

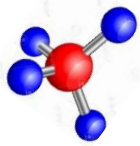
Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Xochimilco



DEPARTAMENTO DE SISTEMAS BIOLÓGICOS



Congreso Estudiantil de Proyectos Modulares de la Licenciatura en QFB



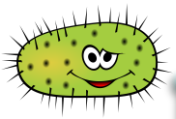
5°



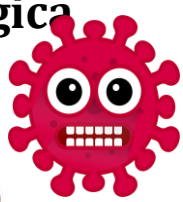
Departamento de Sistemas Biológicos

Licenciatura en Química Farmacéutica Biológica





MEMORIAS











8 y 9 DE DICIEMBRE DE 2025

Trimestre 25 Otoño







Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Xochimilco



DEPARTAMENTO DE SISTEMAS BIOLÓGICOS



AUTORIDADES UNIVERSITARIAS



Dr. Gustavo Pacheco López
Rector General

Dra. Esthela Irene Sotelo Núñez
Secretaria General

Dra. María Angélica Buendía Espinosa
Rectora de la Unidad Xochimilco

Dra. Irma Gabriela Anaya Saavedra
Secretaria de Unidad

Dr. Luis Amado Ayala Pérez
Director División de Ciencias Biológicas y de la Salud

Dr. Jorge Ismael Castañeda Sánchez
Secretario Académico de la DCBS

Dra. Liliana Schifter Aceves
Jefa del Departamento de Sistemas Biológicos

Dr. Juan Manuel Martínez Núñez
Coordinador de la Maestría y Doctorado en Ciencias Farmacéuticas

Dra. Norma Angélica Noguez Méndez
Coordinadora de la Licenciatura en Química Farmacéutica Biológica



uam



COMITÉ ORGANIZADOR

Dra. Ana Laura Esquivel Campos

Dra. Raquel González Vázquez

Dra. Karina Sánchez Herrera

Dra. Verónica Rodríguez Guerrero

Dra. Norma Angélica Noguez Méndez

Dra. María Angélica Gutiérrez Nava

M. en C. Francisco López Naranjo

Dr. Lino Mayorga Reyes

M. en C. Felipe Mendoza Pérez

Dra. Liliana Schifter Aceves





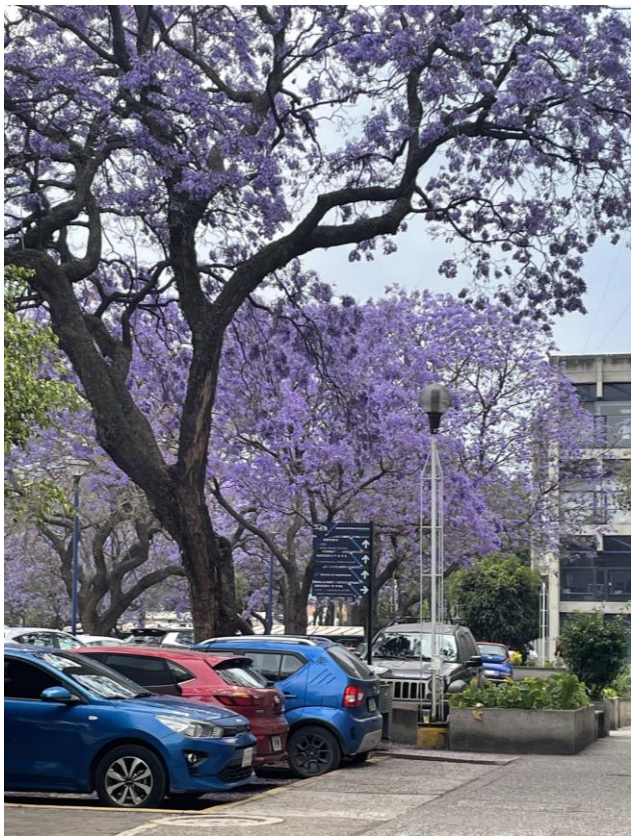
Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Xochimilco

DEPARTAMENTO DE SISTEMAS BIOLÓGICOS

SEDE

Auditorio Tania Larregui

(Edificio Q)



Unidad Xochimilco

Calzada del Hueso 100. 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-X; 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.



JUSTIFICACIÓN

Para cumplir con la misión de la Licenciatura en Química Farmacéutica Biológica de la UAM-Xochimilco, cada trimestre, los estudiantes realizan un proyecto modular que involucra los contenidos de los módulos, donde se propicia la discusión sobre problemáticas sociales actuales. Los resultados de estas investigaciones modulares históricamente han sido presentados, discutidos y evaluados dentro del aula sin tener un alcance al resto de la comunidad de la licenciatura.

Con base en estos antecedentes, generamos la idea de abrir un espacio de difusión para los proyectos modulares realizados en el trimestre y así propagar, enriquecer y actualizar el aprendizaje, por medio de la reflexión, discusión e intercambio de ideas entre el alumnado, egresados y los docentes de la licenciatura de QFB. Para ello, se propuso realizar un congreso trimestral llamado *"Congreso Estudiantil de Proyectos Modulares"*, donde los alumnos a través de la presentación de sus proyectos transmitan los conocimientos aprendidos, favoreciendo el desarrollo de capacidades, habilidades y la generación de nuevas propuestas en la elaboración de fármacos, medicamentos y materiales biológicos relacionados con temas de relevancia para México.

Así mismo, en el evento se contemplaron conferencias plenarias sobre investigaciones científicas de alto impacto que realiza el personal académico del Departamento de Sistemas Biológicos o de expertos invitados de otros departamentos o de otras instituciones, 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 que atañen al QFB y tener perspectivas para trabajar de forma conjunta con otros profesionales en diferentes áreas para el beneficio de la sociedad en general.





PROGRAMA

Horario	08 Diciembre
8:30 a 9:50	Registro, colocación de carteles e infografías
9:00 a 10:00	Recepción de piñatas científicas
10:00 a 10:30	Inauguración por autoridades de la UAM-X
10:30 a 10:50	Presentación alumnado: La dapsona como fármaco cardioprotector en un modelo de estatus epiléptico en rata
10:50 a 11:10	Presentación alumnado: Evaluación in silico del potencial inhibitorio de la Ciclooxigenasa 2 (Cox-2) de un derivado de la síntesis de biginelli y el eugenol
11:10 a 12:00	Dr. Juan Esteban Barranco Florido UAM-X "Aplicaciones biotecnologicas de metabolitos producidos por hongos filamentosos en cultivo sólido"
12:00 a 13:00	Presentación de infografías científicas Coffee Break /Actividad lúdica: Químicos en Movimiento
13:00 a 13:20	Presentación alumnado: Propuesta de menú vegano económio y nuritivo para 5 días con 5 comidas por día para mujeres jóvenes mexicanas de 25 a 28 años asalariadas
13:20 a 13:40	Presentación alumnado: Evaluación del efecto de los iones calcio (Ca^{2+}) y cobre (Cu^{2+}) sobre la actividad enzimática de la inulinasa producida por Kluyveromyces marxianus
13:40: 14:00	Presentación alumnado: Detección y clasificación de errores de medicación en recetas médicas de centro de salud de la ciudad de México
14:00 a 15:00	Tiempo libre
15:00 a 18:00	Presentación y evaluación de proyectos modulares en modalidad cartel
	09 de Diciembre
9:00 a 10:00	Registro, colocación de carteles e infografías
10:00 a 10:20	Presentación alumnado: Síntesis de un híbrido de vitamina B6-paracetamol para reducir el efecto adverso por daño hepático.
10:20 a 10:40	Presentación alumnado: Identificación, caracterización y sensibilidad antimicrobiana de actinobacterias patógenas oportunistas aisladas de pacientes inmunocomprometidos
10:40 a 11:00	Presentación alumnado: Efecto de la adición de cloruro de sodio (NaCl) sobre el crecimiento microbiano en carne de res cruda almacenada a temperatura ambiente
11:00 a 12:00	Dra. Vicky García Rodríguez "De las enzimas al metano: Una travesía científica entre México y Canadá"
12:00 a 12:30	Coffee Break / Presentación de infografías científicas
12:30 a 13:30	QFB. Issac Arteaga Larumbe "Tan sencillo como orinar"
13:30 a 14:00	Presentación alumnado: Evaluación in vitro de la actividad sinérgica de extractos vegetales en la inhibición de *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus epidermidis* y sus biofilm
14:00 a 14:30	Comida
14:30 a 17:00	Presentación y evaluación de proyectos modulares en modalidad cartel
17:00 a 18:30	Premiación de proyectos modulares en sus tres modalidades Actividad de piñatas científicas, Clausura oficial del evento



AGRADECIMIENTOS

Rectoría y Secretaría de la Unidad

División de Ciencias Biológicas y de la Salud

Departamento de Sistemas Biológicos

Coordinación de la Licenciatura de QFB

Coordinación de la Maestría en Ciencias Farmacéuticas

Profesores que participaron en el Comité Científico

Profesores que participaron en el comité evaluador

Alicia María Esther Palomares Morales - secretaria de la Coordinación de QFB

Estudiantes de licenciatura y posgrado por su valiosa participación en este evento

A los estudiantes que apoyan en la logística del evento

Quinto Congreso Estudiantil de Proyectos Modulares de la Carrera de QFB

Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Xochimilco



DEPARTAMENTO DE SISTEMAS BIOLÓGICOS

COMUNICACIÓN

CORREO ELECTRÓNICO

congresoestudiantil.qfb@correo.xoc.uam.mx



FACEBOOK

Departamento de Sistemas Biológicos UAM-X DCBS



TELEGRAM

Departamento de Sistemas Biológicos

Eventos-UAM-X

SITIO WEB OFICIAL DEL CONGRESO

http://cbs1.xoc.uam.mx/congreso-qfb/



CONFERENCISTAS INVITADOS



Semblanza

Dr. Juan Esteban Barranco Florido

Profesor Titular C tiempo completo en la Universidad Autónoma Metropolitana. SECIHTI CVU 74837 y perfil PRODEP (2007-2027).

Estudios realizados: Licenciatura en Químico Farmacéutico Biológica en la UAM-Xochimilco, Maestría en Biotecnología con la tesis Sistema de inmovilización de *Kluyveromyces marxianus* en alginato de bario y Doctorado en Biotecnología con la tesis Sistema-Modelo del mecanismo de patogenicidad del hongo Verticillium lecanii en cultivo sólido en la UAM-Iztapalapa.

Línea de investigación: Desarrollo Tecnológico en Bioprocesos, experiencia en la producción de conidios, enzimas y metabolitos de hongos filamentosos en cultivo sólido.

Proyectos de investigación divisional:

“Obtención de conidios y metabolitos de hongos filamentosos para su potencial uso en el control biológico e industria farmacéutica”

“Diseño, desarrollo y evaluación de un biorreactor de cultivo sólido de charolas a escala piloto para la producción de metabolitos de hongos filamentosos”

Impartición de docencia en la licenciatura de QFB y en las Maestrías de Ciencias Agropecuarias y Ciencias Farmacéuticas

Recursos humanos formados: 54 servicios sociales, 3 tesistas de licenciatura, 15 tesistas de maestría y dos de doctorado relacionados con la línea de investigación.



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Xochimilco



DEPARTAMENTO DE SISTEMAS BIOLÓGICOS



Semblanza

Dra. Vicky García

Investigadora en Ciencias Animales y Agropecuarias. Antes de su posición actual, trabajó como investigadora postdoctoral en la Universidad de Lethbridge, en Alberta, donde realizó investigaciones enfocadas en la fermentación de desperdicios alimentarios. Su trabajo buscaba abordar desafíos del sector agropecuario mediante el aprovechamiento de subproductos de la industria alimentaria, contribuyendo a la reducción de desperdicios y al fortalecimiento de la sostenibilidad en los sistemas alimentarios.

El interés de la Dra. García en el aprovechamiento de residuos alimentarios comenzó durante su maestría en la Universidad Autónoma Metropolitana (Ciudad de México), donde desarrolló un queso funcional a partir del suero de leche de cabra, un subproducto del proceso quesero. Este proyecto tuvo como objetivo encontrar usos innovadores para los residuos alimentarios, aumentar el valor de productos que comúnmente se descartan y explorar cómo la industria puede reducir el desperdicio transformándolo en bienes de valor agregado. Su experiencia en biotecnología alimentaria ha definido su enfoque continuo en el desarrollo de productos más sostenibles y de alto valor.

Antes de su posición actual, la Dra. García trabajó como investigadora en prácticas en Agriculture and Agri-Food Canada, donde realizó fermentaciones ruminales in vitro y estudió la producción de metano en rumiantes. También adquirió una valiosa experiencia como asistente de investigación en la Universidad Autónoma Metropolitana, donde dirigió proyectos enfocados en enzimas exógenas fúngicas para rumiantes, ampliando su conocimiento en nutrición animal y procesos fermentativos. La Dra. García obtuvo el grado de Doctora en Ciencias Animales y Agropecuaria en la Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, donde su investigación se centró en la actividad enzimática de cepas de Trichoderma para el desarrollo de enzimas exógenas destinadas a la alimentación de rumiantes.



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Xochimilco



DEPARTAMENTO DE
SISTEMAS BIOLÓGICOS

INFOGRAFIAS



Índice de infografías

Folio	Título de la infografía
101	β-caroteno. Energía, color y vida
102	Enantiómeros del ibuprofeno y sus funciones biológicas
103	Saponificación y formación de jabones
104	Varitas Luminosas
105	Beneficios del GINTONIC
106	Hongos psilocibios
107	¿Por qué se escalda la lengua al consumir piña?
108	Acetilcolina: La química detrás del mensajero neuronal
109	Manejo de residuos peligrosos en el laboratorio
110	“Romper para construir. Biocatálisis: Un atajo molecular”
111	¿Cómo funcionan los bloqueadores solares?
112	SQUINAVIR. Primer Inhibidor de la Proteasa
113	Estudios de utilización de medicamentos en sepsis neonatal
116	La química detrás de la campana de gauss

Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Xochimilco

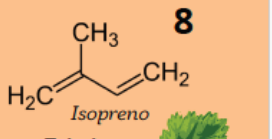
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS BIOLÓGICOS

Folio 101

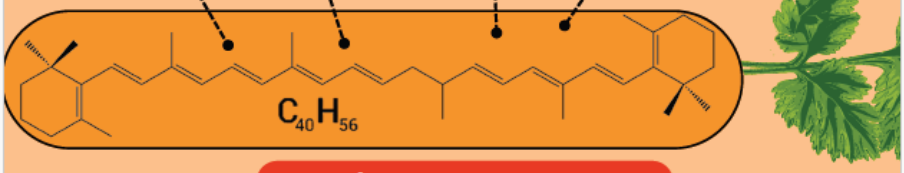
β-caroteno: Energía, color y vida

¿QUÉ ES?

Pigmento natural | **Carotenoide** | **Liposoluble**



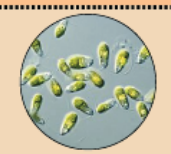
Tetraterpeno



¿DÓNDE SE ENCUENTRA?



Frutas y verduras



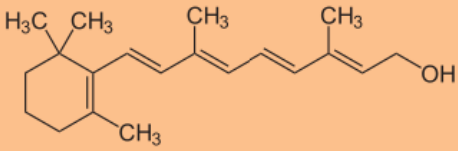
Dunaliella sp.



Otros

PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Peso molecular: 536.9 g/mol
Punto de fusión: 183 °C
Altamente oxidable
Estructura: Dobles enlaces conjugados.
Color: naranja-amarillo (absorbe azul/violeta)



FUNCIONES BIOLÓGICAS

Plantas: Aporta color y protege en la fotosíntesis.
Animales: Se transforma en vitamina A o genera coloraciones en piel, plumas y conchas.
Precursor de la vitamina A: Provitamina A → retinal/retinol





APLICACIONES EN LA INDUSTRIA

- **Aditivo Alimentario (E-160a).**
- **Suplementos Dietéticos.**
- **Cosmética.**



CURIOSIDADES

La **carotenemia** se debe a elevados niveles de β-caroteno en la sangre.



Autores: Abril Gonzáles Morales y Madai Marshall Tapia
Profesores: Dra. Martha Leyte Lugo y Dr. Juan Francisco Cortés Benítez

Referencias bibliográficas

- Namitha, K. K., & Negi, P. S. (2010). *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, *50*(8), 728-760
- López, R. (2018). *Revista Ciencia*, 69(4), 1106–1115. Academia Mexicana de Ciencias
- Erdman, et al. (2012). *Modern Nutrition in Health and Disease* (11th ed.). Lippincott Williams & Wilkins.
- Quintana, et al. (2018). *Ciencia*, *69*(4).

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Xochimilco
Casa abierta al tiempo

DEPARTAMENTO DE SISTEMAS BIOLÓGICOS

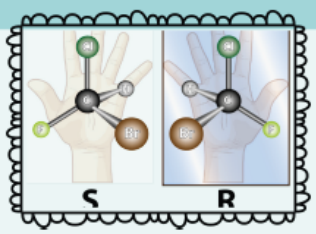
Folio 102

Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco
Módulo IV: Síntesis y reactividad de los compuestos orgánicos
Bello Salazar Yarely Jazmin, Cadena Miranda Naomi Samantha, Ocampo de la Rosa Bryan,
Portillo Salgado Ivan Alberto, Ruiz Villa Itzamarai de Jesús.
Docentes: Dra. Paola Guadalupe Gordillo Guerra.
Dr. Héctor Manuel Luna Contla.

Enantiómeros del ibuprofeno y sus funciones biológicas

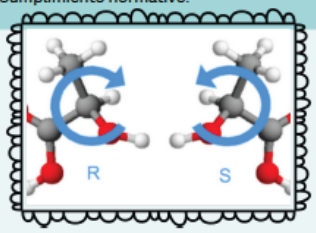
1 ¿Qué son los enantiómeros?

Son estereoisómeros que son imágenes especulares no superponibles entre sí. Tienen las mismas propiedades físicas y químicas, excepto por la interacción con el plano de la luz polarizada o con otras moléculas quirales.



2 Importancia de distinguir enantiómeros en los fármacos

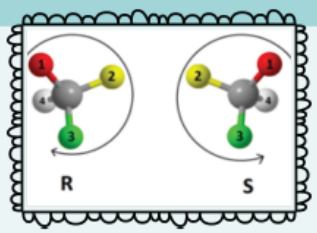
- El eutómero vs distómero.
- Un enantiómero puede ser inactivo o tóxico.
- Mejorar la tolerabilidad y reducir los efectos secundarios.
- Mayor efectividad.
- Cumplimiento normativo.



