, lo que puede mejorar la estabilidad y la interacción con el blanco biológico, sugiriendo una posible mejora en la actividad. Finalmente, los resultados de la evaluación *in vitro* sobre PTP1B mostraron que el FC-114-Glu es ligeramente más potente que FC-114, lo que demuestra que la modificación química no solo logró aumentar la polaridad, sino que también mejoró la actividad inhibitoria sobre PTP1B.

## Referencias

- Basto-Abreu, A., López-Olmedo, N., Rojas-Martínez, R., Aguilar-Salinas, C.A., Moreno-Banda, G. L., Carnalla, M., & Barrientos-Gutiérrez, T. (2023). Prevalencia de prediabetes y diabetes en México: Ensanut 2022. *Salud Pública de México*, 163–168.
- Díaz Rojas, M. (2023, abril 24). Nuevos compuestos inhibidores de la enzima proteína tirosina fosfatasa 1B de la especie fúngica *Malbranchea albolutea* (Onygenaceae), de utilidad potencial para el desarrollo de agentes antidiabéticos. Tesis de doctorado. Universidad Nacional Autónoma de México. <https://hdl.handle.net/20.500.14330/TES01000838494>
- Wang, X., Zhang, H., Chen, L., Shan, L., Fan, G., & Gao, X. (2013). Licorice, a unique “guide drug” of traditional Chinese medicine: A review of its role in drug interactions. *Journal of Ethnopharmacology*, 150(3), 781–790. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2013.09.055>
- Pastorino, G., Cornara, L., Soares, S., Rodríguez, F., & Oliveira, M.B.P.P. (2018). Licorice (*Glycyrrhiza glabra*): A phytochemical and pharmacological review. *Fitoterapia Research*, 32, 2323–2339.
- De-la-Cruz-Martínez, L., Duran-Becerra, C., González-Andrade, M., Páez-Franco, J.C., Germán-Acacio, J.M., Espinosa-Chávez, J., Torres-Valencia, J.M., Pérez-Villanueva, J., Palacios-Espinosa, J.F., Soria-Arteche, O., et al. (2021). Indole- and Pyrazole-Glycyrrhetic Acid Derivatives as PTP1B Inhibitors: Synthesis, In Vitro and In Silico Studies. *Molecules*, 26(14):4375. <https://doi.org/10.3390/molecules26144375>
- Álvarez-Almazán, S., Solís-Domínguez, L.C., Duperou-Luna, P., Fuerte-Gómez, T., González-Andrade, M., Aranda-Barradas, M.E., Palacios-Espinosa, J.F., Pérez-Villanueva, J., Matadamas-Martínez, F., Miranda-Castro, S.P., et al. (2023). Anti-diabetic activity of glycyrrhetic acid derivatives FC-114 and FC-122: Scale-up, in silico, in vitro, and in vivo studies. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(12), 12812. <https://doi.org/10.3390/ijms241612812>
- Murdande, S.B., Pikal, M.J., Shanker, R.M., & Bogner, R.H. (2010). Solubility advantage of amorphous pharmaceuticals: I. A thermodynamic analysis. *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 99(3), 1254–1264. <https://doi.uam.elogim.com/10.1002/jps.21903>
- National Center for Biotechnology Information. (2024). PubChem Compound Summary for CID 33032, Glutamic Acid. Consultado el 8 de mayo del 2024 de <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Glutamic-Acid>



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## Calidad de la Cafeína: Evaluación del Principio Activo Basada en la FEUM

Ocampo Horvath Patrik\*, Díaz Jiménez Juan José, Gómez Baños Amor de Jesús, Lozano Castro Rogelio Iván, Peña Cuevas Isis Fátima, Serra García Alejandra

**Profesores:** Gómez Hernández Martín \*, López Naranjo Francisco

\* Autores de correspondencia: [2223022724@alumnos.xoc.uam.mx](mailto:2223022724@alumnos.xoc.uam.mx)  
[mgomez@correo.xoc.uam.mx](mailto:mgomez@correo.xoc.uam.mx)

**Módulo:** Evaluación de Materias Primas para la  
Producción de Medicamentos

### Resumen

La cafeína es utilizada como principio activo en industrias como la alimenticia y la farmacéutica por sus propiedades psicoactivas que generan efectos en innumerables funciones fisiológicas, por lo que es vital la calidad de este en su implementación en los laboratorios de docencia como material de estudio, con este fin este proyecto buscó determinar la pureza real de la muestra presente en nuestro laboratorio por medio de las diferentes pruebas establecidas por la FEUM, esto con el propósito de realizar un nuevo etiquetado que se suma al etiquetado provisto por el proveedor, entre las que encontramos pruebas de valoración, espectrofotometría UV-vis, prueba de xantinas, prueba de sulfatos, punto de fusión, residuos de ignición y alcalinidad.

**Palabras clave:** Cafeína, FEUM, Calidad, Pureza, Materia prima

### Introducción

La Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos (FEUM), instituida por la Ley General de Salud y reconocida por la Secretaría de Salud, es un documento que establece los métodos generales de análisis y los requisitos necesarios para garantizar la identidad, pureza y calidad de los fármacos, aditivos, medicamentos, productos biológicos y dispositivos médicos. Este documento asegura que dichos productos sean funcionales, eficaces y seguros, acorde con las características específicas del país y es una herramienta esencial en la regulación y control de la calidad de los productos farmacéuticos y sustancias relacionadas (COFEPRIS, 2017).