3 La regla de Cahn-Ingold-Prelog

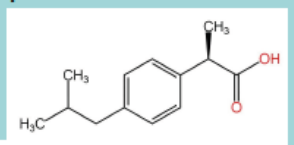
Consiste en la asignación de prioridades a los sustituyentes de un centro quiral:

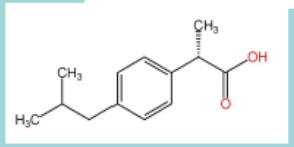
1. Prioridad al átomo con mayor Z.
2. En caso de empate se compara el siguiente átomo de cada cadena.
3. Los isótopos tienen prioridad según su A.



4 Enantiómeros del ibuprofeno

***R*-(−)-ibuprofeno**





***S*-(+)-ibuprofeno**

5 ¿Por qué es importante la quiralidad?

- Cada enantiómero de un fármaco quiral puede comportarse de forma muy distinta en la biodisponibilidad, tasa metabólica, metabolitos, potencia y selectividad por receptores, transportadores o enzimas.
- Usar un fármaco con un solo enantiómero genera perfiles más simples con mejores índices terapéuticos.



6 Ventajas y desventajas

Mezcla racémica

- Es más barato y fácil de producir.
- El cuerpo convierte parte del *R* en *S*.
- Mayor eficacia.
- Mayor riesgo de efectos secundarios.
- Metabolismo complejo.

***S*-(+)-ibuprofeno en mayor proporción**

- Mayor actividad.
- Menor dosis necesaria.
- Menores efectos secundarios.
- Mayor costo de producción.
- Mayor control químico y farmacéutico.

Bibliografía

1. McConathy, J., & Owens, M. J. (2003). Stereochemistry in Drug Action. Primary care companion to the Journal of clinical psychiatry, 5(2), 70–73. https://doi.org/10.4088/pcc.v05n0202
2. Nicolaou, 2016, November 21. Stereochemistry in Pharmaceuticals: Beyond the shape of the pill. Stereochemistry. https://blogs.rsc.org/stereochemistry/2016/11/21/stereochemistry-in-the-pharmaceutical-industry/?_x_tr_sl=es&_x_tr_tl=en&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=wapp
3. Nguyen, L. A., He, H., & Pham-Huy, C. (2006). Chiral drugs: an overview. International journal of biomedical science : IJBS, 2(2), 85–100.
4. Van Alem, B., & Bladh, S. (2021). Microbial degradation of polyhydroxyalkanoates. In Reference eBooks (pp. 181–184). https://doi.org/10.1016/b978-0-08-088504-9.00279-0
5. Peng, X., Zhu, Y., Lee, C., Zhang, P., Wang, P., Li, X., Liu, G., & Zhang, J. (2024). Chiral drugs: Sources, absolute configuration identification, pharmacological applications, and future research trends. Medicinal Research Reviews, 44(1), 130008. https://doi.org/10.1016/j.med.2024.100008

Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Xochimilco

DEPARTAMENTO DE SISTEMAS BIOLÓGICOS

Folio 103

Saponificación y formación de jabones

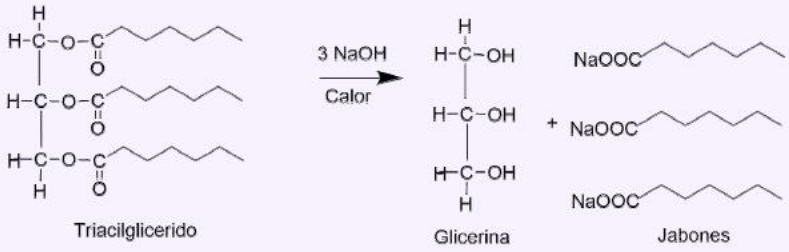
Composición del jabón





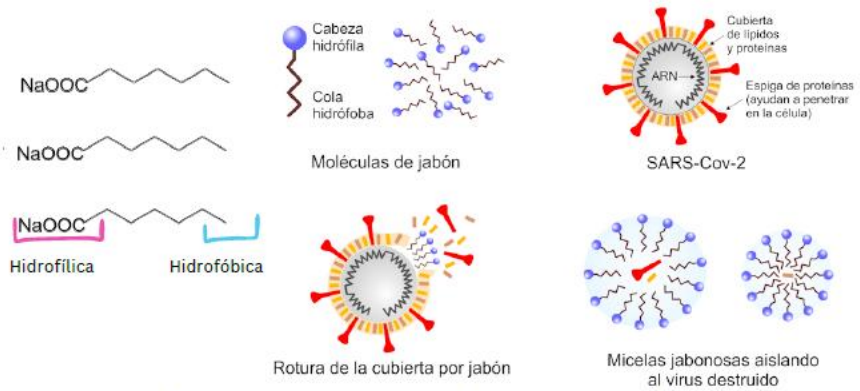
Los jabones se componen de sales de ácidos grasos, los cuales a su vez derivan de la reacción de un ácido graso y una sal mineral (saponificación).

Saponificacón - Mecanismo de reacción



Saponificación: Hidrólisis básica (NaOH, KOH) de un triglicérido en presencia de calor, que genera sales de ácidos grasos.

¿Cómo funciona un jabón?



Las sales de ácidos grasos tienen una parte hidrofílica y una hidrofóbica, lo cual les confiere la capacidad de formar micelas, las cuales son la base para el funcionamiento del jabón.

Referencias
- Lorca, M., & Monje, L. (2020). El jabón es un arma muy eficaz contra el coronavirus. The Conversation: Academic Rigour, Journalistic Flair. https://doi.org/10.64628/aao.mygbr6gyx
- McMurry, J. (2018). Química Orgánica (9ª ed.). Cengage Learning.
- Aula Virtual de Biología. (s/f). www.um.es. Recuperado el 5 de diciembre de 2025, de https://www.um.es/molecula/lipi01.htm
- Regla, I., Vélez, E. V., Amaya, D. H. C., & Neri, A. C. (s/f). La química del jabón y algunas aplicaciones. Unam.mx. Recuperado el 5 de diciembre de 2025, de https://www.revista.unam.mx/vol.15/num5/art38/

Autoras
- García Cordero Paulina Michelle
- Nila Santiago Valeria

Profesores
- Dr. Cortés Benítez Juan Francisco
- Dra. Leyte Lugo Martha Adriana

Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Xochimilco

DEPARTAMENTO DE SISTEMAS BIOLÓGICOS

Folio 104

VARITAS LUMINOSAS

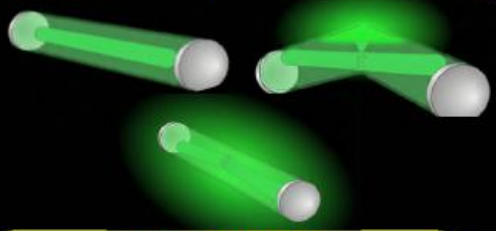
QUIMIOLUMINISCENCIA

Emisión de luz como resultado de una reacción química, donde la energía liberada se convierte en luz visible en lugar de calor.



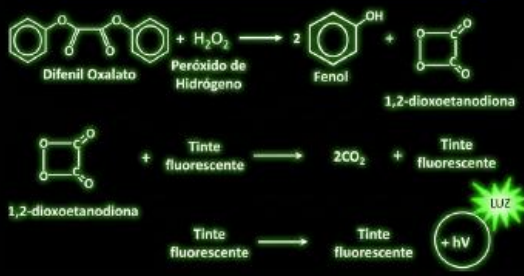
¿CUÁL ES SU REACCIÓN?

Es una reacción química exotérmica, donde una molécula absorbe energía y se excita, el cual emite luz.



MECANISMO

Peróxido de Hidrógeno + Éster de Oxalato → Intermediario de alta energía → [Colorante excitado] → Colorante en estado fundamental + LUZ



DATO CURIOSO...

La estabilidad del colorante determina cómo se apaga la luz:

- Azules y verdes: Son muy estables. Mantienen su color intacto y brillante hasta que los reactivos se consumen por completo.
- Rojos: Algunos son menos estables y pueden degradarse durante la reacción. Esto hace que, hacia el final, su luz se vuelva más tenue o cambie a un tono anaranjado.



REFERENCIAS

Autores: -Castillo Nava Valeria Jimena
-Velázquez Castoño Mariana
Profesores: -Leyte Lugo Martha Adriana
-Cortes Benitez Juan Francisco

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Xochimilco
Casa abierta al tiempo

DEPARTAMENTO DE SISTEMAS BIOLÓGICOS

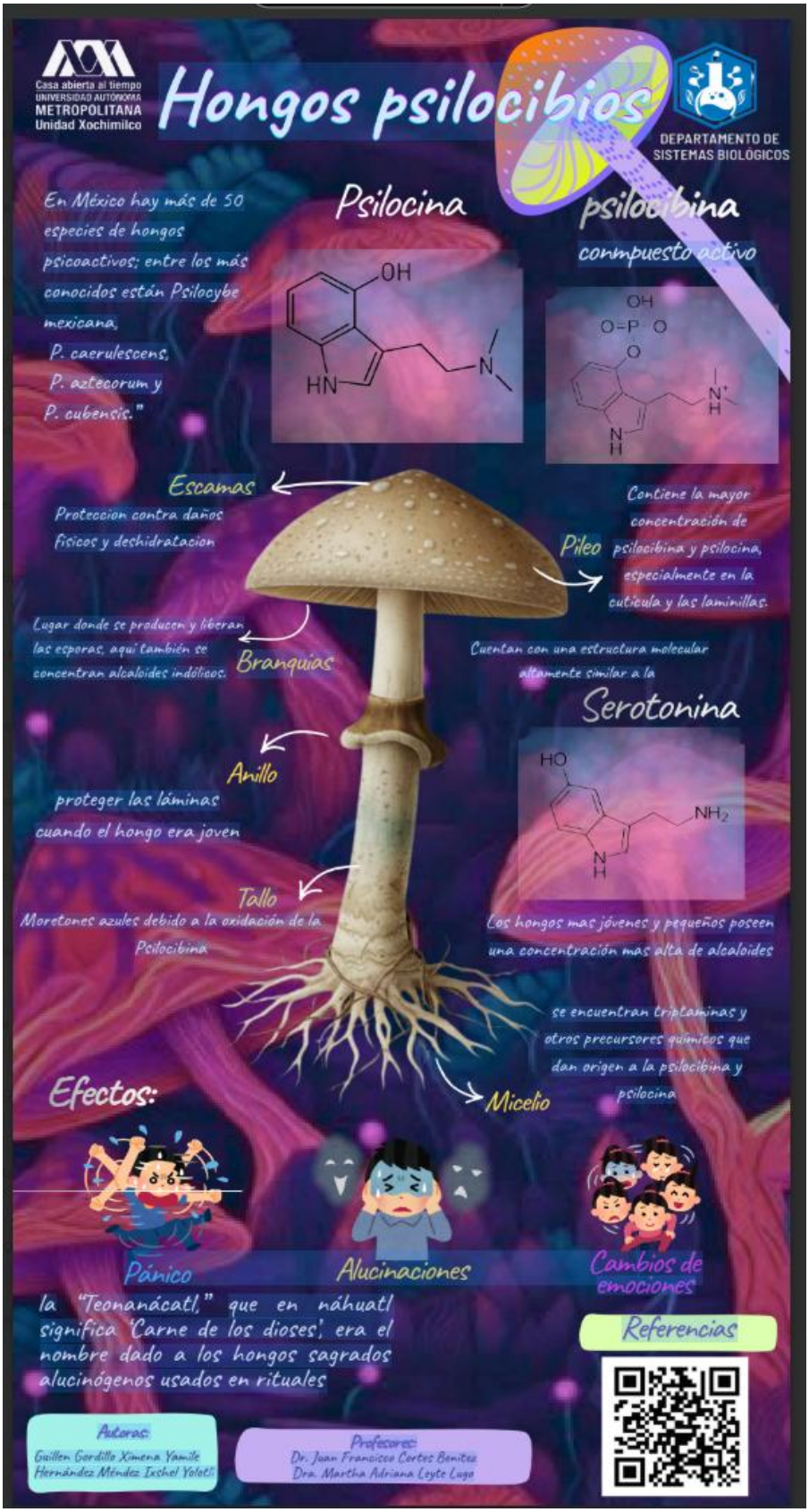
Folio 105



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Xochimilco
Casa abierta al tiempo

DEPARTAMENTO DE SISTEMAS BIOLÓGICOS

Folio 106



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Xochimilco

DEPARTAMENTO DE SISTEMAS BIOLÓGICOS

Folio 107

Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Xochimilco

¿Por qué se ESCALDA la lengua al consumir PIÑA?

La ENZIMA encargada de este asunto

La **PIÑA** contiene cantidades importantes de una **ENZIMA** de tipo proteolítica llamada **BROMELINA**, la cual es la responsable de producir el efecto de escaldado en nuestra **LENGUA**.



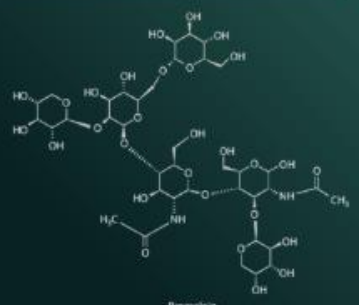
La ciencia detrás de la BROMELINA

En la **SALIVA** de nuestra boca se encuentran **PROTEÍNAS** (responsables del mantenimiento y protección de la boca, así como de ayudar a digerir los alimentos), las cuales se **HIDROLIZAN** al interactuar con la bromelina, generando la sensación de «**ESCALDADO**».

APLICACIONES en el sector industrial

Tratamiento de muestras alimenticias para **ANÁLISIS DE AMINOÁCIDOS**, aditivo de **ALIMENTO** para **GANADO**, suplementos alimenticios, producción de **PÉPTIDOS BIOACTIVOS**, **ABLANDAMIENTO** de **PRODUCTOS CÁRNICOS**, aditivo de detergentes y **PREPARACIONES COSMÉTICAS**





Bromelain

Referencias :
•Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD). 2021.
• Sun, et al., 2018, p. 208-215.
• García, et al., 2012, p. 450-456
•Chakraborty, et al., 2021, p. 317.
•Tavano, et al., 2018, p. 412-436.

Autores:
Mariana Gómez Hernández
Diego Fernando Martínez Guillermo

Profesores:
Martha Leyte Lugo
Juan Francisco Cortés Benítez

DEPARTAMENTO DE SISTEMAS BIOLÓGICOS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Xochimilco
Casa abierta al tiempo

DEPARTAMENTO DE SISTEMAS BIOLÓGICOS

Folio 108

ACETILCOLINA: LA QUÍMICA DETRÁS DEL MENSAJERO NEURONAL

1. CONCEPTO Y FUNCIONES

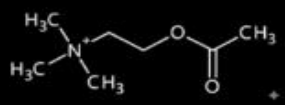
La acetilcolina fue descubierta en 1921 por Otto Loewi y es el neurotransmisor principal del Sistema Nervioso Central y Periférico. Es crucial para la activación cortical, el paso de sueño a vigilia, y los procesos de memoria, además de estar relacionada con enfermedades neurodegenerativas.







ACETYLCHOLINE

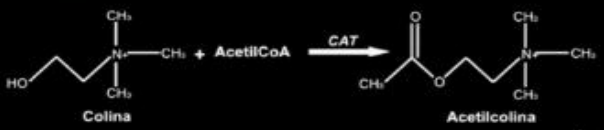


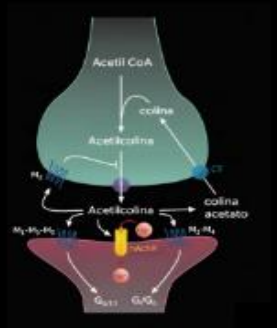
2. IMPORTANCIA DEL NITRÓGENO EN LA MOLÉCULA

Fundamental porque forma parte del grupo de amonio cuaternario, que le otorga una carga positiva permanente. Esta propiedad es crucial para su función como neurotransmisor.

3. SÍNTESIS Y RELACION DE LA ACETILCOLINA CON LA MEMORIA

- Codificacion de nuevos recuerdos.
- Consolida los recuerdos
- Interviene en el proceso de recuperación .
- Los niveles de Ach bajan durante el sueño lo cual explica porque tenemos dificultad de recordar información pasada inmediatamente después de despertarnos.





Receptores Nicotínicos y Muscarínicos



REFERENCIAS:

- Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura. Universidad Nacional de Rosario. (12 de noviembre,2012) http://www.fceia.unr.edu.ar/lcm1533/nadina.php?compid=28
- Universidad De La Laguna. Departamento de Medicina Física y Farmacológica. Fármacos Parasimpaticomiméticos(s.f.)
- Wp_Masssalud. (2023, 28 septiembre). ¿Se te subió el muerto cuando dormías? - Salud FacMed. https://masssalud.facmed.unam.mx/index.php/se-te-subio-el-muerto-cuando-dormias/

Alumnos: Cantor Figueroa Jessica, Díaz Rangel Karla Itzel, Sánchez Alavez Diego Salvador

Profesores: Martha Adriana Leyte Lugo y Juan Francisco Cortés Benítez

Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Xochimilco

DEPARTAMENTO DE SISTEMAS BIOLÓGICOS

Folio 109

MANEJO
DE RESIDUOS PELIGROSOS DE LABORATORIO

¿QUÉ SON LOS RESIDUOS PELIGROSOS?

Son sustancias que han perdido su utilidad (están fuera de especificación o caducas) y representan un riesgo porque sus propiedades pueden causar daños a la salud, al ambiente o generar reacciones peligrosas.

NOM-052-SEMARNAT-2005
Define las características (CRETI), el procedimiento de identificación y la clasificación de los residuos peligrosos.

NOM-053-SEMARNAT-1993
Establece la prueba de extracción necesaria para identificar los componentes que hacen que un residuo sea tóxico para el medio ambiente.

CLASIFICACIÓN

- Residuos químicos: Corrosivos, Reactivos, Explosivos, Tóxicos e Inflamables (CRETI).
- Residuos biológicos-infecciosos: Placas de cultivo, material empapado con sangre o fluidos, guantes contaminados.
- Residuos punzocortantes

PRINCIPIOS DE MANEJO SEGURO

- Prohibición de Mezclas (Incompatibilidad):
  - Ácidos con bases.
  - Inflamables con corrosivos.
  - Oxidantes con orgánicos.
  - Halogenados con no halogenados.
- Etiquetado obligatorio:
  - Nombre y composición del residuo.
  - Tipo de residuo (CRETI/Biológico, etc.).
  - Fecha de generación y cantidad.
  - Riesgos GHS (si aplica).
  - Responsable de la unidad.