La cafeína, también conocida como teína, guaranina o mateína, aislada por primera vez del café en 1819 por Friedrich Ferdinand Runge, es un polvo incoloro, inodoro y de sabor amargo; pertenece a la familia de las xantinas y es un alcaloide natural (como la teobromina y la teofilina) presente en más de 60 especies de plantas; estos compuestos se derivan de las purinas y están relacionados farmacológicamente con los psicoestimulantes, compartiendo efectos similares en el sistema nervioso, la cafeína es una de las sustancias estimulantes de mayor consumo a nivel mundial y probablemente sea una de las sustancias psicoactivas más utilizadas en el mundo, generando efectos en innumerables funciones fisiológicas, incluyendo la resistencia física, el humor, el sueño y el dolor, se utiliza en medicamentos que buscan tratar la fatiga, mejorar la concentración y combatir el dolor, ya

que actúa sobre el sistema nervioso central, además, es común en fórmulas combinadas para el alivio de migrañas y cefaleas. (Tavares 2012).

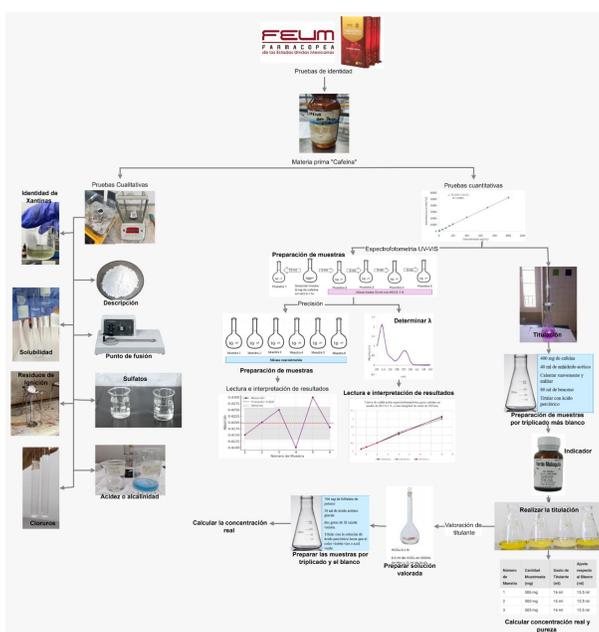
## Objetivo General

Determinar la pureza de la cafeína presente en el laboratorio de docencia de 6to. Trimestre por medio de pruebas cualitativas y cuantitativas presentes en la FEUM.

## Objetivos particulares

- Realizar pruebas de identidad y valoración a cafeína para la determinación de su pureza con preparación de estándares primarios.
- Determinar las pruebas establecidas en la FEUM para la cafeína como lo son punto de fusión, restos de ignición, alcalinidad y/o basicidad, valoración, espectrofotometría UV-VIS, prueba de xantinas y presencia de Sulfatos.
- Analizar por espectrofotometría la identidad y la pureza de las materias primas, utilizando una curva de calibración con estándar externo.

## Metodología



Elaboración propia.

## Resultados y Discusión

**Tabla 1.** Ensayos primarios de identidad a la cafeína.

Prueba	Resultados esperados (establecidos por la FEUM)	Resultados obtenidos con base a lo establecido en la FEUM
Descripción	Polvo blanco cristalino o agujas brillantes generalmente aglomeradas	Polvo blanco cristalino
Solubilidad	Soluble en cloroformo; Ligeramente soluble en agua; poco soluble en alcohol y en éter dietílico.	Soluble en cloroformo (27 °C), ligeramente soluble en agua (65 - 70°C) y poco soluble en alcohol etílico (80 °C)
Punto de fusión	Entre 235°C y 237.5°C	232 °C
Residuos de ignición	No más de 0.1 %	0.04%
Sulfatos	No más de 0.05 %.	La solución muestra presentó mayor precipitación en comparación a la solución de referencia
Identidad de Xantinas	Reacción positiva a las pruebas	Reacción positiva
Acidez o alcalinidad	La solución es verde o amarilla y se requieren no más de 0.1 ml de solución de NaOH 0.02 M para cambiar el color a azul.	Solución alcalina

### Valoración (Pureza)

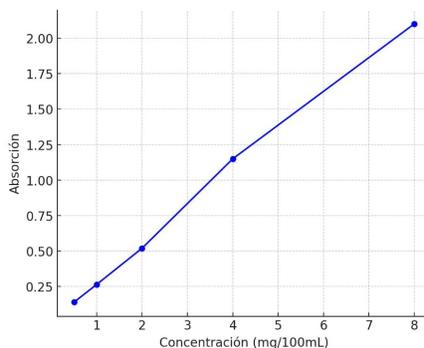
**Tabla 3.** Resultados de la valoración ácido-base de la cafeína.

Muestra	Cantidad muestreada (mg)	Gasto de titulante (ml)	Ajuste respecto al blanco (ml)	Pureza
1	506 mg	16 ml	15.5 ml	51.71%
2	500 mg	16 ml	15.5 ml	52.34%
3	505 mg	16 ml	15.5 ml	51.83%

### Espectrofotometría UV/VIS (linealidad)

Con los resultados obtenidos se elaboraron 3 gráficas en distintos colores que muestran una linealidad visual, posteriormente se realizaron los cálculos respectivos para corroborar la linealidad del método.

Valores obtenidos :



**Figura 2.** Curva de calibración espectrofotométrica para cafeína en medio de HCl 0.1 N, a una longitud de onda de 265 nm.

Elaboración propia- Microsoft Excel-Espectrofotómetro UV-VIS marca Perkin Elmer modelo Lambda XLS+

$R^2= 0.99994$

Ordenada al origen= 0.00625

$M= 2.04 x/y$

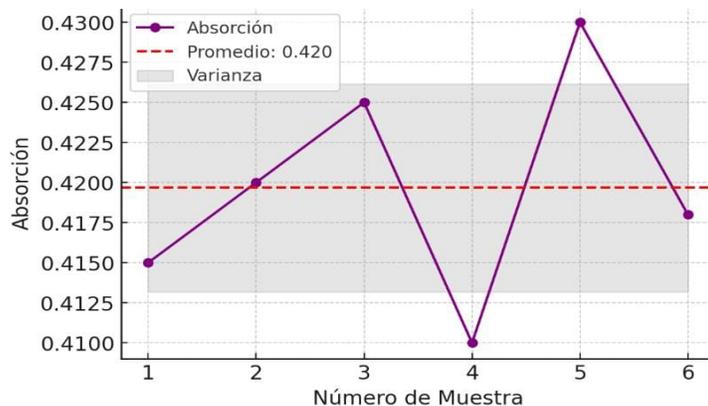
### *Espectrofotometría UV-VIS (Precisión)*

Posteriormente se realizó el ensayo de precisión, siendo evaluadas 6 muestras de una solución madre cuya concentración fue 10 mg en 100 mL de HCl 0.1 N, tomando alícuotas de 10mL y siendo analizadas en el espectrofotómetro con un barrido de 240-290 nm.

**Tabla 7.** Evaluación de la precisión del método espectrofotométrico para cuantificar la cafeína.

Muestra	Concentración de muestra (mg/ 10 ml)	Absorción
1	1	0.415
2	1	0.420
3	1	0.425
4	1	0.410
5	1	0.430
6	1	0.418

**Figura 5.** Precisión, número de muestra (X) y absorción (Y) (anexo promedio y varianza)



Elaboración propia- Microsoft Excel

Promedio= 0.4197

Moda= 0.415

Varianza= 0.0000422

Dado los resultados experimentales obtenidos, equiparados con la bibliografía consultada se puede suponer que la materia prima analizada fue cafeína, expuesto por la FEUM, en principio la cafeína es un polvo blanco cristalino, la materia prima analizada cumple con la descripción, la solubilidad fue la esperada para la muestra en los disolventes indicados, el punto de fusión bibliográfico de la cafeína tiene un rango de 235-237°C, el obtenido experimentalmente tuvo un promedio de 227.33°C, dado que el valor experimental obtenido fue menor, se pueden precisar los siguientes factores que pudieran interferir en el valor, como la calidad del equipo, falta mantenimiento, mal uso y la pureza de la muestra, siendo disminuido el punto de fusión con la presencia de impurezas, debido a la alteración de la estructura cristalina (Snyder, Kirkland, & Dolan, 2020). Se determinó la pureza del analito, se realizó una valoración ácido-base en medio no acuoso, se trató de seguir la metodología señalada por la FEUM para obtener potenciométricamente el punto de equivalencia, dada la carencia del electrodo correspondiente, se optó por utilizar el indicador Verde de malaquita, lo cual pudo generar cierta incertidumbre al resultado. El resultado obtenido en el ensayo de sulfatos aumentó la sospecha de que el analito no está puro, debido a la presencia de una mayor precipitación a lo esperado (tabla 1) y la pureza cuantificada por la valoración arrojó un valor promedio de 51.96% (tabla 3, gráfico 3) siendo un valor demasiado bajo para la pureza esperada para un analito nivel laboratorio (generalmente con un rango de 99.9% y 99.99% de pureza), con los resultados obtenidos en el punto de fusión, la prueba de sulfatos y la valoración, se puede presumir que la cafeína no está pura. La pureza de la cafeína puede alterada por diversos factores, tales como la manipulación inadecuada, materiales sucios o mal lavados (O' Leary & Quirke, 2016), almacenamiento incorrecto (Tiwari & Bhatia, 2015),

reacción química, contaminación del aire (Roussel & Poirier, 2013). Finalmente, se realizó ensayos de linealidad (tablas 4,5,6), (gráficas 2,3,4) y precisión (tabla 7), (gráfica 5) al analito en espectroscopia UV-VIS, obteniendo resultados que se pueden presumir son confiables, dada la naturaleza del estudio.

## Conclusiones

A la muestra que se trabajó en el laboratorio pudo comprobarse su identidad como cafeína pero los valores de nuestras pruebas nos llevan a la conclusión que por el pasar del tiempo y el manejo de distintas generaciones de estudiantes está ya no cuenta con la pureza que garantiza su etiquetado siendo de más de la mitad de degradación, esto fue comprobado por medio de pruebas de valoración, así como fue complementado con pruebas cualitativas como lo son punto de fusión, residuos de ignición y/o espectrofotometría UV-vis.

## Referencias

- O'Leary, J.M., & Quirke, J.M. (2016). The importance of proper handling in the prevention of caffeine contamination in laboratory settings. *International Journal of Chemistry Education Research*, 14(3), 45–50.
- Roussel, J.F., & Poirier, J. (2013). Contamination issues in laboratory analysis of caffeine. *Journal of Chemical Education*, 90(9), 1164–1167.
- Snyder, S.A., Kirkland, J.J., & Dolan, J.W. (2020). *Introduction to Modern Liquid Chromatography* (3rd ed.). Wiley.
- Tavares, C., & Sakata, R.K. (2012). Cafeína para el Tratamiento del Dolor. *Revista Brasileira de Anestesiologia*, 62, 394–401.
- Tiwari, S., & Bhatia, S.K. (2015). Impact of laboratory practices on the purity of caffeine samples. *Analytical Methods*, 7(10), 4234–4240.



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## Análisis microbiológico en los tacos de pastor del local “tacos 5x25”

Carranza Carranza Rafael, Niño Rueda Luis Gibran, Mena Avilés Anthony Paul, Solís García Yessica Ilana, Vargas Montes Gibran Salvador

**Profesores:** Esquivel Campos Ana Laura\*, Miranda Hernández José Francisco

\* Autores de correspondencia: [2212030710@alumnos.xoc.uam.mx](mailto:2212030710@alumnos.xoc.uam.mx)  
[aesquivel@correo.xoc.uam.mx](mailto:aesquivel@correo.xoc.uam.mx)

**Módulo:** Prevención y Control de la Propagación  
Microbiana

### Resumen

El objetivo del trabajo fue evaluar la carga microbiana (*E. coli* y *Salmonella spp*), mediante su aislamiento en una batería de agares (MacConkey, XLD, Salmonella-Shigella y agar *E. coli*), realización de pruebas bioquímicas para enterobacterias, tinción de Gram y conteo de UFC/mL (agar nutritivo) de muestras de carne y cilantro obtenidas de una taquería comercial en calzada de las bombas. Los resultados obtenidos en las primeras 3 pruebas mencionadas permitieron la identificación de *E. coli* y *Salmonella typhimurium*; mientras que, el conteo de UFC/mL, tanto para *E. coli* como para *S. typhimurium*, resultó fuera de los límites establecidos por la NOM-093-SSA1-1994 para alimentos de venta al público (carne y cilantro).