CONTENEDORES ADECUADOS


Frascos de vidrio con tapa de rosca (a prueba de fugas)

Frascos de boca ancha o contenedores de plástico rígido (recipientes herméticos)


Bolsas rojas y contenedores rígidos (bien calibre y resistente a perforaciones)

CÓDIGOS DE COLORES

QUIMICOS
- Inflamables
- Corrosivos
- Tóxicos
- Reactivos especiales
- Orgánicos halogenados

RPBI
- Sólido contaminado
- Residuos patológicos
- Bolsa para sangre y fluidos
- Cultivos líquidos (soluciones contaminadas)

ALMACENAMIENTO

- Área ventilada
- Separar por compatibilidad: ácidos / bases / orgánicos / oxidantes
- Mantener alejado de calor
- Envases cerrados y en buen estado
- Almacenar máximo 6 meses en laboratorio



RESIDUOS HALOGENADOS/NO HALOGENADOS

Los residuos halogenados, presentan alta toxicidad, riesgo ambiental. deben mantenerse separados de los no halogenados, ya que estos últimos pueden manejarse y tratarse con a menor peligro.



DESTINO FINAL

Una vez recolectados y clasificados, los residuos son retirados del laboratorio tomando en cuenta sus características de peligrosidad para sutratamiento:

- Incineración controlada
- Neutralización química
- Recuperación o reciclaje de solventes
- Tratamiento físico-químico para reducir su toxicidad



Autores
- Angel Iván Gutiérrez Ramírez
- Paola Alejandra González Ramón

Profesores
- Dra. Martha A. Leyte Lugo
- Dr. Juan Francisco Cortés Benítez

Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Xochimilco

DEPARTAMENTO DE SISTEMAS BIOLÓGICOS

Folio 110

5° CONGRESO ESTUDIANTIL DE PROYECTOS MODULARES DE LA LICENCIATURA DE QFB

ROMPER PARA CONSTRUIR

BIOCATÁLISIS: UN ATAJO MOLECULAR

Arteaga Patiño Daniela, Catalán Ramírez Luis Adrián [1]
López Méndez Luis José[1]
1. Licenciatura en Química Farmacéutica Biológica, Departamento de Sistemas Biológicos, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. Calzada del Hueso 1100, Colonia Villa Quietud, Alcaldía Coyoacán, 04960, CDMX.
Autores para correspondencia: 2213057199@alumnos.xoc.uam.mx, llopez@correo.xoc.uam.mx

1 ¿QUÉ ES LA CATÁLISIS?

Modificación de la **velocidad de proceso de una reacción** por la presencia de ciertas sustancias



2 ¿QUÉ ES LA BIOCATÁLISIS?

Uso de catalizadores biológicos, principalmente **enzimas**, para acelerar reacciones químicas



3 TIPOS DE ENZIMAS

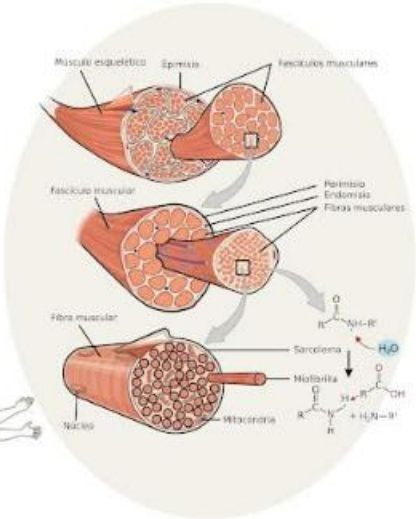
Isomerasas	Oxidorreductasas
Ligasas	Transferasas
Translocasas	**Hidrolasas**
	Liasas

Están relacionadas con la porducción de suplementos alimenticios



4 SUPLEMENTOS ALIMENTICIOS

Se añaden hidrolasas a la proteína comercial. Estas cortan las cadenas largas de aminoácidos en fragmentos pequeños llamados péptidos, no requieren mucha digestión estomacal y llegan más rápido al músculo.



5 BCAAS (AMINOÁCIDOS DE CADENA RAMIFICADA)

L-Leucina
Actúa como una "llave de encendido" metabólica.
L-Isoleucina
Aporta energía y ayuda en la recuperación post-entreno.
L-Valina
Previene la destrucción muscular



Bibliografía:
- Arroyo, M., Acebal, C., & de la Mata, I. (2024). Biocatálisis y biotecnología. Arbor, 196(768), a156. https://doi.org/10.3989/arbor.2014.768n4010
- Carreras, J. G., Colasurdo, D. D., & Allegretti, P. E. (2025). Catálisis. Libros de Cátedra.
- Liceaga, A. M. (2019). Approaches for utilizing insect protein for human consumption: Effect of enzymatic hydrolysis on protein quality and functionality. Annals of the Entomological Society of America, 112(6), 529–532. https://doi.org/10.1093/aesa/saz010



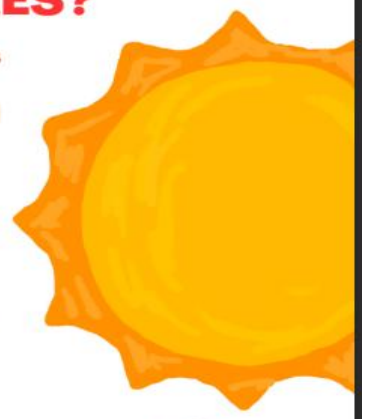




Folio 111

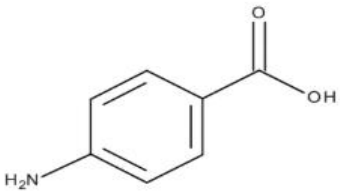
¿CÓMO FUNCIONAN LOS BLOQUEADORES SOLARES?

La función de los protectores solares están diseñados para evitar quemaduras, daños por rayos UV y el envejecimiento prematuro



Compuestos de un protector solar

- ACIDO PARA-AMINOBENZOICO: Bloquea los rayos solares una vez que se aplica a la piel





- DIOXIDO DE TITANIO: Bloquea los rayos UV antes de que dañe la piel





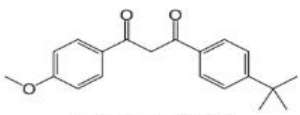


OXIDO DE ZINC:
Este es el compuesto más completo ya que contiene:

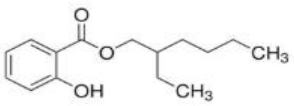
- Protección UV
- Previene sarpullido y arrugas
- Poco soluble en agua y duradero en la piel

¿Cómo es que la luz UV se debilita al protector solar?

Se emplea la avobenzona, molécula que ayuda a degradar la luz UV, que en conjunto con el OCTISALATO ayuda a estabilizar la AVOBENZONA para un mejor resultado.



AVOBENZONA



OCTISALATO

Otros compuestos destinados a combatir los rayos UV:

- Octocrileno: Casi imposible de diluir en agua
- Octinoxato: Rápida absorción en la piel
- Oxibezona: Portador de otros compuestos para que actúen mejor en la dermis.

Referencias bibliograficas:
Los compuestos químicos esenciales en los protectores solares. (s. f.-b). https://www.uves/uvweb/master-química/es/blog/compuestos-quimicos-esenciales-protectores-solares-1285949128883/GacetaRecerca.html?id=1285976828831

Autores: Bahena López Hannia Nicole, Carteño Vargas Michelle Alessandro, García Medina Dafnne.
Dra. Martha Leyte Lugo. Dr. Juan Francisco Cortes Benitez

Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Xochimilco

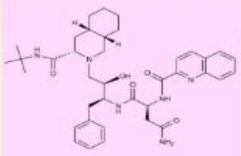
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS BIOLÓGICOS

Folio 112

SAQUINAUVIR

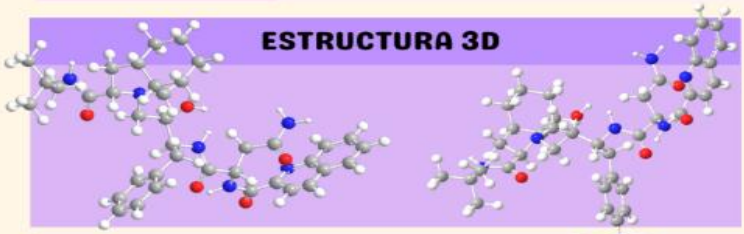
PRIMER INHIBIDOR DE LA PROTEASA

PROPIEDADES QUÍMICAS



Fórmula molecular: $C_{38}H_{50}N_6O_5$
PM: 670.8g/mol
pKa: 7.16

ESTRUCTURA 3D



PROPIEDADES FARMACOLÓGICAS

Es un inhibidor altamente selectivo de la proteasa que se utiliza en el tratamiento del virus de la inmunodeficiencia humana (VIH).



EFECTOS SECUNDARIOS



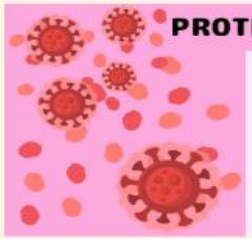
Molestias gastrointestinales, diarrea, náuseas, fatiga; con el uso prolongado, hiperlipidemia y lipodistrofia.

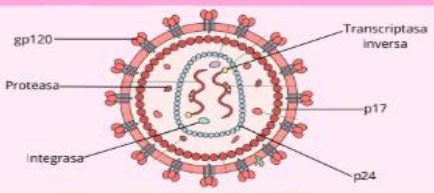
OBJETIVO

Unirse al centro catalítico de la proteasa, originando la formación de viriones inmaduros no infecciosos y así evitar la propagación virus



PROTEASA UNA DIANA IMPORTANTE





MECANISMO

Se basa en competir con el sustrato natural -poliproteína vírica- por el centro catalítico de la proteasa, impidiendo la escisión de las proteínas gag y gap-pol.



Autoras: Islas García Monserrath y Linares Alcántara Abigail Grace
Profesores: Leyte Lugo Martha Adriana y Benítez Cortes Juan Francisco

Bibliografía: Berry 2021. Inhibidores de proteasa: Funcionamiento, tipos y efectos secundarios. Medican NewsToday. Recuperado de https://www.medicalnewstoday.com/articles/es/inhibidores-de-la-proteasa
Galera, Domingo, Clavé, *et.Al.* 2001. Inhibidores de la proteasa del VIH: actualización y monitorización terapéutica de las concentraciones plasmáticas en el tratamiento antirretroviral. Farmacia Hospitalaria Vol. 25. N.° 2, pp. 55-66. recuperado de https://www.sefh.es/fh/2001/n2/2.pdf

Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Xochimilco

DEPARTAMENTO DE SISTEMAS BIOLÓGICOS

Folio 113

ESTUDIO DE UTILIZACIÓN DE MEDICAMENTOS EN SEPSIS NEONATAL.

Alumnos. Nefertari Vianey Méndez Salazar
Luis Angel Herrera Monroy
Janet Castellanos Bernardino
Rubi Domínguez Flores
Docente: Mireya Garcia Casas

Los estudios de utilización de medicamentos son esenciales para entender y mejorar el ciclo completo del medicamento.



De acuerdo a la UNICEF se reporta 8 muertes por cada 1000 nacidos vivos es decir que el 0.8% mueren por sepsis neonatal, siendo así la principal muerte de neotanos en México.



El farmacéutico es el profesional responsable de llevar a cabo los EUM.



Se evalúa la adecuada selección del fármaco, su prescripción correcta y forma segura de administralo.





Los estudios del tipo clinico señala que para abordar la sepsis neonatal se requiere de: Indicación- Prescripción, Prescripción-Indicación, Consumo y Habitos terapéuticos.



Los tratamientos farmacológicos son necesarios para su manejo clínico, esto evitar compilaciones o riesgos de muerte neonatal.

Se evalua medicamentos como : Cefalosporinas, glucopéptidos, aminoglucosidos o combinaciones.





Se evalúa por:

- Alta toxicidad
- Resistencias hospitalarias
- Dosis dependen del peso/edad del neonato

Para promover el uso racional de antibióticos en neonatos, se requieren protocolos estrictos.



La prescripción adecuada en sepsis neonatal garantiza un tratamiento eficaz y previene resistencia antimicrobiana.

- Mejoran la seguridad
- Optimización de antibióticos
- Menos resistencia



- Protocolos más precisos
- Mejor calidad de atención



Bibliografía:

Instituto Mexicano del Seguro Social. (s.f.). Guía de referencia rápida: Diagnóstico y tratamiento de sepsis grave y shock séptico en el adulto (ISBN 607-8270-21-7).

Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Xochimilco

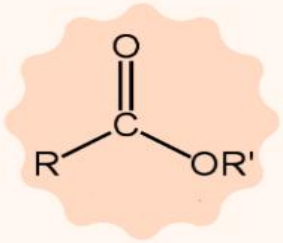
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS BIOLÓGICOS

Folio 114

ÉSTERES

La química detrás de los olores

Integrantes: Gil Montes Daniel, Landeros Corona Edson Ramses, Rojas Lara María Fernanda
Dra. Paola Guadalupe Gordillo Guerra Dr. Hector Manuel Luna Contla

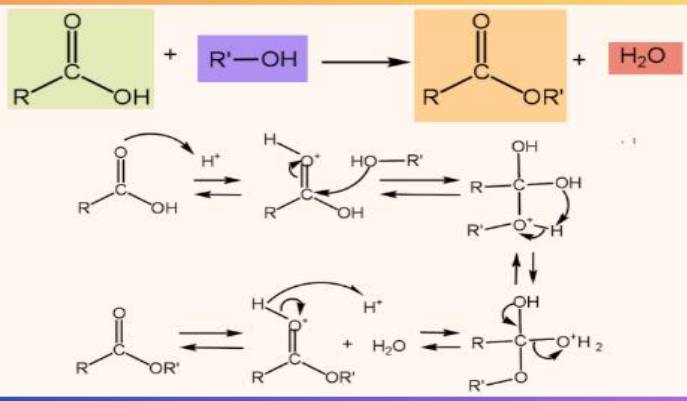


¿QUÉ SON LOS ÉSTERES?

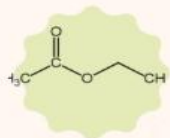
- Son compuestos orgánicos derivados de los ácidos carboxílicos y un alcohol.
- Su grupo funcional es -R-COO-R'

REACCIÓN

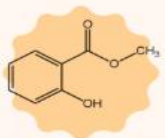
Esterificación de Fischer



EJEMPLOS DE ÉSTERES



Acetato de etilo



Salicilato de metilo



Acetato de isoamilo



Ftatalato de dietilo



PROPIEDADES

- Líquidos volatiles.
- Aromas agradables.
- Puntos de ebullición menores que los ácidos.
- Soluble en compuestos orgánicos.
- Se hidrolizan para generar ácido y alcohol.
- Densidad menor al agua.

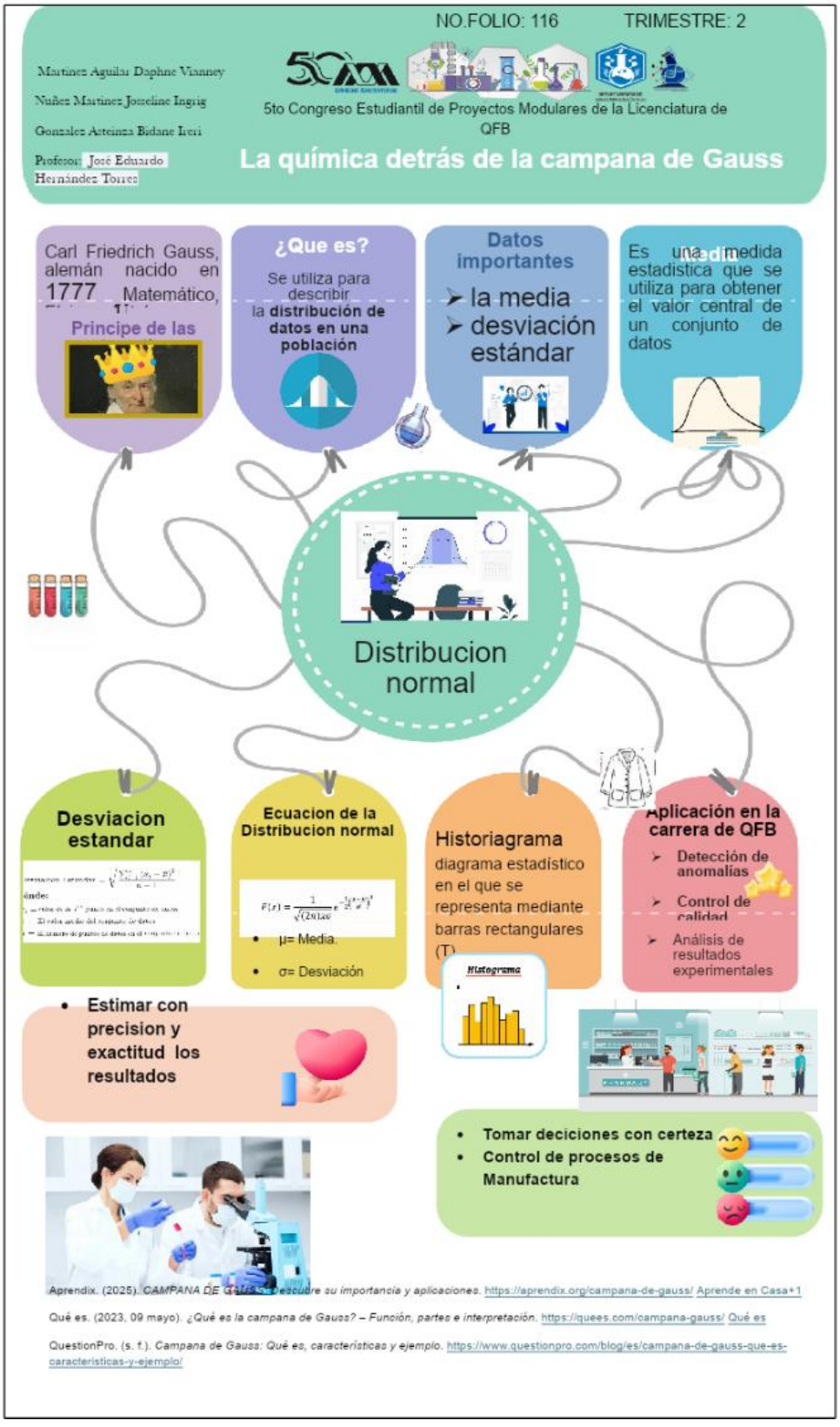
USOS EN FARMACÉUTICA

- Aromatizantes.
- Excipientes y disolventes.
- Mejoran la absorción de fármacos.
- Sustancias activas.



PCC Group. (2023). Esters. PCC Group. Recuperado de https://www.products.pcc.eu/en/academy/esters/
LibreTexts. (2024, 16 de octubre). Physical Properties of Esters. Chemistry LibreTexts. Recuperado de https://chem.libretexts.org/Courses/Mallarusko-Sushna_College/MatSu_College-CHEM_A104_Introduction_to_Organic_and_Biochemistry/15%3A_Organic_Acids_and_Bases_and_Some_of_Their_Derivatives/15.07%3A_Physical_Properties_of_Esters
Cornejo Arteaga, P. M. de L. (s.f.). Principales aplicaciones de los Ésteres. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Recuperado de https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa1/n7/m6.html
McMurry, J. (2018). Química orgánica (9.ª ed.). Cengage Learning Editores, S.A. de C.V.
Wade, L. G., Jr. (2011). Química orgánica. Volumen 2 (7.ª ed.). Pearson Educación.

Folio 116


NO.FOLIO: 116
TRIMESTRE: 2
Martinez Aguilar Daphne Vianney
Nuñez Martinez Josseline Ingrig
Gonzalez Asteinza Bidane Ieri
Profesor: José Eduardo Hernández Torres
5to Congreso Estudiantil de Proyectos Modulares de la Licenciatura de QFB
La química detrás de la campana de Gauss
Carl Friedrich Gauss, alemán nacido en 1777 Matemático, Principe de las
¿Que es?
Se utiliza para describir la distribución de datos en una población
Datos importantes
la media
desviación estándar
Es una medida estadística que se utiliza para obtener el valor central de un conjunto de datos
Distribucion normal
Desviacion estandar
Ecuacion de la Distribucion normal
μ= Media
σ= Desviación
Historiagrama
diagrama estadístico en el que se representa mediante barras rectangulares (T)
Aplicación en la carrera de QFB
Detección de anomalías
Control de calidad
Análisis de resultados experimentales
Estimar con precision y exactitud los resultados
Tomar deciciones con certeza
Control de procesos de Manufactura
Aprendix. (2025). CAMPANA DE GAUSS: Descubre su importancia y aplicaciones. https://aprendix.org/campana-de-gauss/ Aprende en Casa+1
Qué es. (2023, 09 mayo). ¿Qué es la campana de Gauss? – Función, partes e interpretación. https://quees.com/campana-gauss/ Qué es
QuestionPro. (s. f.). Campana de Gauss: Qué es, características y ejemplo. https://www.questionpro.com/blog/es/campana-de-gauss-que-es-caracteristicas-y-ejemplo/



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Xochimilco

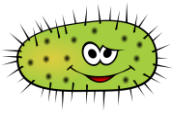


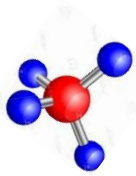
DEPARTAMENTO DE
SISTEMAS BIOLÓGICOS

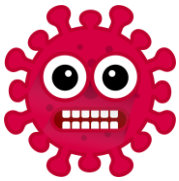




RESÚMENES













Indice de resúmenes

Folio	Titulo del trabajo	Página
11775	Estudio comparativo de calidad: Naproxeno Sódico genérico vs. referencia bajo condiciones de estrés	**35**
11776	Comparación de la cuantificación y evaluación fisicoquímica de tabletas de naproxeno sódico referencia (Flanax) y genéricas bajo condiciones de almacenamiento normal y estrés térmico mediante UV-Visible y RP-HPLC	**41**
11778	Análisis de paracetamol en tabletas de la marca Tylenol y su comparación con dos marcas genéricas.	**48**
11780	Análisis y comparación de pruebas fisicoquímicas realizadas a tabletas Flanax® y genéricas (naproxeno sódico 550 mg) bajo distintas condiciones de almacenamiento.	**55**
11781	Comparación de tabletas genéricas y de referencia de paracetamol mediante pruebas fisicoquímicas, estrés térmico y análisis por HPLC	**61**
11782	Evaluación in vitro de la actividad sinérgica de extractos vegetales en la inhibición de *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus epidermidis* contra sus biofilms	**67**
11783	Identificación de enterobacterias en alimentos comercializados en puestos aledaños al metro Universidad y evaluación de su susceptibilidad frente agentes antimicrobianos	**73**
11784	Evaluación de efectos antimicrobianos y sinérgicos entre harina de vaina de mezquite y extracto de canela mediante pruebas combinadas *in vitro*	**79**
11785	Efecto antimicrobiano del extracto acuoso de Bougainvillea *(Bougainvillea glabra Choisy)* referente a bacterias Gram positivas y Gram negativas *in vitro*	**85**
11786	Evaluación de la actividad antimicrobiana de nanoestructurados lipídicos en bacterias de interés clínico	**91**
11988	Elaboración y evaluación de la calidad de formulaciones magistrales de hidroclorotiazida (2mg/mL), para su empleo en neonatos	**97**



11989	Comparación de la calidad de agua purificada entre el centro de producción de agua Xochimilco (CEPAX) y Bonafont®.	**102**
12000	Evaluación del efecto antimicrobiano de infusiones comerciales y caseras de manzanilla y jengibre sobre *Salmonella typhi* y *Escherichia coli*	**108**
12002	Evaluación de la viabilidad de *Lactobacillus rhamnosus* y *Bifidobacterium pseudocatenulatum* al proceso de liofilización y la presión mecánica (tableteado)	**114**
12003	Evaluación del efecto de los iones calcio (Ca^{2+}) y cobre (Cu^{2+}) sobre la actividad enzimática de la inulinasa producida por *Kluyveromyces marxianus*	**119**
12005	Comparación de la actividad antibacteriana entre especies de cempasúchil: *Tagetes erecta* y *Tagetes patula* en cultivos de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*	**126**
12006	Identificación de *S. aureus* y *S. salivarius* en muestras de saliva de estudiantes varones de la UAM-X que fuman y que no fuman.	**131**
12008	Síntesis de 4-metilumbeliferona mediante condensación de Pechmann	**138**
12017	Obtención y purificación de pectinasas producidas por *Kluyveromyces marxianus*.	**144**
12023	Propuesta de menú vegano económico y nutritivo para 5 días con 5 comidas por día para mujeres jóvenes mexicanas de 25 a 28 años asalariadas	**150**
12026	Elaboración y evaluación de la calidad de suspensiones magistrales de amlodipino 0.5 mg/mL para población neonatal	**156**
12028	Identificación de *Pseudomonas spp.* y enterobacterias en dispensadores de jabón en baños de la UAM Xochimilco.	**161**
12030	Obtención y caracterización del acetilsalicilato de metilo a partir del ácido acetilsalicílico de uso	**169**
12039	Evaluación de la actividad antimicrobiana de bacterias con potencial probióticos aisladas del tracto gastrointestinal sobre bacterias nosocomiales	**179**
12040	Obtención del éster metílico de naproxeno a partir tabletas comerciales	**178**



12043	Identificación, caracterización y sensibilidad antimicrobiana de actinobacterias patógenas oportunistas aisladas de pacientes inmunocomprometidos	**185**
12045	Diseño de Péptidos Terapéuticos Dirigidos a la Estructura Proteica del Oncogén E6 del Virus del Papiloma Humano: Un Enfoque Bioinformático	**193**
12047	Identificación de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* en las botellas de botellas de polietileno tereftalato (PET) y de polipropileno	**199**
12049	Extracción y derivatización del principio activo del ibuprofeno	**207**
12061	Esterificación de Fischer del losartán para mejorar su solubilidad	**213**
12062	Evaluación de la actividad antimicrobiana de péptidos obtenidos a partir de la degradación de caseína mediante papaína	**219**
12063	Obtención de un éster metílico a partir de sales de valproato	**224**
12064	Hidrólisis del palmitato de retinol para la obtención de retinol	**230**
12065	Efecto de la adición de cloruro de sodio (NaCl) sobre el crecimiento microbiano en carne de res cruda almacenada a temperatura ambiente	**235**
12066	Caracterización in vitro de la capacidad de hidrofobicidad de bifidobacterias y bacterias patógenas aisladas del ambiente nosocomial	**243**
12067	Síntesis del etil éster de Cetirizina como intermediario clave en la purificación de principios activos.	**247**
12068	Hibridación de Celecoxib–Vitamina B3 para mejorar su solubilidad y reducción de la toxicidad.	**253**
12070	Análisis del contenido proteico de croquetas para perros de talla mediana.	**260**
12071	Efecto de *Moringa oleifera* en ratones C57BL/6 con síndrome metabólico inducido por dieta hipercalórica.	**267**
12075	Concientización sobre el consumo de bebidas energéticas (volt y vive 100) a una comunidad estudiantil	**270**
12076	Modificación del grupo carboxílico del diclofenaco: síntesis y caracterización del éster metílico	**277**



12078	Obtención de 2-(6-metoxinaftalen-2-il) propanoato de etilo a través de la esterificación del naproxeno	**282**
12079	Detección microbiológica y perfil de resistencia antimicrobiana del agua de los bebederos, superficies del sistema de bebederos y aguas frescas en la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco	**288**
12082	Determinación de la Susceptibilidad Antimicrobiana a ciprofloxacino mediante el Método de Difusión en Disco entre un aislado de *Escherichia coli* y una cepa de referencia	**294**
12084	Evaluación *in silico* del potencial inhibitorio de la Ciclooxigenasa 2 (Cox-2) de un derivado de la síntesis de biginelli y el eugenol	**298**
12085	Síntesis del 3-(1*H*-bencimidazol-2-il)fenol, aislamiento de hiperforina y su evaluación *in silico* como potenciales inhibidores del transportador de serotonina (SERT) para el tratamiento de la depresión y la ansiedad	**304**
12086	Síntesis, aislamiento y evaluación *in silico* del 2-(4,5-difenil-1H-imidazol-2-il)-fenol y de la cafeína como potenciales antagonistas del receptor de adenosina A_2A en el tratamiento de la enfermedad de Parkinson	**311**
12087	Evaluación microbiológica de pollo lavado vs. no lavado: presencia y proliferación de *E. Coli*	**317**
12088	Identificación de Pseudomonas spp. y enterobacterias en dispensadores de jabón en baños de la UAM Xochimilco.	**322**
12089	Control microbiológico de excipientes para formulaciones no estériles de docencia de la UAM-X	**330**
12090	Evaluación del papel de la cafeína y bebida energética en la modulación de la sedación y el deterioro motor por etanol en *Drosophila melanogaster*	**337**
12091	La dapsona como fármaco cardioprotector en un modelo de status epiléptico en rata	**343**
Premiaciones		**351**
Galeria imágenes		**358**



FOLIO # 11775

Estudio comparativo de calidad: Naproxeno Sódico genérico vs. referencia bajo condiciones de estrés	
Cayetano Muñoz Adamari Jiapsy, Escalante Nava Héctor Ángel, Andrade Garcés Pablo*, Rodríguez Carrillo Santiago y Díaz Jiménez Juan José. **Profesor:** Francisco López Naranjo*	
***Autores para correspondencia:** 2223059114@alumnos.xoc.uam.mx flopez@correo.xoc.uam.mx	**Módulo:** Evaluación de la calidad de los medicamentos.

Resumen

La intercambiabilidad terapéutica de los medicamentos genéricos exige garantizar su estabilidad fisicoquímica frente a condiciones adversas. Este estudio evaluó la calidad de tabletas de Naproxeno Sódico (550 mg) bajo estrés térmico ($50\,^{\circ}C$, 3 semanas), comparándolas con el medicamento de referencia (Flanax®). Se realizaron ensayos mecánicos, de desempeño y cuantificación por HPLC. Los resultados demostraron que el genérico evaluado mantiene una equivalencia mecánica con la referencia, presentando dureza y tiempos de desintegración estadísticamente indistinguibles ($p > 0.05$), superando en consistencia a un segundo competidor genérico. Aunque el estrés térmico provocó una pérdida de masa esperada por deshidratación, la funcionalidad se conservó. Se identificó que la "baja potencia" química fue un artefacto metodológico por saturación del detector ($\approx 2000\mu g/mL$), y no un fallo de calidad. Se concluye que el medicamento posee una manufactura robusta y comparable al innovador, requiriendo ajustes únicamente en el protocolo de dilución analítica.

Palabras clave: Naproxeno, HPLC, Validación

Introducción

El Naproxeno Sódico es un antiinflamatorio no esteroideo (AINE) ampliamente prescrito, cuya calidad en formulaciones genéricas es crítica para garantizar la intercambiabilidad terapéutica. Según la normativa internacional (ICH Q1A) y actualizaciones recientes, las pruebas de estrés térmico son fundamentales para predecir la vida útil y validar métodos indicadores de estabilidad (Mofill et al., 2021). Sin embargo, un desafío técnico recurrente en el análisis farmacéutico es asegurar la idoneidad del sistema cromatográfico; la cuantificación precisa exige operar dentro del rango dinámico lineal, evitando la saturación de detectores que genera artefactos matemáticos y falsos negativos de potencia (Snyder et al., 2010).

De acuerdo con la FEUM y la USP, las tabletas de Naproxeno Sódico de 550 mg deben cumplir con características organolépticas y físicas específicas que garanticen su identidad y uniformidad. Físicamente, se presentan como tabletas comprimidas de color azul, de forma oblonga y biconvexa, con una ranura funcional para facilitar la dosificación. En términos antropométricos, las dimensiones esperadas oscilan entre 18-19 mm de longitud, con un peso promedio teórico cercano a los 750-800 mg, dependiendo de la carga de excipientes utilizada. El control estricto de la variación de peso individual es crítico para asegurar la uniformidad de dosis del principio activo.

El presente estudio aborda la evaluación integral de tabletas genéricas (Farmacias del Ahorro) bajo condiciones ambientales y de estrés térmico, contrastando su desempeño con el medicamento innovador para determinar su posición de calidad en el mercado.

Objetivo general

Evaluar la calidad fisicoquímica y la estabilidad de tabletas genéricas de Naproxeno Sódico de 550 mg mediante ensayos farmacopeicos y métodos instrumentales, comparando su desempeño estadístico frente al medicamento de referencia y un competidor comercial.

Objetivos particulares

- Determinar las propiedades físicomecánicas (peso, dureza, friabilidad) para verificar la integridad de la matriz polimérica tras la exposición a $50°C$.
- Comparar estadísticamente el perfil de calidad mecánica (ANOVA) del genérico evaluado frente al medicamento de referencia.
- Analizar el contenido de principio activo y el comportamiento cromatográfico mediante HPLC para identificar el impacto de las variables metodológicas en la
- cuantificación.

Metodología





Resultados y Discusión

Análisis de Estabilidad Física y Gravimétrica

Al realizar el análisis estadístico de los datos crudos, se confirmó que las tabletas de Farmacias del Ahorro experimentaron una pérdida de masa esperada bajo estrés térmico, pasando de un peso promedio de 818.0 mg (Ambiente) a 722.0 mg ($50°C$). Comparativamente, nuestro genérico

presentó una pérdida porcentual mayor ($\approx 11.7\%$) frente al medicamento de referencia (2.4%) y al segundo genérico (2.2%).

Este comportamiento sugiere que la formulación evaluada utiliza una mayor proporción de excipientes hidrófilos o con mayor contenido de humedad residual en comparación con el innovador (Flanax®). Sin embargo, es crucial notar que la variabilidad del peso (desviación estándar) se mantuvo estable, indicando que la pérdida de humedad fue uniforme en todo el lote y no afectó la integridad estructural.

Validación Estadística de la Calidad Mecánica (ANOVA)

Para corroborar la intercambiabilidad farmacéutica, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de un factor comparando la resistencia a la ruptura (dureza) de los tres grupos experimentales.

- Condición Basal (Ambiente): El análisis reveló que no existe diferencia estadísticamente significativa entre el genérico de Farmacias del Ahorro y el medicamento de referencia Flanax® ($p = 0.99$, Prueba de Tukey), con una diferencia de medias de apenas 0.49 N. Esto confirma una manufactura de alta precisión que replica fielmente las propiedades mecánicas del innovador.
- Diferenciación de la Competencia: Por el contrario, el segundo genérico evaluado (Genérico B) presentó una dureza significativamente superior ($p < 0.001$), desviándose del perfil de diseño del producto original en más de 49 N.

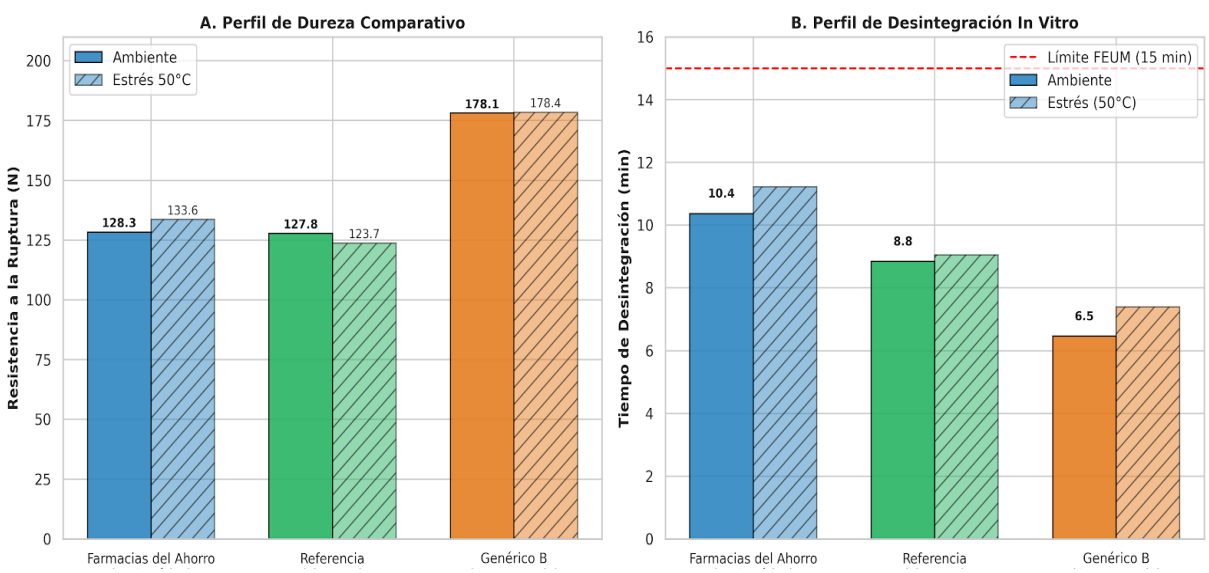


Figura 1. Análisis Comparativo de Propiedades Críticas de Calidad. (A) Perfil de Dureza: Se observa una equivalencia estadística entre el genérico de Farmacias del Ahorro (128.3 N) y el medicamento de Referencia (127.8 N) en condiciones basales, contrastando con la dureza excesiva del Genérico B. Bajo estrés térmico (barras rayadas), nuestro genérico presentó un fenómeno de endurecimiento (curado), mientras que el innovador sufrió ablandamiento. (B) Perfil de Desintegración: Ambos productos (Farmacias del Ahorro y Referencia) muestran tiempos de liberación sostenida (~9-11 min), diferenciándose de la desintegración acelerada (<7 min) del genérico B, validando una bioequivalencia *in vitro* funcional.

Perfil de Desintegración y Bioequivalencia In Vitro

El tiempo de desintegración promedio de nuestro genérico (10.37 min) resultó notablemente similar al del medicamento de referencia (8.85 min). Ambos cumplen holgadamente con el límite de la FEUM (<15 min) y presentan un perfil de liberación inmediata sostenida. En contraste, el segundo genérico mostró una desintegración acelerada (<7 min), lo cual, sumado a su excesiva dureza, sugiere una formulación con una matriz de excipientes distinta (posiblemente superdesintegrantes en alta concentración) que se aleja del comportamiento del fármaco original.