**Palabras clave:** Tacos, Identificación, Análisis

### Introducción

La presencia de microorganismos patógenos, como *Escherichia coli* y *Salmonella*, en alimentos preparados puede representar un riesgo significativo para los consumidores, ya que estos microorganismos son causantes de enfermedades gastrointestinales que pueden variar en gravedad (Peña, 2014)

Los tacos de pastor son una combinación de diversos ingredientes que incluyen carne, vegetales y salsas, son susceptibles a la contaminación microbiana en diferentes etapas de su preparación, manipulación y conservación. *E. coli* es un indicador de contaminación y mala manipulación higiénica, mientras que *Salmonella* es un patógeno de transmisión alimentaria asociado con infecciones graves (Peña, 2014).

El objetivo de este estudio es determinar la carga microbiana de *E. coli* y *Salmonella* en muestras de tacos de pastor de un local cercano a la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, con el fin de proporcionar información sobre el estado presente de las prácticas de higiene en la preparación de estos alimentos, así mismo se busca divulgar los conocimientos acerca de la microbiología de *E. coli* y *Salmonella spp*, con la intención de recalcar la importancia de la vigilancia de estos patógenos y promover las buenas prácticas de higiene en la preparación de alimentos.

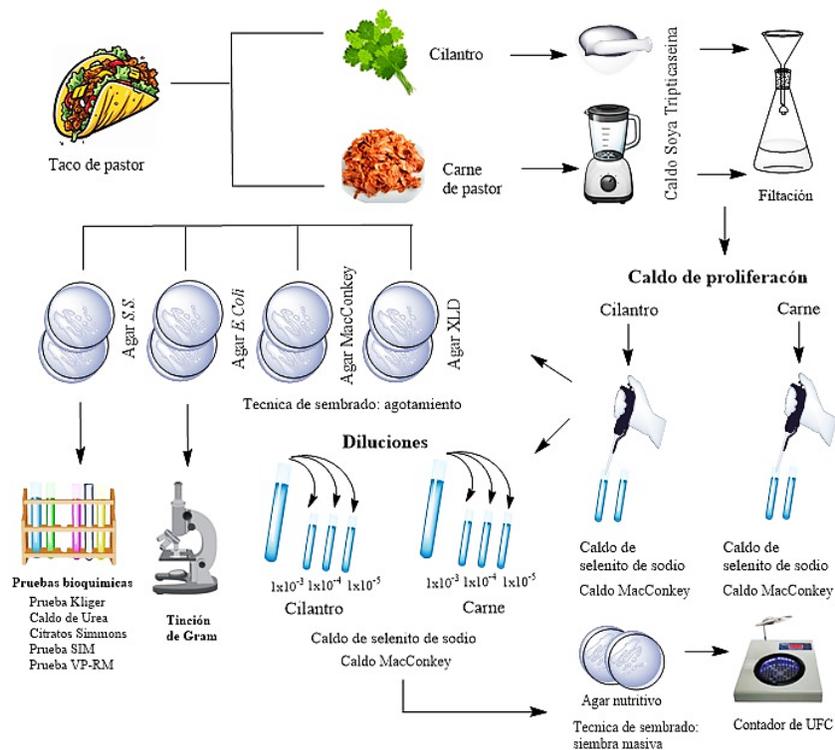
## Objetivo General

Evaluar la carga microbiana de los tacos de pastor (carne, y cilantro) de una taquería comercial ubicada en calzada de las bombas, con base a los criterios establecidos por la NOM-093-SSA1-1994.

## Objetivos particulares

- Corroborar que el establecimiento cumpla con el parámetro de  $\leq 150,000$  UFC/mL de cepas de *E. coli* y *Salmonella spp* establecido por la NOM-093 SSA1-1994.
- Tomar muestras con un hisopo estéril de los elevadores ubicados dentro de la UAM-Xochimilco.
- Proporcionar recomendaciones basadas en los resultados obtenidos para la seguridad alimentaria de la “taquería 5x25”.

## Metodología



## Resultados y Discusión

### Morfología macroscópica

**Tabla 1.** Características macroscópicas observadas

Bacteria	Agar	Característica macroscópica
<b>Control</b>		
<i>E. Coli</i>	Agar MacConkey	Pequeña, irregular, ondulada, plana, lisa, rosa y opaca
	Agar XLD	Mediana, circular, entera, elevada, lisa, sin pigmento y opaca
	Agar <i>E. coli</i>	Mediana, circular, entera, plana, lisa, morada y opaca
<b>Carne</b>		
<i>E. coli</i>	Agar MacConkey	Pequeña, circular, entera, plana, lisa, sin pigmento y opaca
	Agar XLD	Grande, circular, entera, plana, lisa, sin pigmento y opaca
	Agar <i>E. coli</i>	Pequeña, punti-circular, entera, plana, lisa, morada y opaca
<b>Cilantro</b>		
<i>E. coli</i>	Agar MacConkey	Mediana, irregular, ondulada, elevada, lisa, sin pigmento y opaca
	Agar XLD	Grande, circular, entera, plana, lisa, sin pigmento y opaca
	Agar <i>E. coli</i>	Pequeña, punti-circular, entera, plana, lisa, morada y opaca
<b>Control</b>		
<i>Salmonella spp</i>	Agar MacConkey	Grande, circular, entera, plana, lisa, sin pigmento, translúcida
	Agar XLD	Pequeña, circular, entera, plana, lisa, sin pigmento y opaca
	Agar S.S	Colonias no definidas con producción de H <sub>2</sub> S
<b>Carne</b>		
<i>Salmonella spp</i>	Agar MacConkey	Puntiforme, irregular, ondulado, plana, lisa, color morado y opaca
	Agar XLD	Sin crecimiento
	Agar S.S	Mediana, circular, entera, plana, lisa, color rosa, producción de H <sub>2</sub> S
<b>Cilantro</b>		
<i>Salmonella spp</i>	Agar MacConkey	Mediana, circular, entera, elevada, lisa, sin pigmento y opaca
	Agar XLD	Sin crecimiento
	Agar S.S	Grande, circular, entera, plana, lisa, sin pigmento y opaca