Discusión Cruzada del Análisis Cromatográfico (HPLC)

Al integrar los resultados de los tres grupos, se identificó un patrón de comportamiento que descarta el error operativo individual y confirma una desviación sistémica en el método analítico:

Falla Sistémica en la Retención (t_R): El tiempo de retención presentó valores anómalos en todos los grupos (1.15 - 1.25 min), coincidentes con el tiempo muerto (t_0) de la columna. El hecho de que











incluso el medicamento de referencia (Flanax®) presentara esta elución inmediata confirma que la columna C18 perdió su capacidad de interacción termodinámica debido a la saturación por altas concentraciones ($\approx 2000 \mu g/mL$).

Robustez Técnica frente al Método: A pesar de estas condiciones adversas, nuestro grupo demostró una ejecución técnica superior. Mientras que nuestro análisis arrojó recuperaciones coherentes (82% - 89%), el grupo del segundo genérico reportó valores imposibles (>300% o negativos). Esto indica que, de haberse utilizado un método de dilución adecuado (trazas), nuestro producto habría cumplido con las especificaciones de valoración, dada la consistencia de sus datos brutos.

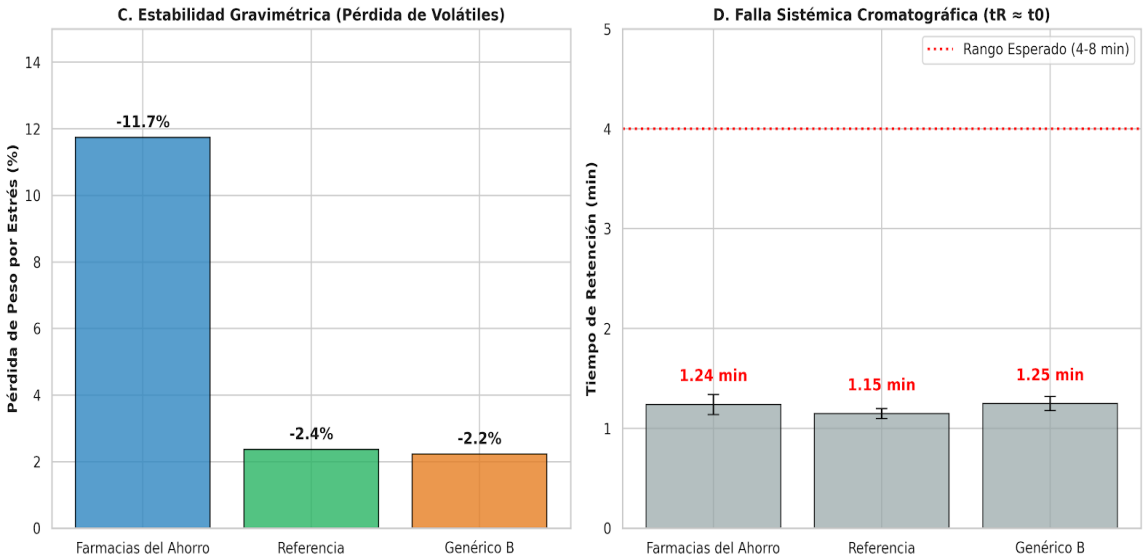


Figura 2. Evaluación de Estabilidad Térmica y Desempeño del Método Analítico. (C) Estabilidad Gravimétrica: Porcentaje de pérdida de masa tras 3 semanas a 50°C. El genérico de Farmacias del Ahorro presentó la mayor pérdida de volátiles (11.7%), sugiriendo una matriz de excipientes más hidrófila, aunque funcionalmente estable. (D) Diagnóstico de Falla Sistémica en HPLC: Comparación de los tiempos de retención promedio. La elución inmediata (aprox. 1.2 min) en todos los grupos, incluido el Estándar de Referencia, confirma la saturación de la columna cromatográfica y la elución en el volumen muerto (t_0), descartando errores operativos específicos de la muestra y evidenciando la inadecuación del método analítico empleado.



Conclusiones

La evaluación comparativa permite establecer la posición de calidad de nuestra formulación:

1. Similitud con el Innovador: El medicamento genérico de Naproxeno Sódico evaluado (Farmacias del Ahorro) exhibe propiedades mecánicas robustas y estadísticamente equivalentes al medicamento de referencia (Flanax®). No existen diferencias significativas en su dureza basal ni en su perfil de desintegración, sugiriendo una bioequivalencia *in vitro* satisfactoria.
2. Estabilidad Térmica: Aunque el estrés a $50 \circ C$ provocó una pérdida de masa mayor en nuestro genérico (atribuible a la naturaleza de sus excipientes), la tableta mantuvo su funcionalidad mecánica (dureza y friabilidad) dentro de norma.
3. Resolución Analítica: Se concluye que las desviaciones en la cuantificación química no corresponden a un defecto de calidad del producto, sino a limitaciones metodológicas del diseño experimental (saturación). Se recomienda imperativamente la implementación de protocolos de dilución a niveles de $10-60$ µg/mL y el uso de tecnologías UPLC para futuros análisis de control de calidad.

Referencias

- Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos (FEUM). (2020). *Naproxeno sódico. Tabletas* (12ª ed.). Secretaría de Salud.
- Mofill, S., Rahman, M., & Ahmed, S. (2021). Desarrollo y validación de un método para la estimación de Naproxeno Sódico en tabletas mediante RP-HPLC. *Revista Internacional de Ciencias Farmacéuticas e Investigación*, 12(4), 2345-2352.
- Rodríguez-Saavedra, L., Cruz-Aranda, L., Cruz-Julca, C., & Alva-Plasencia, P. (2021). Calidad biofarmacéutica e intercambiabilidad de medicamentos. *Ars Pharmaceutica*, 62(3), 288-299.
- Snyder, L. R., Kirkland, J. J., & Dolan, J. W. (2010). *Introduction to Modern Liquid Chromatography* (3.ª ed.). Wiley.
- Wang, H., Zhao, Y., Wang, J., & Li, S. (2023). Evaluation of solubility, physicochemical properties, and cytotoxicity of naproxen-based ionic liquids. *ACS Omega*, 8(8), 7890–7900.



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Xochimilco



DEPARTAMENTO DE SISTEMAS BIOLÓGICOS



FOLIO # 11776

Comparación de la cuantificación y evaluación fisicoquímica de tabletas de naproxeno sódico referencia (Flanax) y genéricas bajo condiciones de almacenamiento normal y estrés térmico mediante UV-Visible y RP-HPLC

Cruz García Juan Carlos*, Cruz Rico Nelly Angela*, Galan Mendoza Natasha Dennis*, Pérez Villegas Fernanda Nicole*, Solis Morales Daniela Valentina*, López Naranjo Francisco
Profesores: López Naranjo Francisco*

***Autores para correspondencia:**
flopez@correo.xoc.uam.mx
2223024228@alumnos.xoc.uam.mx

Módulo: Evaluación de la Calidad de los Medicamentos

Resumen
El presente estudio evaluó la calidad fisicoquímica y el contenido de Naproxeno sódico en tabletas de referencia (Flanax) y dos genéricos, analizando su comportamiento bajo almacenamiento normal y bajo estrés térmico. Se realizaron pruebas de uniformidad de dosis, dureza y friabilidad, complementadas con cuantificación mediante espectrofotometría UV-Visible y cromatografía líquida de alta resolución (HPLC). Los resultados mostraron diferencias significativas entre los tres productos, especialmente en la variación de masa, donde el genérico 2 presentó una pérdida cercana a 100 mg tras el calentamiento, indicando baja termoestabilidad. La referencia y el genérico 1 mantuvieron valores estables en todas las pruebas, incluso tras el estrés térmico. En HPLC, ambas formulaciones mostraron mayor estabilidad cromatográfica frente al genérico 2, evidenciando su susceptibilidad a la degradación térmica.
Palabras clave: Naproxeno, cuantificación, HPLC.

Introducción

El Naproxeno es un antiinflamatorio, perteneciente a la familia de los AINES, que son uno de los grupos de medicamentos más usados a nivel mundial por su gran efectividad ante el dolor (TASHSP, 2025) (FEUM, 2021) (USP, 2024). Se encarga de inhibir la síntesis de prostaglandinas (causantes de potenciar nuestra sensibilidad al dolor e involucradas en procesos de inflamación), funcionando como analgésico, antiinflamatorio y antipirético, indicado para aliviar dolores leves, moderados y agudos (Angiolillo y Weisman, 2017). Es un principio activo clase II, tiene una baja solubilidad a pH 1.2 y 4.5 pero cuenta con permeabilidad alta (Ministerio de Salud de Chile, 2020). Se absorbe rápidamente y casi completamente por administración bucal (Oates et al.,2001). Posteriormente, se une con la albúmina, recorriendo todo nuestro cuerpo a través de la circulación sanguínea, provocando una distribución uniforme por el organismo (Sevelius et al., 2021) (Ahmed et al., 2021). Se metaboliza en el hígado, provocando una recirculación enterohepática (Kang et al., 2021), dando como resultado la persistencia de los niveles sanguíneos terapéuticos del fármaco (Martínez & Garrido, 2013). Alrededor del 95% de la dosis es excretada vía urinaria y el restante por las heces. Su vida media en adultos es aproximadamente de 12 a 17 horas (TRACGP, 2020) (Garza & Schwedt, 2020).





Sin embargo, estos resultados cambiarían si la forma farmacéutica que contiene este principio activo no cuenta con la dosis terapéutica necesaria (Manikandan & Omar, 2024), no cumple con las pruebas de solubilidad o existe algún problema con la uniformidad de esta (Papp et al., 2022).

Por esto, el presente trabajo buscó cuantificar la presencia de Naproxeno sódico en tabletas de índole genérico y de referencia mediante pruebas fisicoquímicas, UV-Visible y Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC) (Mabrouk et al.,2018) (FEUM, 2021).

Objetivo general

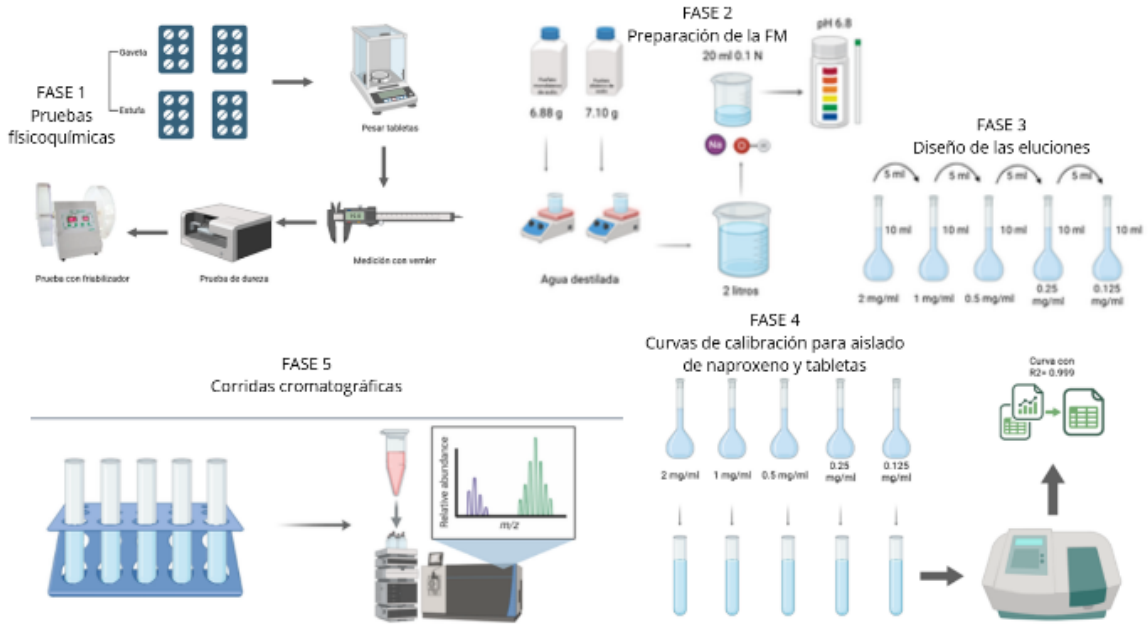
Cuantificar la presencia de Naproxeno sódico en tabletas de índole genérico y de referencia mediante pruebas fisicoquímicas, UV-Visible y Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC).

Objetivos particulares

- Evaluar y comparar la uniformidad de peso, dureza, friabilidad y dimensiones de tabletas de Naproxeno sódico almacenadas en condiciones normales (gaveta) y en condiciones de estrés térmico (estufa).
- Aplicar la técnica de HPLC para el análisis cualitativo y cuantitativo de Naproxeno sódico en todos los grupos de tabletas, identificando los parámetros cromatográficos óptimos para su detección y cuantificación.
- Determinar las posibles diferencias en el contenido y comportamiento fisicoquímico del Naproxeno sódico entre las tabletas conservadas en gaveta y las sometidas a estrés térmico, con base en los resultados obtenidos.
- Comparar las diferencias entre los resultados obtenidos para las tabletas de Naproxeno sódico de Referencia (Flanax) y los dos genéricos.

Metodología

Se aplicó la misma metodología para analizar las tabletas del medicamento de referencia junto con los dos genéricos.







Resultados y Discusión

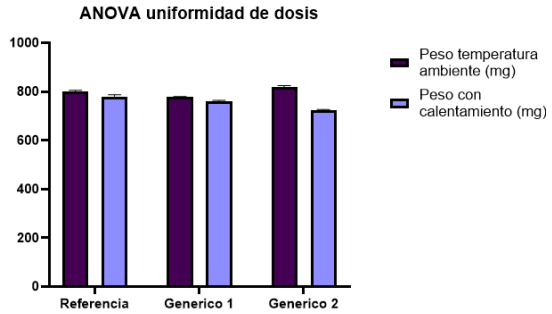
MGA 0299. Uniformidad de Dosis - Variación de Masa

Tabla1. Valores importantes del análisis con ANOVA de dos vías.

Fuente	F	p-value	Interpretación
Sample (Medicamento)	92.42	3.7×10^{-18}	Diferencias altamente significativas entre medicamentos
Columns (Condición)	983.31	2.45×10^{-36}	La condición (calentamiento) afecta fuertemente el peso
Interacción AxB	341.38	2.27×10^{-31}	El efecto del calor depende del medicamento

Tabla 2. Promedio de pesos en mg de tabletas de naproxeno sódico

Medicamento	Peso promedio a temperatura ambiente	Peso promedio con calentamiento	Pérdida de peso promedio
Referencia	798.6	779.7	-18.9
Genérico 1	776.6	759.3	-17.3
Genérico 2	818	722	-96.0



Gráfica 1. ANOVA de uniformidad de dosis del medicamento de referencia, genérico 1 y 2.

Se realizó un análisis de ANOVA de dos factores para comparar los pesos de 10 tabletas de las tres formulaciones (referencia, genérico 1 y genérico 2) almacenadas bajo dos condiciones distintas (temperatura ambiente y estrés térmico) (grráfica 1). Los resultados de la primera F arrojaron diferencias altamente significativas entre los medicamentos tanto a temperatura ambiente como con calentamiento. Los datos demuestran que el estrés térmico afecta a los tres medicamentos, sin embargo, es claro que el Naproxeno de Referencia (Flanax) y el Genérico 1 son más termoestables ya que su pérdida de peso fue muy baja, sin embargo, el genérico 2 perdió cerca de 100 mg.
Con estos resultados se demuestra que hay una degradación de los comprimidos del genérico 2 por lo que no deben exponerse a altas temperaturas.





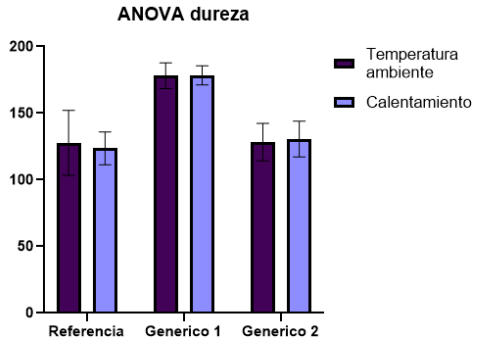




MGA 1051. Resistencia a la Ruptura (Dureza)

Tabla 3. Valores importantes del análisis de ANOVA realizada con los datos de dureza de los comprimidos.

Fuente	p-value	Interpretación
Sample (Medicamento)	5.01×10^{-17}	Sí hay diferencias significativas entre tipos de producto
Columns (Condición)	0.9008	NO hay diferencias por condición (ambiente vs calentamiento)
Interacción AxB	0.7787	NO hay interacción entre producto y condición



Gráfica 2. ANOVA de dureza del medicamento de referencia, genérico 1 y 2.

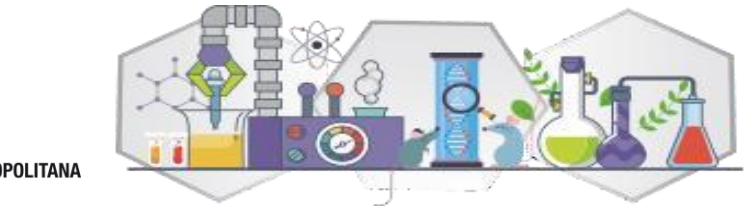
Se realizó otro análisis ANOVA de dos factores para comparar los valores de dureza entre las mismas tres formulaciones bajo las dos condiciones (gráfica 2). Los resultados mostraron un efecto significativo de la formulación sobre la dureza ($p < 0.0000000000000005$), indicando que las tres muestras presentan diferencias reales en sus valores promedio. Sin embargo, es bastante notable la alta dureza que tienen los comprimidos del genérico 1 frente a los otros dos.

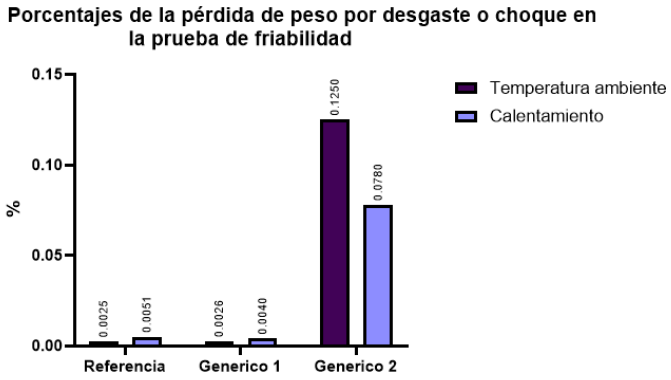
Por otro lado, la condición de medición no mostró efecto significativo sobre la dureza ($p = 0.9008$), lo que indica que los valores obtenidos en ambiente y calentamiento son estadísticamente equivalentes. Asimismo, no se encontró interacción significativa entre la formulación y la condición ($p = 0.7787$), lo que indica que las diferencias entre productos se mantienen de forma consistente en ambas condiciones de medición.

MGA 1041. Friabilidad

Tabla 4. Porcentajes de la pérdida de peso por desgaste o choque en la prueba de friabilidad.

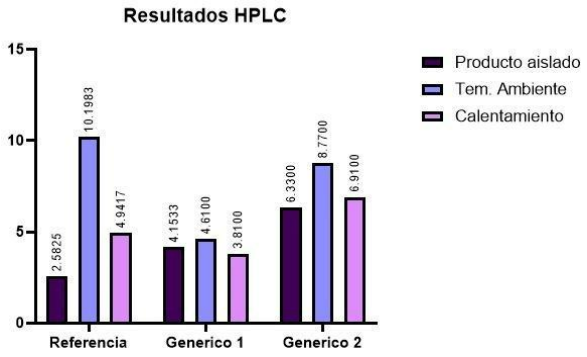
Medicamento	Temperatura Ambiente	Calentamiento
Referencia	0.0025%	0.0051%
Genérico 1	0.002556%	0.003991%
Genérico 2	0.125%	0.078%





Gráfica 3. Porcentajes de la pérdida de peso por desgaste o choque en la prueba de friabilidad.

La FEUM tiene un criterio de aceptación de ≤1% en pérdida de peso, por lo que los tres medicamentos aprobaron esta MGA. Los valores obtenidos (gráfica 3) respecto al medicamento de referencia (<0.01%) son muy bajos en ambas condiciones, lo que indica alta resistencia mecánica; el calentamiento incrementó al doble la friabilidad, pero el valor sigue siendo muy por debajo del límite, por lo que no representa un riesgo. En cuanto al fármaco genérico 1 indica que la formulación posee buena compactación y adecuada dureza lo cual concuerda con la prueba de dureza pues hay que tener en cuenta que fue el que requirió más kp para su ruptura, de igual manera la diferencia entre ambiente y calentado es mínima, lo que sugiere estabilidad adecuada ante estrés térmico. El Genérico 2 mostró los valores más altos de friabilidad, tanto en ambiente (0.125%) como tras el calentamiento (0.078%) lo que indica que es significativamente inferior.



Gráfica 4. Promedios del ABC de las lecturas obtenidas en HPLC.

S



se realizaron las lecturas en HPLC de las tres formulaciones (referencia, genérico 1 y genérico 2) almacenadas bajo dos condiciones distintas (temperatura ambiente y estrés térmico). Los resultados obtenidos para el ABC de las concentraciones de [0.5 mcg/mL], [1 mcg/mL] y Stock, obteniendo sus promedios respectivamente (gráfica 4).

Los resultados muestran que el estrés térmico modifica la respuesta de las tres formulaciones; sin embargo, la referencia y el genérico 1 mantienen valores de ABC más estables, lo que indica mayor resistencia a la degradación. En cambio, el genérico 2 presenta una disminución notable tras el calentamiento, evidenciando una mayor susceptibilidad térmica. Estos datos sugieren que esta formulación no debe exponerse a altas temperaturas para evitar pérdida de potencia.

Conclusiones

Los resultados obtenidos permiten concluir que el comportamiento fisicoquímico de las tabletas de Naproxeno sódico depende tanto de la formulación como de la estabilidad del producto frente al estrés térmico. La referencia y el genérico 1 mostraron adecuada uniformidad de masa, buena resistencia mecánica y mínima variación en sus perfiles cromatográficos, lo que demuestra una formulación robusta y estable. En contraste, el genérico 2 presentó una pérdida de peso notable y mayor friabilidad, además de una disminución significativa en la respuesta cromatográfica tras el calentamiento, evidenciando una menor estabilidad. Estos hallazgos indican que dicha formulación no debe exponerse a temperaturas elevadas, ya que podría comprometer su contenido de principio activo y, por lo tanto, su eficacia terapéutica. En conjunto, los resultados reafirman la importancia del control de calidad y de las condiciones adecuadas de almacenamiento para garantizar la integridad del medicamento.

Referencias

- Ahmed, S., Kumar, A., & Saleem, M. (2021). Recent insights into the pharmacological and pharmacokinetic profile of naproxen: A comprehensive review. Journal of Pharmacy & Pharmacology Research, 5(2), 45–57.
- Angiolillo, D. J., & Weisman, S. M. (2017). Clinical Pharmacology and Cardiovascular Safety of Naproxen. American Journal of Cardiovascular Drugs, 17(1), 97–107. https://doi.org/10.1007/s40256-016-0200-5
- The American Society of Health-System Pharmacists. (2025). Patient Medication Information: Naproxen. URL información consultada: https://medlineplus.gov/spanish/druginfo/meds/a681029-es.html
- Garza, I., & Schwedt, T. J. (2020). Diagnosis and Management of Chronic Daily Headache. Seminars in Neurology (Medscape), 30(2), 154–166.
- Kang, J., Lee, H., & Park, J. (2021). Pharmacokinetic assessment of naproxen in healthy volunteers using a validated LC-MS/MS method. Pharmaceutical Chemistry Journal, 55(7), 600–607.
- Mabrouk, M. M., El-Fatatry, H. M., & El-Desoky, E. M. (2017). Analytical methods for the determination of naproxen: A review. Analytical Chemistry Letters, 7(4), 515–533. https://doi.org/10.1080/22297928.2017.1365095



- Manikandan, G., & Omar, M. (2024). Formulation and evaluation of naproxen sodium 220 mg modified-release tablet using novel technology. International Journal of Allied Medical Sciences and Clinical Research, 12(4), 496–505.*
- Martínez, H. E., & Garrido, A. O. (2013). Farmacocinética: antiulcerosos y antiinflamatorios. Revista del Hospital Juárez de México, 80(1), 41–53.
- Ministerio de Salud. Salud Pública. (2020). Agencia Nacional de Medicamentos y Subdepartamento de Biofarmacia y Bioequivalencia. Chile.
- URL:https://www.ispch.cl/sites/default/files/resolucion/2014/01/resoluci%C3%B3n_exenta_118.pdf
- Oates, J. A., Roden, D. M., & Wilkinson, G. R. (2001). Principles of drug therapy. En: Braunwald, E., Fauci, A. S., Kasper, D. L., Hauser, S. L., Longo, D. L., & Jameson, L. J. Harrison's Principles of Internal Medicine (15° ed., pp. 419–430). Nueva York: McGraw-Hill.
- Papp, L.-A., Krizbai, S., Dobó, M., Hancu, G., Szabó, Z.-I., & Tóth, G. (2022). Determination of chiral impurity of naproxen in different pharmaceutical formulations using polysaccharide-based stationary phases in reversed-phase mode. Molecules, 27(9), 2986. https://doi.org/10.3390/molecules27092986
- Secretaría de Salud; Comisión Permanente de la Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos. (2021). Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos (13.0 ed.). México, CDMX: Secretaría de Salud.
- Sevelius, H., Runkel, R., Segre, E., & Bloomfield, S. S. (2021). Bioavailability of Naproxen sodium and its relationship to clinical analgesic effects. British Journal of Clinical Pharmacology, 10(3), 259–263.
- The Royal Australian College of General Practitioners. (2007). Chronic Kidney Disease (CKD), Management in General Practice.
- United States Pharmacopeial Convention. (2024). United States Pharmacopeia and National Formulary (USP–NF) (USP 47–NF 42). Rockville, MD: United States Pharmacopeial Convention.



FOLIO # 11778

Análisis de paracetamol en tabletas de la marca Tylenol y su comparación con dos marcas genéricas.

Escamilla Godínez Erandy Michelle, Martínez Donjuán Grecia, Ortiz Manzano Liliana, Pérez Aguila Oscar Omar, Pineda Hernández Mextli Jaquelin, *López Naranjo Francisco.

Profesor: López Naranjo Francisco

***Autores para correspondencia:**
2222029130@alumnos.xoc.uam.mx
flopez@correo.xoc.uam.mx

Módulo: Evaluación de la calidad de los medicamentos

Resumen

El presente trabajo evaluó y comparó la calidad fisicoquímica de tabletas de paracetamol de 500 mg de un medicamento de referencia y dos genéricos. Se realizaron pruebas fisicoquímicas de variación de masa, dureza, friabilidad, dimensiones y disgregación, así como análisis por espectrofotometría UV-vis y cromatografía líquida de alta resolución (HPLC). Los resultados mostraron que todos los productos cumplieron con las especificaciones farmacopeicas, aunque presentaron diferencias en dureza, tiempos de desintegración y dimensiones asociadas a sus formulaciones. La espectrofotometría mostró curvas de calibración con buena linealidad; sin embargo, el HPLC presentó variabilidad en tiempos de retención y áreas de pico, lo que limitó la comparación entre métodos. Los resultados obtenidos resaltan la importancia del control riguroso de los parámetros analíticos para obtener mediciones reproducibles y precisas.

Palabras clave: Paracetamol, CLAR, Control de calidad

Introducción

La comparación entre medicamentos genéricos y su producto de referencia constituye un proceso fundamental dentro del control de calidad farmacéutico y la evaluación de bioequivalencia. Considerando lo anterior, este trabajo se enfocó en la comparación por cromatografía líquida de alta resolución (CLAR), que constituye una herramienta para estas comparaciones debido a su capacidad de realizar separaciones precisas y cuantificaciones exactas (Kosuru et al., 2024). Además de este análisis, se realizaron pruebas farmacotécnicas de control de calidad de uniformidad de peso, dimensiones, friabilidad, dureza y disgregación, con el fin de evaluar las características físicas y el desempeño de los medicamentos (Marisa et al., 2024). Este análisis nos permitió identificar las posibles diferencias en sus características tecnológicas y la cantidad del principio activo, lo cual es indispensable para garantizar que los genéricos cumplen con los estándares regulatorios. La relevancia de este estudio se basa en que la formulación, el método de fabricación y otros factores pueden influir en los parámetros farmacocinéticos y de biodisponibilidad del fármaco (Stielow et al., 2023), lo cual evidencia la necesidad de este tipo de evaluaciones.

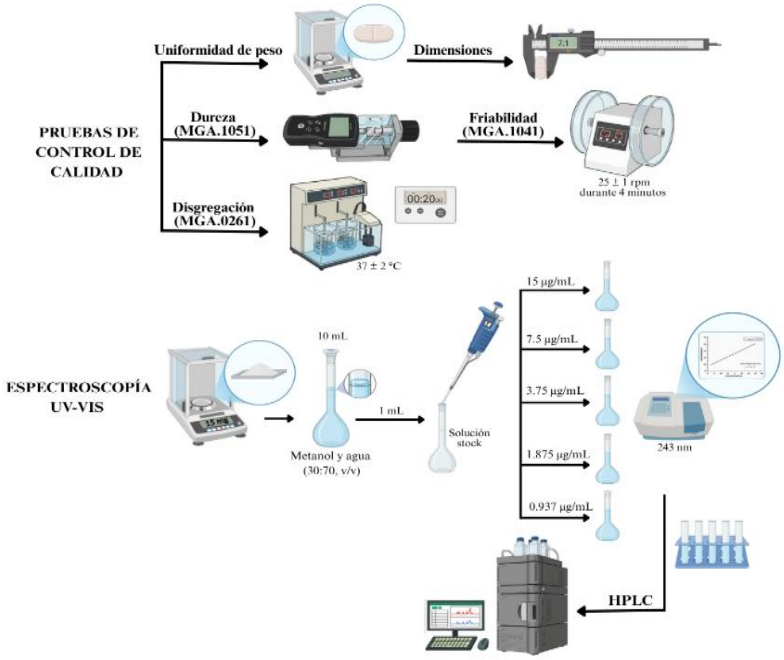
Objetivo general

Evaluar y comparar la calidad fisicoquímica de tabletas de paracetamol 500 mg de un medicamento de referencia (Tylenol) y dos genéricos, mediante pruebas farmacotécnicas y análisis por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC).

Objetivos particulares

- Realizar y comparar las pruebas farmacotécnicas de control de calidad (variación de masa, dimensiones, dureza, friabilidad y desintegración) para identificar diferencias formulativas entre el medicamento de referencia y los dos genéricos.
- Comparar los resultados obtenidos en el análisis realizado por HPLC del medicamento de referencia y los genéricos.
- Analizar las diferencias observadas entre los productos para determinar si los genéricos presentan características fisicoquímicas y contenidos de principio activo compatibles con los criterios requeridos para su similitud respecto al medicamento de referencia.

Metodología





Resultados y discusión

Pruebas de control de calidad

Los resultados de todos los parámetros físicos evaluados, tanto de tabletas genéricas como de referencia, almacenadas en estufa y gaveta, cumplen con los criterios establecidos en las normativas. La friabilidad fue menor al 1%, dureza se mantuvo en valores convencionales (30-200 N), la variación de masa fue mínima, el tiempo de desintegración menor a 15 min y las dimensiones de las tabletas fueron constantes (Tabla 1).

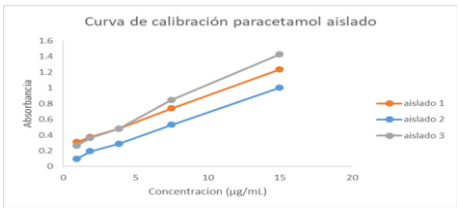
Tabla 1. Pruebas de control de calidad de tabletas de paracetamol de referencia y genéricas almacenadas en gaveta (temperatura ambiente) y en estufa (50°C).

Parámetro	**Gaveta**			**Estufa**		
	Referencia	G1	G2	Referencia	G1	G2
Variación de masa (g)	0.609 ± 0.006	0.5524 ± 0.0043	0.5568 ± 0.0049	0.6117 ± 0.0039	0.5494 ± 0.0051	0.5516 ± 0.0067
Dureza (N)	181.28 ± 18.5	76.995 ± 11.9	153.33 ± 20.98	186.99 ± 13.19	76.862 ± 11.02	148.01 ± 17.92
Friabilidad (%)	0.0164	0.179	0.48	0.0838	0.189	0.98
Tiempo de disgregación	25.39 s	3.54 min	2.15 min	20.28 s	3.47 min	2.26 min

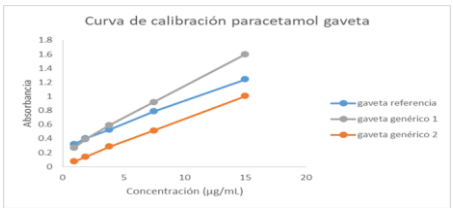


Espectrofotometría UV-vis

A)



B)



C)

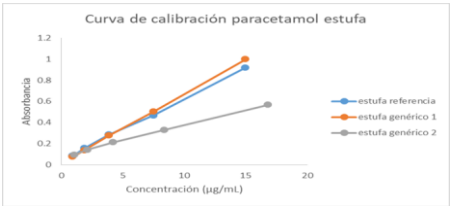


Figura 1. Curvas de calibración de las diluciones del paracetamol. A) aislado, B) tabletas almacenadas en gaveta, C) tabletas almacenadas en estufa.

HPLC

Tabla 2. Comparación de los resultados obtenidos de las áreas de los picos leídos en el HPLC de las tabletas de paracetamol (referencia y genérico).

		Referencia		**Genérico 1**		**Genérico 2**	
	Aislado	**Gaveta**	**Estufa**	**Gaveta**	**Estufa**	**Gaveta**	**Estufa**
Muestra	Área (cm^2)						
1	3.15	1.9	1.02	0.075	0.06	0.03	0.57
2	9.9	*	4.2	8.652	9.658	0.024	0.0075
3	9.78	13.63	1.84	18.997	20.24	4.5	0.4



Tabla 3. Comparación de los tiempos de retención entre tabletas de paracetamol (referencia y genéricos).

	Referencia				**Genérico 1**			**Genérico 2**		
	Conc (µg/mL) Teórica	Aislado	G	E	Conc (µg/mL) Teórica	G	E	Conc (µg/mL) Teórica	Gaveta	Estufa
Muestra	Tiempo de retención (minutos)									
1	0.9375	3.83	3.90	3.79	3.754	3.7	3.68	0.9375	4.68	4.69
2	3.75	5.43	*	3.96	7.54	3.68	3.63	3.75	4.68	4.58
3	15	3.97	5.3	3..92	15.0	3.66	3.75	15.0	4.57	4.23

Las inconsistencias detectadas en los resultados de HPLC (Tabla 2 y 3) evidencian deficiencias en etapas clave del procedimiento técnico, por lo cual correlacionarse es inaccesible. Los errores como una preparación incorrecta de las soluciones, conservación inadecuada de las diluciones o ausencia de filtración pueden provocar señales irregulares y valores de recuperación fuera de los rangos esperados (Dong, 2019).

Para evitar este tipo de incidentes, es fundamental aplicar buenas prácticas analíticas y validar el método conforme a los lineamientos establecidos por farmacopeas reconocidas. La USP, permite ajustes controlados en parámetros como el flujo (±50 %), temperatura de columna (±10 %) y composición de la fase móvil (±10 % absoluto), siempre que se conserve la selectividad del método (USP, 2023; Snyder et al., 2011). Esto brinda flexibilidad sin comprometer la calidad analítica. La FEUM, en cambio, exige que los métodos se validen bajo condiciones locales, conforme a la NOM-073-SSA1-2005, considerando factores como disponibilidad de reactivos, tipo de equipo y condiciones ambientales propias del laboratorio nacional (FEUM, 2020). Por su parte, la Farmacopea Europea establece criterios más estrictos: no permite modificar el tipo de columna ni la composición de la fase móvil sin una revalidación completa.

Al comparar nuestro método con protocolos recientes, se observa que varios autores han enfatizado lo importante que es del control del pH y del uso de fases móviles tamponadas para lograr una separación reproducible. Por ejemplo, Nawaz et al. (2024) señalan que “la proporción de solventes y el pH de la fase móvil fueron parámetros críticos para asegurar tiempos de retención estables”. Estas condiciones favorecen una mayor selectividad y una mejor simetría de los picos cromatográficos, por lo qué, al no incluirse esto, es posible que señales superpuestas o degradación en las muestras hayan afectado los resultados y aumentado la variabilidad entre las repeticiones. Además, otros parámetros como la temperatura de la columna, el caudal y el tamaño de la muestra también influyen de manera directa en la resolución y la sensibilidad del método (Rehman et al., 2024). La literatura reciente señala que incluso



variaciones pequeñas en estos factores pueden modificar el área y simetría de los picos y el tiempo de retención (Mahgoub et al., 2025), lo que subraya la necesidad de mantener un control estricto de estas condiciones para garantizar resultados reproducibles.

A pesar de que en el presente no se observaron diferencias significativas entre las tabletas almacenadas en diferentes condiciones, en la literatura se menciona que el método de fabricación puede influir en cómo cada formulación responde al calor. Esto implica que variables como la presión de compactación y la velocidad de tableteado pueden modificar la resistencia mecánica de la tableta, e influir en su comportamiento al calor (Janssen et al., 2023). En este aspecto, es posible que si los distintos productos evaluados fueron fabricados mediante condiciones de compresión diferentes, sus tabletas podrían responder de forma distinta al estrés térmico.