### *E. coli* - XLD (Xilosa-Lisina-Desoxicolato)

El cambio de color en el medio es esperado para *E. coli* en XLD, debido a su capacidad para fermentar la xilosa, lo que acidifica el medio y provoca el viraje a color amarillo (Wong et al., 2018). En comparación con las muestras de carne y cilantro, las colonias en ambos casos mostraron características similares de mayor tamaño.

### *E. coli* MacConkey

En las muestras de carne y cilantro, las colonias presentaron pigmento rosa, con características similares a las del control. Esto sugiere que *E. coli* en estas muestras también fermentó lactosa (Feng & Weagant, 2016).

### ***Medio selectivo para E. coli***

La presencia del pigmento morado en las muestras de carne y cilantro sugiere que *E. coli* estuvo presente y activa en la fermentación de los azúcares disponibles. (Petersen et al., 2019; Molla et al., 2018).

### ***Salmonella spp - XLD (Xilosa-Lisina-Desoxicolato)***

En el control de *Salmonella* el medio cambió de rojo a amarillo, lo que indica la fermentación de xilosa, un comportamiento esperado para *Salmonella enterica* (Sneath et al., 2001). La producción de H<sub>2</sub>S es un indicador clave del crecimiento de *Salmonella* en este medio.

Al analizar las muestras de carne y cilantro, no se detectó crecimiento de *Salmonella*, lo que sugiere la posible ausencia de la bacteria en las muestras o que la carga bacteriana fue insuficiente para ser detectada en el análisis (Baird-Parker, 2000).

### ***Salmonella spp - MacConkey***

En el control de *Salmonella* en este agar, las colonias se mantuvieron sin pigmento, y el medio circundante presentó un color amarillento, lo que indica la ausencia de fermentación de lactosa, comportamiento típico de *Salmonella* (Jay et al., 2005). Sin embargo, en las muestras de carne y cilantro, ambas muestras desarrollaron un pigmento rosa, este pigmento sugiere la presencia de otras bacterias fermentadoras de lactosa que podrían estar compitiendo con *Salmonella* por nutrientes (Collins et al., 2004).

### ***Medio selectivo para Salmonella spp - Salmonella-Shigella***

Las colonias presentaban un pigmento rosa, lo cual es inusual para *Salmonella*, ya que se espera que las colonias no fermenten lactosa y, por tanto, no produzcan color (Garrity et al., 2005). Sin embargo, también se observó la producción de H<sub>2</sub>S, lo que confirma la presencia de *Salmonella* en esta muestra (Pinto et al., 2016). La aparición del pigmento rosa podría deberse a la presencia de otras bacterias fermentadoras de lactosa en la muestra, lo que sugiere contaminación cruzada o la presencia de varias bacterias en la carne y cilantro.

### ***Morfología microscópica***

#### ***E. coli***

Ambas observaciones microscópicas, tanto en carne como en cilantro, corroboran la presencia de *E. coli* en las muestras analizadas, apoyando los resultados obtenidos en los medios de cultivo y confirmando la contaminación potencial de estos alimentos.

## *Salmonella*

La identificación de bacilos Gram negativos en cilantro y carne, refuerzan la posibilidad de que *Salmonella* podría estar presente, aunque la baja carga bacteriana o la competencia con otras bacterias pueden haber influido en la falta de detección en algunos medios (Smith et al., 2019; Anderson et al., 2021).

### *Pruebas bioquímicas*

Se realizaron pruebas bioquímicas para confirmar la presencia de *Escherichia coli* y *Salmonella typhimurium*. Comparando los resultados con el apartado de control microbiano de la ficha técnica de cada prueba bioquímica, rescatada de los Laboratorios Britania

En la ficha técnica del control de calidad de *Escherichia coli* y *Salmonella spp* se obtiene que:

**Tabla 2.** Comparación entre la ficha técnica de Laboratorios Britania y los resultados obtenidos.

Bacteria	Prueba	Ficha Técnica	Coincide
<i>E. coli</i>	<b>Kliger</b>	A/A: Fondo amarillo con pico amarillo Sin producción de ácido sulfhídrico	No, dado que las bioquímicas no presentaron cambios significativos
	<b>Simmons</b>	Negativo	Sí, todas las pruebas fueron negativas
	<b>SIM</b>	Positiva a indol Positiva a movilidad Negativa a $H_2S$	Sí, con un duplicado siendo positivos a producción de $H_2S$ , indicando la presencia de una segunda bacteria
	<b>Urea</b>	Crecimiento negativo (amarillo)	Sí, con una sola bioquímica rosada, indicando la presencia de una segunda bacteria
	<b>VP-RM</b>	Voges Proskauer: Negativo Rojo de metilo: Positivo	Sí, todas las bioquímicas coincidieron