Asimismo, se ha observado que el aumento de temperatura acelera la degradación del principio activo, favoreciendo la formación de impurezas como el 4-aminofenol, como es el caso de la interacción con el estearato de magnesio, el cual genera esta impureza, reduciendo la estabilidad del medicamento y aumentando la variabilidad en HPLC (Calvino et al., 2021). A nivel físico, el calor puede modificar la dureza, friabilidad y tiempo de desintegración, debido a la pérdida de humedad interna y la fusión parcial de excipientes sensibles al calor (Calvacanti et al., 2023).

Conclusiones

El estudio realizado permitió que se compararan las tabletas de paracetamol de 500 mg de un medicamento de referencia y dos genéricos por medio de pruebas farmacotécnicas y HPLC. El análisis por espectrofotometría dio resultados consistentes, no obstante, el HPLC presentó inestabilidad en los tiempos de retención y variabilidad en las áreas de los picos, lo que impidió que se obtuvieron comparaciones entre los métodos. Estas inconsistencias se relacionan principalmente con la falta de control de parámetros críticos del método.



Referencias

- Calvacanti, A. L., et al. (2023). Talc concentration effect on shelf life of acetaminophen tablets. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry. https://doi.org/10.1007/s10973-023-12389-6
- Calvino, M. M., Lisuzzo, L., Cavallaro, G., Lazzara, G., & Milioto, S. (2021). Non-isothermal thermogravimetry as an accelerated tool for the shelf-life prediction of paracetamol formulations. Thermochimica Acta, 700, 178940. https://doi.org/10.1016/j.tca.2021.178940
- Dong, M. W. (2019). *Modern HPLC for Practicing Scientists*. Wiley.
- FEUM. (2020). *Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos* (13.ª ed.). Secretaría de Salud, México.
- Janssen, P. H. M., Fathollahi, S., Bekaert, B., Vanderroost, D., Roelofs, T., Vanhoorne, V., Vervaet, C., & Dickhoff, B. H. J. (2023). Impact of material properties and process parameters on tablet quality in a continuous direct compression line. Powder Technology, 424, 118520. https://doi.org/10.1016/j.powtec.2023.118520
- Kosuru, K., Kosuru, T., Jyothi, G., Saran, K., & Sundhar, P. (2024). A Brief Review on Analytical Techniques in Bioequivalence Studies. Journal of Clinical and Pharmaceutical Research. https://doi.org/10.61427/jcpr.v4.i1.2024.117
- Mahgoub, S. M., Alawam, A. S., Allam, A. A., Mohamed, A., & Mahmoud, R. (2025). Robust RP-HPLC Method for the Analysis of Domiphen Bromide in Pharmaceuticals with Comprehensive Sustainability Assessment. Journal of Pharmaceutical Innovation, 20(5), 172. https://doi.org/10.1007/s12247-025-10074-9
- Marisa, G., Kapala, J., Mafuru, T., Matinde, R., Kimaro, E., & Kaale, E. (2024). Quality Evaluation of Locally Manufactured Paracetamol Tablets in East Africa. BioMed research international, 2024, 9437835. https://doi.org/10.1155/2024/9437835
- Nawaz, M. S., Hasnat, M., Zaman, M., Alhomrani, M., Alamri, A. S., Siddique, W., Amer, M., Qurat-ul-ain shoaib, & Shahzadi, K. (2025). Development and validation of R-HPLC method for simultaneous determination of fexofenadine HCl and paracetamol for their quantification from multiparticulate drug delivery system. Acta Chromatographica, 37(3), 337-343. https://doi.org/10.1556/1326.2024.01262
- Ph. Eur. (2023). *European Pharmacopoeia* (11th ed.). European Directorate for the Quality of Medicines & HealthCare.
- Rehman, N., Parveen, A., & Qamar, S. (2024). Theoretical study of non-isothermal gradient elution liquid chromatography: Simultaneous effects of temperature and solvent strength. Journal of Chromatographic Science, 62(6), 515–525. https://doi.org/10.1093/chromsci/bmad076
- Snyder, L. R., Kirkland, J. J., & Dolan, J. W. (2011). *Introduction to Modern Liquid Chromatography* (3rd ed.). Wiley.
- Stielow, M., Witczyńska, A., Kubryń, N., Fijałkowski, Ł., Nowaczyk, J., & Nowaczyk, A. (2023). The Bioavailability of Drugs-The Current State of Knowledge. Molecules (Basel, Switzerland), 28(24), 8038. https://doi.org/10.3390/molecules28248038
- USP. (2023). *United States Pharmacopeia and National Formulary (USP 46–NF 41)*. United States Pharmacopeial Convention.



FOLIO # 11780

Análisis y comparación de pruebas fisicoquímicas realizadas a tabletas Flanax® y genéricas (naproxeno sódico 550 mg) bajo distintas condiciones de almacenamiento.	
Baratta Hernández Karen Gabriela, Montalvo Morales Karla Berenice, Muñoz Delgado Karla Georgina, Valencia Jiménez Thaily Mariana*, López Naranjo Francisco*. **Profesores:** López Naranjo Francisco*.	
***Autores para correspondencia:** flopez@correo.xoc.uam.mx 2222033090@alumnos.xoc.uam.mx	**Módulo:** Evaluación de la calidad de los medicamentos

Resumen

Esta investigación tuvo como objetivo el análisis del efecto de estrés térmico sobre las propiedades fisicoquímicas de tabletas de naproxeno sódico 550 mg, comparando un medicamento de referencia (Flanax®) y uno genérico. Se evaluaron criterios como dimensiones, peso individual, friabilidad, dureza, tiempo de desintegración, además de realizar cuantificaciones mediante espectrofotometría UV-Vis y cromatografía HPLC, en tabletas conservadas a temperatura ambiente y sometidas a 50 °C durante dos semanas, se observó una leve disminución en la dureza trás el estrés térmico, relacionado con la pérdida de humedad o alteraciones en la cohesión de las tabletas.

Palabras clave: Naproxeno sódico, estrés térmico, estabilidad fisicoquímica.

Introducción

El naproxeno sódico es un antiinflamatorio no esteroideo utilizado para el tratamiento del dolor, la inflamación y la fiebre, cuyo mecanismo de acción se basa en la inhibición de las enzimas COX-1 y COX-2 (Bayer de México, 2023). De acuerdo con el Sistema de Clasificación Biofarmacéutica, pertenece a la Clase II, caracterizándose por baja solubilidad acuosa y alta permeabilidad, lo cual hace que sus propiedades fisicoquímicas y su formulación sean determinantes para su desempeño terapéutico (Alagić-Džambić et al., 2020). Las tabletas pueden sufrir modificaciones en parámetros como dureza, friabilidad y desintegración cuando se someten a variaciones ambientales, especialmente la temperatura. Se ha reportado que exposiciones prolongadas al calor pueden alterar la cohesión de las tabletas o favorecer la pérdida de humedad, modificando su resistencia mecánica (Reyes, et al, 2025).



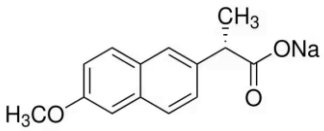


Figura 1. Estructura química de naproxeno sódico.

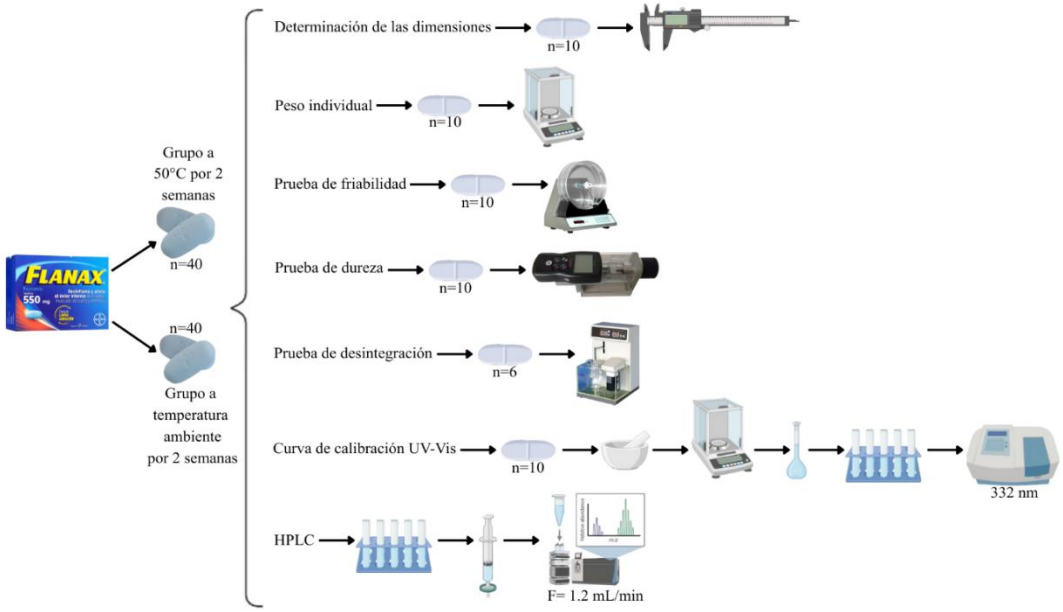
Objetivo general

Evaluar las propiedades fisicoquímicas de tabletas de naproxeno sódico referencial (Flanax®) y genéricas (550 mg), almacenadas a temperatura ambiente y a 50 °C durante dos semanas, de acuerdo con los criterios establecidos por la Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos (FEUM).

Objetivos particulares

- Analizar la uniformidad de peso y dimensiones.
- Evaluar friabilidad y dureza.
- Determinar el tiempo de desintegración.
- Elaborar curvas de calibración por UV-Vis y confirmar con HPLC.
- Comparar las variaciones del medicamento referencial y el genérico ante su exposición a estrés térmico.

Metodología



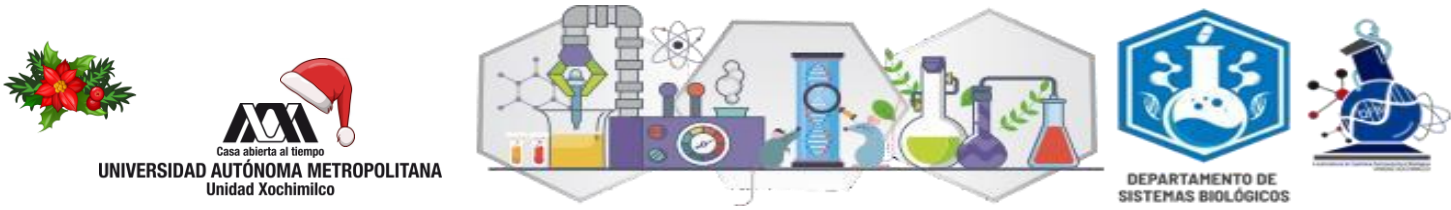


Resultados y Discusión

Resultados obtenidos

Tabla 1. Comparación de los parámetros fisicoquímicos de los dos grupos de tabletas Flanax® y tabletas genéricas (naproxeno sódico 550 mg). *Ref: Medicamento de referencia, Gen: Medicamento genérico.

Prueba	Parámetro	Gaveta Ref	Estufa Ref	Gaveta Gen	Estufa Gen
Dimensiones (mm)	Largo (prom ± DE)	18.3 ±.04	18.21 ± 0.013	19.16 ± 0.04	19.14 ± 0.07
	%CV	0.224%	0.071%	0.0255%	0.370%
	Alto (prom ± DE)	9.22 ± .0018	9.17 ± 0.033	5.98 ± 0.017	5.97 ± 0.02
	%CV	0.195%	0.36%	0.284%	0.401%
	Ancho (prom ± DE)	6.34 ± 0.026	9.27 ± 0.048	8.16 ± 0.05	8.15 ± 0.045
	%CV	0.41%	0.77%	0.66%	0.55%
Peso individual (g)	Promedio ± DE	0.7986 ± 0.0060	0.7797 ±0.0068	0.77657 ± 0.0026	0.75927 ± 0.0047
	%CV	0.75%	0.88%	0.345%	0.62%
Friabilidad (%)	Pérdida de masa	0.0025%	0.0051%	0.0025%	0.0039%
Dureza (N)	Rango (mín-máx)	87.5 - 157.15	102.05 –139.55	166.47-178.03	167.25-190.15
	Promedio ± DE	127.83 ± 24.43	123.69 ± 12.3	178.093 ± 9.62	177.68 ± 7.17
	%CV	19.1 %	9.95%	5.40%	4.02%
Desintegración	Tiempo total (min)	8:51	9:03	6:46	7:4
HPLC	AUC promedio	10.19 cm^2	4.94 cm^2	8.77 cm^2	6.91 cm^2



Los valores de %CV de ambos grupos de medicamentos, son similares entre sí, a excepción de la prueba de dureza, esto se atribuye a la pérdida de humedad en el estrés térmico inducido por 2 semanas.

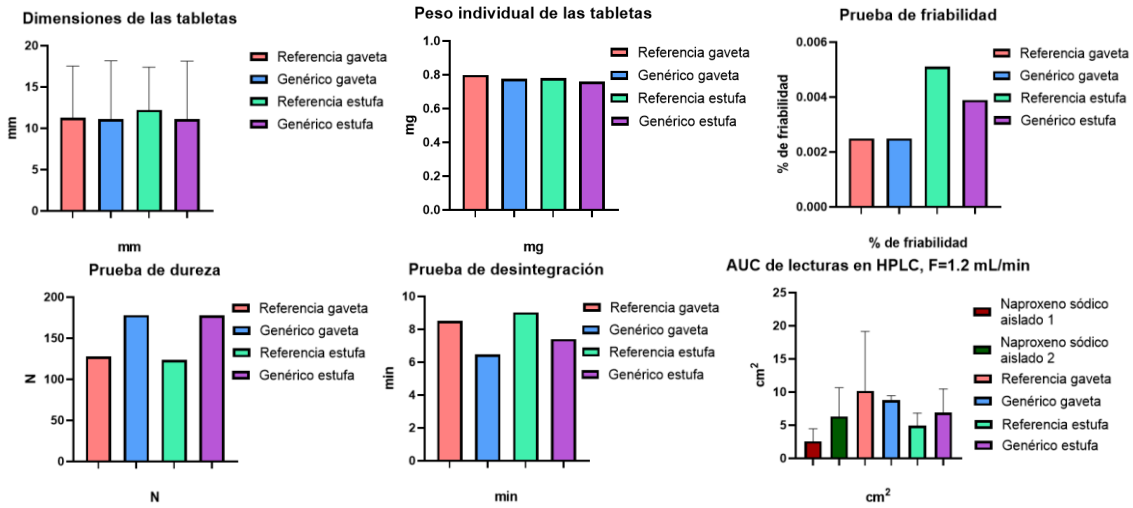


Figura 2. Análisis de varianza ANOVA de una vía para la comparación de los resultados obtenidos de las distintas pruebas fisicoquímicas realizadas al medicamento de referencia y el genérico, ambos con dos grupos; gaveta (temperatura ambiente) y estufa (50°C) bajo las mismas condiciones por 2 semanas. Los valores de P obtenidos en el análisis de varianza ANOVA de una vía, son >0.05, por lo tanto, no se observan diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de medicamento de referencia y genérico.

Discusión

Los resultados obtenidos para las tabletas Flanax® y genéricas de naproxeno sódico 550 mg muestran que, ambas formulaciones cumplen con los parámetros fisicoquímicos establecidos por la FEUM, tanto en condiciones de almacenamiento a temperatura ambiente como bajo estrés térmico a 50 °C durante dos semanas. Las dimensiones, el peso individual y la friabilidad permanecieron prácticamente constantes tras la exposición a temperatura elevada, lo que sugiere que la integridad física de las tabletas no se vio comprometida (Tabla 1). Esto coincide con lo reportado en la literatura, donde el naproxeno sódico sólido presenta buena estabilidad térmica (Reyes et al., 2025).

En la prueba de friabilidad, ambos grupos de medicamentos presentaron pérdidas de masa menores al 1 %, por otra parte, en cuanto a la prueba de dureza se detectó una ligera reducción en ambos grupos de medicamentos que estuvieron expuestos a 50°C (Tabla 1), esto podría deberse a la posible pérdida de humedad o cambios en los componentes que promueven la cohesión de las tabletas, de acuerdo con lo reportado por (Maha, et al., 2020). En cuanto a la desintegración, las tabletas que estuvieron durante almacenamiento a temperatura ambiente y las expuestas a 50 °C tanto del medicamento de referencia y del genérico, se desintegraron en menos de 15 min (Tabla 1),

cumpliendo con el límite establecido por la FEUM. Este resultado está respaldado por investigaciones como la publicada por (Basaleh et al., 2020) que indica que las formulaciones bien diseñadas preservan su comportamiento de desintegración ante condiciones de temperatura elevada.

Las pruebas analíticas confirmaron que la estabilidad del principio activo no se vio comprometida por la exposición térmica. Las curvas de calibración UV-Vis mostraron linealidad adecuada, y las áreas bajo la curva obtenidas por HPLC, utilizando como apoyo lo reportado por (Govindrao et al., 2022), se mantuvieron dentro del rango esperado para el naproxeno sódico. La ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$) entre el medicamento de referencia y el genérico refuerza la equivalencia de calidad de almacenamiento entre ambos productos bajo las condiciones evaluadas (Figura 2).

Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos, se concluye que, aunque las tabletas fueron sometidas a un corto periodo de tiempo de estrés térmico, presentaron variaciones en algunos parámetros fisicoquímicos de la Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos (FEUM). En particular, la cuantificación del naproxeno sódico mediante UV-Vis y HPLC no mostró diferencias relevantes entre los grupos evaluados, indicando que, el contenido del principio activo se conserva adecuadamente aún después del estrés térmico.

No obstante, los resultados no garantizan que las tabletas puedan conservar su eficacia en cada condición climática, puesto que, la exposición a 50°C redujó ligeramente su dureza, indicando posibles cambios en la cohesión de las tabletas. Esta alteración podría influir en la desintegración o liberación del fármaco. Aunque ambos grupos de medicamentos cumplieron con los criterios farmacopeicos, la disminución en resistencia mecánica sugiere que un mal almacenamiento podría afectar el comportamiento esperado del fármaco.