**Tabla 2.** Comparación entre la ficha técnica de Laboratorios Britania y los resultados obtenidos (*continuación*).

<i>Bacteria</i>	<b>Prueba</b>	Ficha Técnica	Coincide
<i>Salmonella spp</i>	<b>Kliger</b>	A/A: Fondo amarillo con pico amarillo Sin producción de ácido sulfhídrico	No, dado que las bioquímicas no presentaron cambios significativos
	Simmons	Negativo	Sí, todas las pruebas fueron negativas
	SIM	Positiva a indol Positiva a movilidad Negativa a $H_2S$	Sí, con un duplicado siendo positivos a producción de $H_2S$ , indicando la presencia de una segunda bacteria
	Urea	Crecimiento negativo (amarillo)	Sí, con una sola bioquímica rosada, indicando la presencia de una segunda bacteria
	VP-RM	Voges Proskauer: Negativo Rojo de metilo: Positivo	Sí, todas las bioquímicas coincidieron

Por lo anterior, se confirma la presencia de *Salmonella typhimurium* y *Escherichia coli*.

### Conteo de UFC

Solamente cuatro agares fueron seleccionables para ser contables. Se realizó el cálculo de las UFC/mL en base a la fórmula proporcionada por la NOM-092-SSA1-1994.

**Tabla 3.** Resultados del cálculo de UFC/mL.

Muestra	Volumen	Dilución Inversa	UFC Contada	UFC/mL
<b>S. S. Carne</b>	1 mL	1,000	394	394,000
<b>S. S. Carne</b>	1 mL	10,000	351	3,510,000
<b>S. S. Cilantro</b>	1 mL	10,000	52	520,000
<b>MacConkey Carne</b>	1 mL	100,000	80	8,000,000

Se confirma una cantidad superior de microorganismos mesófilos aerobios, a la estipulada por la NOM-093-SSA1-1994, cual es de 150,000 UFC/g o UFC/mL.

## Conclusiones

Los resultados de la evaluación de la carga microbiana en tacos indicaron que no se cumple con lo establecido en la NOM-093 referente a la cantidad límite de microorganismos mesófilos aerobios. Las pruebas de identificación basadas en la NOM-210 indicaron la presencia de *Escherichia coli* y *Salmonella spp*, lo que indica un grave riesgo para la salud pública. Estos resultados sugieren que las condiciones higiénicas durante la preparación, manipulación y/o almacenamiento de los ingredientes y productos finales no fueron adecuadas.

Estos hallazgos subrayan la necesidad urgente de mejorar las prácticas de higiene en la preparación de estos tacos, reforzando el control de calidad y la capacitación del personal en medidas sanitarias.

## Referencias

- Anderson, K.J., Ross, T., & McMeekin, T.A. (2021). *Foodborne Pathogens: Detection and Control*. CRC Press.
- Baird-Parker, A.C. (2000). *The Microbiological Examination of Food and Drink*. Springer.
- Beuchat, L.R. (2002). Ecological factors influencing survival and growth of human pathogens on raw fruits and vegetables. *Microbes and infection*, 4(4), 413–423. [https://doi.org/10.1016/s1286-4579\(02\)01555-1](https://doi.org/10.1016/s1286-4579(02)01555-1)
- Collins, C.H., Lyne, P.M., & Grange, J.M. (2004). *Microbiological Methods*. Butterworth Heinemann.
- Feng, P., & Weagant, S.D. (2016). Bacterial detection in food and environmental samples. *Journal of Food Protection*, 79(3), 481–490. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-15-425>
- Garrity, G. (2007). *Bergey's manual® of systematic bacteriology: volume 2: the Proteobacteria, part B: the Gammaproteobacteria* (Vol. 2). Springer Science & Business Media.
- Jay, J.M., Loessner, M.J., & Golden, D.A. (2005) *Modern Food Microbiology*. 7th Edition, Springer Science and Business Media, Inc., New York
- Molla, B., Bafica, A., & Kumar, P. (2018). Microbial detection and analysis techniques. *Journal of Microbial Methods*, 146, 120–126. <https://doi.org/10.1016/j.mimet.2018.01.013>
- Peña, Y.P., Hernández, M.E., & Castillo, V.L. (2014). Resistencia antimicrobiana en Salmonella y E. coli aisladas de alimentos: revisión de la literatura. *Panorama. Cuba y Salud*.
- Petersen, T., Adams, M., & Gilbert, R. (2019). Bacterial contamination and food safety. *Food Safety Magazine*, 25(3), 32–40. <https://doi.org/10.1016/j.fsas.2019.02.008>
- Pinto, R., de Moura, S.R., & Alves, S. (2016). *Pathogenic Bacteria in the Food Industry*. Wiley.
- Smith, J.D., Wagner, M., & Jones, A.C. (2019). *Bacterial Pathogens and Food Safety*. Wiley.
- Sneath, P.H.A., Mair, N.S., Sharpe, M.E., & Holt, J.G. (2001). *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. Springer.
- Wong, T.Y., Scott, L., & McLellan, S. (2018). Detection and characterization of bacterial pathogens. *Journal of* <https://doi.org/10.1016/j.mimet.2018.04.015>



Unidad Xochimilco



DEPARTAMENTO DE  
SISTEMAS BIOLÓGICOS



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## Síntesis de benzocaína

Cruz Reyes Ariadna Gidem, Martínez Esteves Lourdes Alicia, Martínez Estrada Mariel

**Profesores:** Leyte Lugo Martha\*

\* Autores de correspondencia: [2232031384@alumnos.xoc.uam.mx](mailto:2232031384@alumnos.xoc.uam.mx)  
[mleyte@correo.xoc.uam.mx](mailto:mleyte@correo.xoc.uam.mx)

**Módulo:** Síntesis y Reactividad de Compuestos  
Orgánicos

### Resumen

El proyecto tiene como objetivo sintetizar el 4-aminobenzoato de etilo también conocida como benzocaína a partir del ácido p-amino benzoico. Se hicieron dos prácticas para la síntesis de la benzocaína; en ambas se utilizó la técnica de reflujo y luego se realizó una cromatografía en capa fina para corroborar que se obtuvo el producto deseado. Al momento de preparar la solución se ocuparon diferentes cantidades de ácido sulfúrico, el cual aumenta la concentración de iones de hidrogeno, acidificando la reacción y a su vez favoreciendo la precipitación de la benzocaína, deduciendo que la reacción dependía de la cantidad de ácido añadido.

**Palabras clave:** Síntesis, Benzocaína, Ácido sulfúrico

### Introducción

Los anestésicos locales son transitorios y reversibles, actúan bloqueando la conducción nerviosa en la zona específica en la que son aplicados.

Antes, la cocaína se utilizaba como anestésico local Pero su uso tenía distintos efectos secundarios lo que llevo al químico alemán Eduard Ritsert a sintetizarla por primera vez en 1890 por la necesidad de la búsqueda de un anestésico sin efectos nocivos (Brock, 2012).

La benzocaína es un anestésico local, insoluble en agua que se utiliza para aliviar el dolor de superficies cutáneas, ya que actúa solo mientras permanece en contacto con la piel o las mucosas. Es un polvo cristalino blanco o casi blanco, o cristales incoloros, muy poco soluble en agua, fácilmente soluble en etanol al 96% y su punto de fusión en de 88-90°C (Butrón, 2017).

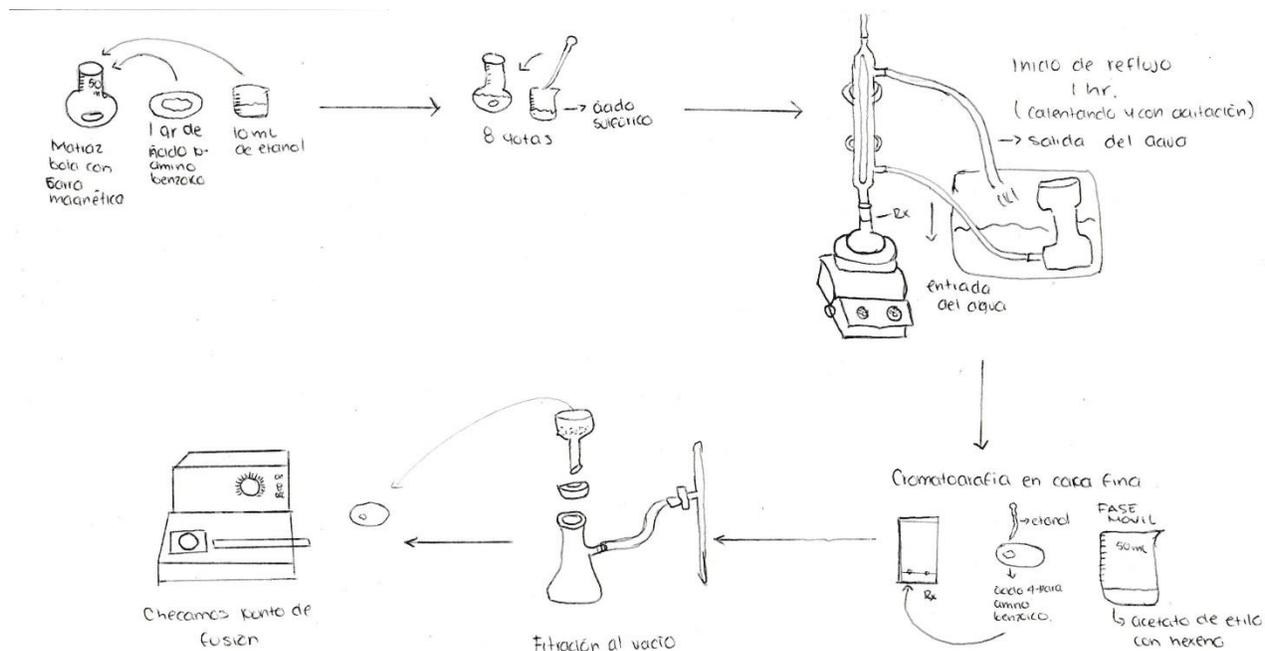
### Objetivo General

Llevar a cabo la síntesis de benzocaína.

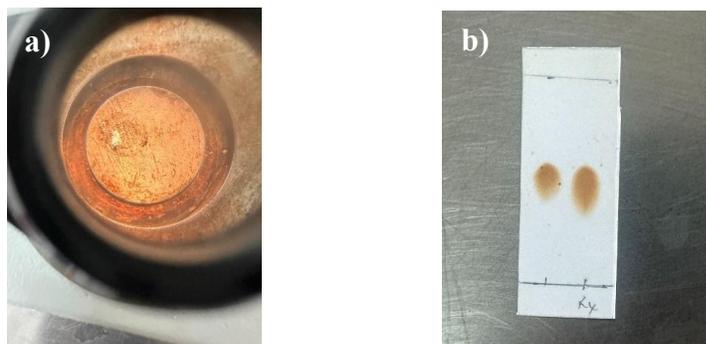
## Objetivos particulares

- Realizar dos métodos diferentes para la síntesis de benzocaína.
- Comprobar su obtención a través de la cromatografía en capa fina.
- Comprobar su obtención a través de su punto de fusión.

## Metodología

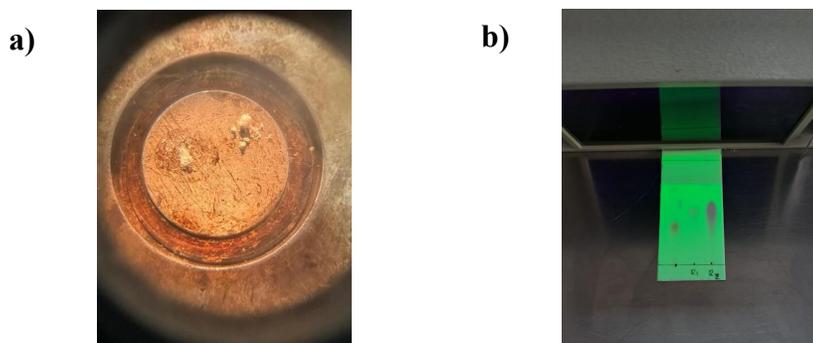


## Resultados y Discusión



**Figura 1.** a) Primer producto cristalizado para tomar punto de fusión y b) Resultado de la cromatografía en capa fina.

En la figura 1 a) colocamos nuestro producto final y lo pusimos a calentar, esperamos a que llegara a los 88-90°C, pero no se derritió, dándonos a entender que no logramos sintetizar la benzocaína correctamente. En la figura 1 b) nuestros resultados de la cromatografía en capa tampoco fueron favorables; ya que, no se observó ninguna diferencia dando a entender que la reacción no se llevó a cabo, se cree que la cantidad de ácido sulfúrico no fue favorable para nuestra reacción.



**Figura 2.** a) Benzocaína de la segunda reacción para tomar punto de fusión y b) Resultados de la cromatografía en capa fina de la segunda reacción

La figura 2 a) muestra el segundo producto listo para tomar punto de fusión, a los 90° C exactos fue cuando se fusiono, mostrándonos resultados favorables, corroborando que obtuvimos benzocaína. b) La segunda imagen es el resultado de la cromatografía en capa fina en donde el primer punto a la izquierda es nuestra dilución de etanol y ácido p-aminobenzoico como nuestro reactivo inicial, mientras que nuestro punto de la izquierda fue nuestra segunda reacción, donde se observa una gran diferencia, corroborando que si hubo reacción y obtuvimos benzocaína.

### Conclusiones

Este proyecto logró la síntesis correcta de la benzocaína y logramos corroborarlo realizando una cromatografía en capa fina donde se observa una clara diferencia entre la dilución de ácido p-aminobenzoico y etanol en comparación con el producto final de la segunda reacción; por otro lado, y para mayor seguridad tomamos el punto de fusión una vez cristalizado nuestra benzocaína, esperando a que llegara entre los 88-90°C y se derritiera, lo cual se logró, completando exitosamente nuestros 3 objetivos.



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## Referencias

Ávila, G.; García, C. et al Química Orgánica. Experimentos con un Enfoque Ecológico 2009, Dirección General de Publicaciones y Fomento Editorial, UNAM, 2 da Edición, México.

BROCK, W. J.; BELL, T. A. The In Vitro and In Vivo Genotoxicity of Benzocaine: A Brief Communication. International Journal of Toxicology (Sage), [s. l.], v. 31, n. 3, p. 222–227, 2012.

Carey F.A., & Giuliano R.M. Química Orgánica 2014, Editorial McGraw Hill, 9na Edición, México



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## PREMIACIONES

### MODALIDAD: PRESENTACIÓN ORAL

#### PRIMER LUGAR:

**“Extracción y aislamiento del ácido ursólico a partir del *Rosmarinus officinalis*”**

**Autores:** Sánchez Rodríguez Sergio, Valencia Jiménez Thaily Mariana, Montes Juárez Itzel, García Manzano Kaylie Analí, Aguirre Nava Andrea, Dr. Zavala Sánchez Miguel Ángel

#### SEGUNDO LUGAR:

**“Desarrollo y evaluación de una formulación de pasta a base de benzocaína para el tratamiento de aftas bucales”**

**Autores:** Martínez Arellano Jesús Rosendo, Morales Zurita Pedro Ivan, Romero Pérez Iván, Serralde Jiménez Edwin Jhunuel, Villanueva Mora Naiby Vela, Dra. Ortega Almanza Leticia

#### TERCER LUGAR:

**“Evaluación de la actividad antibacteriana del aceite esencial de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) y anisillo (*Tagetes micrantha*) contra *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*”**

**Autores:** Franco Martínez César, García de la Rosa Karla Iliana, García Morgado Yeicatl, Luna Huerta Juan Pablo, Luna González Fredy Iván, Rodríguez Mujica Yael Esteban, Dra. Esquivel Campos Ana Laura



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

## PREMIACIONES

### MODALIDAD: PRESENTACIÓN CARTEL

#### PRIMER LUGAR:

**“Obtención de un derivado del ácido glicirretínico mediante la adición de ácido glutámico: síntesis, estudios in silico e in vitro hacia el desarrollo de inhibidores de la Proteína Tirosina Fosfatasa 1B (PTP1B)”**

**Autores:** Morales Juárez Tonancy\*, Gómez Baños Amor, Vega Huaracha Luis Ángel, y Zarate Villa Osiris Wendolyn, De la Cruz Martínez Ledy, Dr. Cortés Benítez Juan Francisco

#### SEGUNDO LUGAR:

**“Producción de bacteriocinas por *Lactobacillus casei* utilizando Nejayote como sustrato de fermentación”**

**Autores:** Bartolo Mandujano Edith Citlaly, González Guerrero Luis Fernando, Montiel Santana Saul Esteban, Sánchez Guzmán Josselyn, Sosa Delgadillo Victoria de los Ángeles, Dra. Gutiérrez Nava Angélica, Dra. Martínez de la Cruz Patricia

#### TERCER LUGAR:

**“Terapias milagrosas: el caso del dióxido de cloro para el tratamiento de enfermedades”**

**Autores:** Monter Alvarado Tlalli Mahuitzi, Mendez Martinez Violeta Michelle, Alcantar Espino Brandon Alvaro, Dra. Rodríguez Guerrero Verónica, Dra. Sánchez Herrera Karina.

2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB



2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB





2° Congreso Estudiantil de proyectos modulares de la licenciatura de QFB

**GRACIAS**

**NOS VEMOS PRONTO**