Referencias

- Alagić-Džambić, L., Dacić, M., Kurspahić, R. & Džambić, M. (2020). *Study of pH-Dependent Drugs Solubility for BCS Class 2 and Class 4. Chemistry Research Journal, 5(6): 101-104.*
- Basaleh S, Bisharat L, Cespi M, Berardi A. (2020). *Temperature: An overlooked factor in tablet disintegration. Eur J Pharm Sci. Aug 1;151:105388. doi: 10.1016/j.ejps.2020.105388. Epub 2020 May 30. PMID: 32479863.*
- Bayer de México (2023). *Naproxeno: qué es y para qué sirve. Flanax. Recuperado el 02 noviembre de 2025, https://www.flanax.com.mx/naproxeno-sodico/naproxeno-sodico-para-que-sirve*



- Govindrao, K., Bhuvaneswari, R., Sowmyasri, R., Balasahithi, R., Alekhya, R. & Ramani, R. V. V. (2022). *Development and validation of HPLC method for naproxen in pharmaceutical dosage forms. International journal of research in pharmacy and chemistry, 12(3), 262-275.*

- Maha, A-A., Rajarathinam, P. (2020). *Influencia del secado por microondas y los métodos de secado convencionales en las propiedades mecánicas de los comprimidos de naproxeno sódico. Particuology (53): 30-40.*

- Reyes, P. G. D., Cruz-Rodríguez, R., Hernández-Baltazar, E. (2025). *Stability Study of Naproxen in Solid State and Excipient Compatibility. Applied Sciences Research Periodicals.*



FOLIO # 11781

Comparación de tabletas genéricas y de referencia de paracetamol mediante pruebas fisicoquímicas, estrés térmico y análisis por HPLC	
Sánchez Rodríguez Sergio*, Niño Díaz Cinthya Jazmín, Aguirre Nava Andrea, Montes Juárez Itzel, Cruz Balderas Maribel **Profesores:** López Naranjo Francisco*	
*** Autores para correspondencia:** 2223061070@alumnos.xoc.uam.mx flopez@correo.xoc.uam.mx	**Módulo:** Evaluación de la calidad de los medicamentos

Resumen

En este estudio se comparó la calidad fisicoquímica y la estabilidad bajo estrés térmico de tabletas de paracetamol de referencia y dos genéricos de 500 mg. Se evaluaron parámetros críticos como uniformidad de masa, desintegración, friabilidad y dureza. Adicionalmente, se realizó un análisis por HPLC para identificar la señal cromatográfica del paracetamol a diferentes concentraciones. Los resultados mostraron que, aunque todos los medicamentos cumplieron con las especificaciones de la FEUM, el medicamento de referencia presentó mayor consistencia en sus propiedades mecánicas y menor variación al estrés térmico. Las señales obtenidas por HPLC confirmaron la presencia del analito en todas las muestras, aunque con variabilidad atribuible a factores operativos.

Palabras Clave: Genérico, referencia, calidad, paracetamol

Introducción:

El paracetamol o acetaminofén, es un analgésico y antipirético ampliamente utilizado para tratar molestias leves a moderadas. Su existencia en los sistemas de salud pública y privada, tanto en formulaciones de patente como genéricas, exige el estricto cumplimiento de los Estándares de Calidad establecidos por las farmacopeas, como la Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos (FEUM) (Chidiac et al. 2023). Las condiciones en las que se almacena los medicamentos en un factor critico para su seguridad, calidad y eficacia; un manejo inadecuado puede comprometer la integridad del producto y exponer a los pacientes a riesgos de la salud serios, incluyendo daño hepático e insuficiencia renal. La estabilidad en las formas farmacéuticas sólidas orales se ve particularmente influenciada por factores ambientales como la temperatura y la humedad, los cuales influyen en parámetros críticos como dureza, friabilidad y desintegración (Zaaro et al. 2023). Por lo tanto, este estudio tuvo como objetivo evaluar de manera comparativa la estabilidad fisicoquímica de tabletas de paracetamol de 500 mg genéricas y de referencia de liberación inmediata sometidas a condiciones de estrés térmico (50 °C). Además, se analizó el comportamiento cromatográfico por medio de HPLC con el objetivo de identificar el paracetamol a diferentes concentraciones.

Objetivo general:

Comparar tabletas genéricas y de patente de paracetamol de 500 mg de liberación inmediata mediante pruebas fisicoquímicas y de estabilidad bajo estrés térmico.

Objetivos particulares:

- Evaluar el efecto del estrés térmico (50 °C) en la estabilidad de las tabletas genéricas y de patente.
- Comparar las propiedades fisicoquímicas de tabletas genéricas y de patente de paracetamol.
- Examinar la presencia de señal cromatográfica asociada al paracetamol en las tabletas genéricas y de patente mediante HPLC.

Metodología:

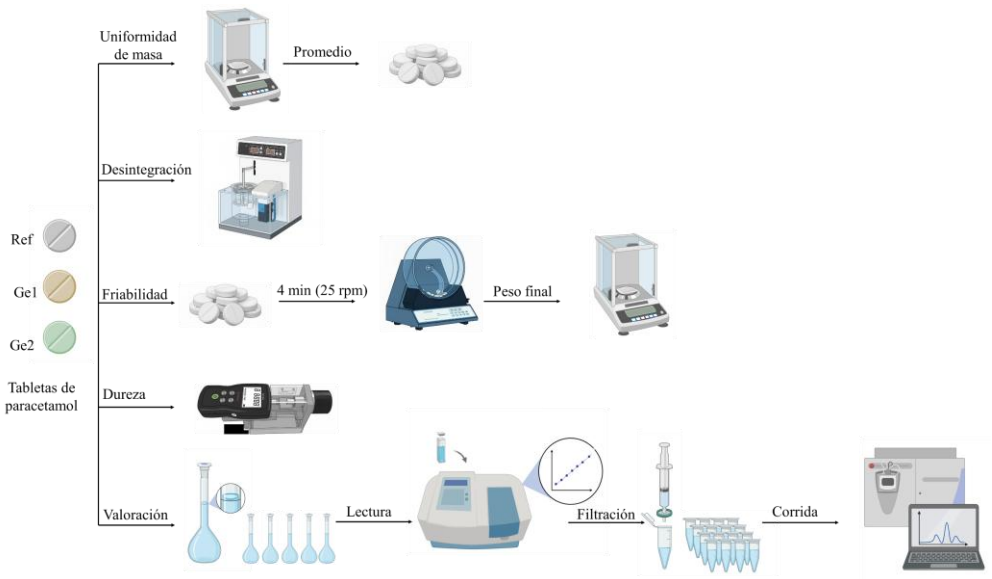


Figura 1. Abstract gráfico de la metodología



Resultados y Discusión

Pruebas fisicoquímicas

Uniformidad de masa

Los resultados de la prueba de uniformidad de masa (Tabla 1) mostraron que los tres medicamentos evaluados cumplen con los criterios establecidos por la FEUM y la USP, ya que en todos los casos el coeficiente de variación (CV) se mantiene dentro de los rangos aceptables. El medicamento de referencia presentó la menor variabilidad entre las diferentes condiciones, lo que indica un proceso de manufactura más controlado, como suele observarse en formulaciones de marca. En general, aunque todos los productos cumplen la especificación, el medicamento de referencia demuestra la mayor consistencia, seguido del Genérico 1 y Genérico 2.

Desintegración

Los tiempos de desintegración mostraron variaciones entre los diferentes medicamentos, observándose una desintegración más rápida en el producto de referencia, seguida por el genérico 1 y el genérico 2. No obstante, todas cumplieron con el criterio de aceptación farmacopeico (<30 minutos). Asimismo, no se observaron diferencias significativas entre las tabletas sometidas a estrés térmico y las almacenadas a temperatura ambiente, lo que confirma una buena estabilidad térmica de las formulaciones (Tabla 1).

Friabilidad

Los resultados de friabilidad (Tabla 1) muestran diferencias claras en la resistencia mecánica, aunque todos cumplen con el criterio de aceptación farmacopeico (<1%). El producto de referencia presentó los valores más bajos en ambas condiciones, evidenciando una buena resistencia mecánica. El Genérico 1 mantuvo valores igualmente reducidos y con mínima variación, lo que indica una formulación consistente. En contraste, el Genérico 2 mostró los valores más altos y un aumento marcado al estrés termico, lo que sugiere una mayor dependencia de la humedad para conservar su cohesión, consistente con lo descrito para excipientes higroscópicos o tabletas con menor fuerza de compactación (Alderborn, 2003).

Dureza

La prueba de dureza mostró diferencias claras entre los medicamentos evaluados, principalmente atribuible al proceso de fabricación de estos. Al comparar la influencia de la temperatura, los tres productos mostraron variaciones al exponerse a 50 °C, aunque estas fueron más marcadas en los genéricos, evidenciando que su dureza es más susceptible a condiciones de estrés térmico. En conjunto, estos resultados sugieren que la formulación del medicamento de referencia ofrece mayor estabilidad mecánica frente a cambios de temperatura que los genéricos (Tabla 1).



Tabla 1. Resultados de uniformidad de masa, desintegración, friabilidad y dureza obtenidos para el medicamento de referencia y dos genéricos, evaluados en dos condiciones de temperatura

Producto		Uniformidad de masa (g)	Desintegración (<30min)	Friabilidad (<1%)	Dureza
Referencia	Gaveta	0.609 ± 1.16	0.42	0.0164	181.28 ± 10.20
	Estufa	0.611 ± 0.638	0.33	0.0838	186.99 ± 7.05
Genérico 1	Gaveta	0.5524 ± 0.785	3.54	0.179	76.99 ± 11.9
	Estufa	0.5494 ± 0.854	3.47	0.189	96.86 ± 11.02
Genérico 2	Gaveta	0.5568 ± 0.8878	2.15	0.48	153.33 ± 13.68
	Estufa	0.5516 ±1.2230	2.26	0.98	148.01 ± 12.11

Valoración HPLC

Se seleccionaron los cromatogramas obtenidos a 15 µg/mL, ya que a esta concentración se observaron señales definidas que permiten una comparación adecuada entre los medicamentos. En cambio, las concentraciones más bajas (≤ 7.54 µg/mL) generaron picos de baja intensidad, lo que limita la precisión de las mediciones (Habib et al., 2023).

En el tiempo de retención (Tabla 2), los genéricos presentaron diferencias del 23–26 % en gaveta y entre 2–17 % en estufa. Estos valores se encuentran dentro del rango reportado para paracetamol (2.5–5.0 min) en distintos métodos de HPLC (Ismail et al., 2024; Habib et al., 2023), por lo que las variaciones pueden atribuirse a diferencias en condiciones cromatográficas sin afectar la identificación del analito.

Tabla 2. Diferencia en tiempo de retención respecto al medicamento de referencia (15 µg/mL).

Producto	Gaveta	Estufa	% diferencia – Gaveta	% diferencia – Estufa
Referencia	4.93	3.83	-	-
Genérico 1	3.66	3.75	25.76%	2.08%
Genérico 2	3.78	4.47	23.33%	16.71%

Respecto al ABC (Tabla 3), las discrepancias fueron mayores: 32–176 % en gaveta y 52 % hasta >1000 % en estufa. Dado que el área es proporcional a la cantidad de analito, estas diferencias sugieren variaciones en preparación de muestras o volúmenes de inyección (Habib et al., 2023).



Tabla 3. Diferencia en área bajo la curva respecto al medicamento de referencia (15 µg/mL).

Producto	Gaveta	Estufa	% diferencia – Gaveta	% diferencia – Estufa
Referencia	6,86	1.63	-	-
Genérico 1	18.99	20.24	176.72%	1139.18%
Genérico 2	9.1	0.78	32.56%	52.24%
Genérico 2	9.1	0.78	32.56%	52.24%

En conjunto, los datos indican que, aunque se detectó el mismo analito, la cuantificación es altamente variable, probablemente por factores operativos más que por diferencias entre formulaciones.

Conclusiones

El análisis de las tabletas genéricas y de referencia de paracetamol indica que, aunque todas cumplen con los criterios básicos establecidos por la FEUM, existen diferencias en la consistencia de sus propiedades fisicoquímicas y en su comportamiento bajo estrés térmico. Asimismo, el análisis por HPLC permitió confirmar la presencia del analito en todas las muestras. Con base en estos hallazgos, sería recomendable realizar estudios más detallados que profundicen en la caracterización fisicoquímica y el desempeño comparativo de los medicamentos evaluadas.

Referencias:

- Alderborn, G. (2003). *Tablet and capsule manufacturing*. En A. C. Moffat (Ed.), Pharmaceutical manufacturing handbook (pp. 213–245). Wiley.
- Chidiac AS, Buckley NA, Noghrehchi F, Cairns R. Paracetamol (acetaminophen) overdose and hepatotoxicity: mechanism, treatment, prevention measures, and estimates of burden of disease. Expert Opin Drug Metab Toxicol (2023). https://doi.org/10.1080/17425255.2023.2223959
- Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos. (2020). Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos (10.ª ed., Tomo II). Comisión Permanente de la Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos.
- Garg, A., & Gupta, M. (2015). *Tablet formulation design and quality control parameters.* International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research, 31(1), 45–52.
- Habib, A., Mabrouk, M. M., Fekry, M., Elbarbary, A., & Belal, F. (2023). *Green glycerol-based reversed-phase liquid chromatography (RP-HPLC) method for the simultaneous determination of methionine and paracetamol in pharmaceutical tablets.* Chromatographia, 86, 707–716. https://doi.org/10.1007/s10337-023-04283-y



- Ismail, R. A., Ayad, M. F., Hussein, L. A., & Alzanki, E. (2024). *A bioanalytically validated RP-HPLC method for simultaneous quantification of rivaroxaban, paracetamol, and ceftriaxone in human plasma: A combination used for COVID-19 management. Scientific Reports, 14*, 25693. https://doi.org/10.1038/s41598-024-75729-y
- Kumar, V., Kothiyal, P., & Sharma, S. (2014). Comparative evaluation of mechanical strength of tablets: A review. International Journal of Drug Development and Research, 6(2), 55–62.
- Zaarour, Y., EL Arroud, F., Griguer, H. *et al. Control de calidad del paracetamol mediante un sensor de microondas no invasivo*. *Sci Rep* 13, 17443 (2023). https://doi.org/10.1038/s41598-023-43409-y



FOLIO # 11782

Evaluación in vitro de la actividad sinérgica de extractos vegetales en la inhibición de *Klebsiella pneumoniae, Staphylococcus epidermidis* contra sus biofilms	
Campos Cruz Daniela, Domínguez Méndez Keren Jahdai*, Vega Huaracha Luis Ángel **Profesores:** Esquivel Campos Ana Laura *, Pérez Ramos Julia.	
***Autores para correspondencia:** esquivel@correo.xoc.uam.mx 2222031925@alumnos.xoc.uam.mx	**Módulo:** Prevención y control de la propagación microbiana

Resumen

Las infecciones ocasionadas por *Klebsiella pneumoniae* y *Staphylococcus epidermidis,* suelen ser de difícil tratamiento debido al aumento de la multirresistencia a antibióticos, esto gracias a la capacidad que ambas tienen para formar biofilms. La herbolaria ofrece una alternativa terapéutica con actividad antimicrobiana, se sabe que los extractos vegetales contienen moléculas capaces de interferir en la viabilidad celular, la adhesión, comunicación y organización del biofilm, debilitando la formación de este último. En consecuencia, abre nuevas oportunidades para el control microbiano. Es por ello que en este trabajo se planteó el uso de un extracto vegetal para combatir la actividad microbiana y la formación de biofilm formado por dichas bacterias, obteniendo resultados positivos. Esto con el fin de señalar la importancia de la investigación a nuevas técnicas y el desarrollo de herramientas conocidas para prevenir la colonización bacteriana y brindar una solución satisfactoria a la resistencia antimicrobiana.

Palabras clave: Biofilm, actividad antimicrobiana, extracto.

Introducción

Las bacterias han desarrollado la capacidad para generar diversos mecanismos de resistencia a una gran serie de antibióticos, hecho que compromete los tratamientos para infecciones comunes. La OMS ha enumerado 17 patógenos causantes de enfermedades habituales a nivel comunitario, dentro de dicha lista se encuentran bacterias como; *Klebsiella pneumoniae* y *Staphylococcus epidermidis,* que cuenta con una gran relevancia clínica debido a que son un éxito en causar infecciones, esto puede atribuirse parcialmente a su capacidad para formar biofilms. Los biofilms son comunidades bacterianas complejas rodeadas por una matriz extracelular compuesta de exopolisacáridos, proteínas y ácidos nucleicos (MES. Guerra, et al., 2022). Debido al incremento de los estudios científicos en las últimas tres décadas, el biofilm ha adquirido gran relevancia, principalmente en el área médica, ya que el 90 % de los microorganismos poseen estas características, lo que favorece el desarrollo de infecciones crónicas. Las bacterias que desarrollan biofilms son difíciles de erradicar porque generan una mayor tolerancia a los antibióticos y a las defensas inmunitarias del huésped. Por lo tanto, es muy importante evaluar moléculas antibiofilm que puedan minimizar y erradicar eficazmente las infecciones asociadas a las 2 bacterias ya antes mencionadas (Zhang et al., 2020). Los productos naturales como los aceites volátiles de plantas se han estudiado como una alternativa prometedora

para abordar la disminución de la línea de antibióticos y por su actividad antibacteriana (Mulat et al., 2019).

Objetivo general

Evaluar la eficacia antibacteriana y antibiofilm de una combinación sinérgica de extractos contra *Klebsiella pneumoniae* y *Staphylococcus epidermidis*, comparando su rendimiento con los antibióticos de referencia (amikacina y ciprofloxacino).

Objetivos particulares

- Determinar la concentración mínima inhibitoria (MIC) frente a las cepas de estudio.
- Determinar la actividad antibacteriana del extracto combinado utilizando el método de difusión en agar.
- Analizar la capacidad del extracto para inhibir la formación de biofilms.
- Comparar los resultados obtenidos con el extracto combinado frente a un control positivo con antibióticos de referencia (amikacina y ciprofloxacino).

Metodología

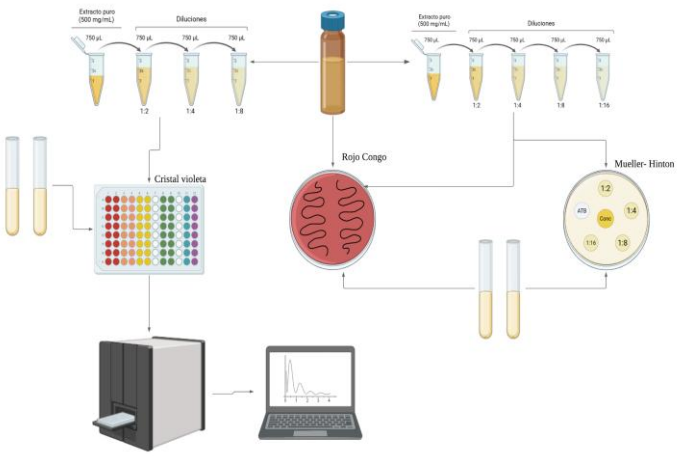


Figura 1. Diagrama de metodología aplicada.

Resultados y Discusión

Actividad antimicrobiana

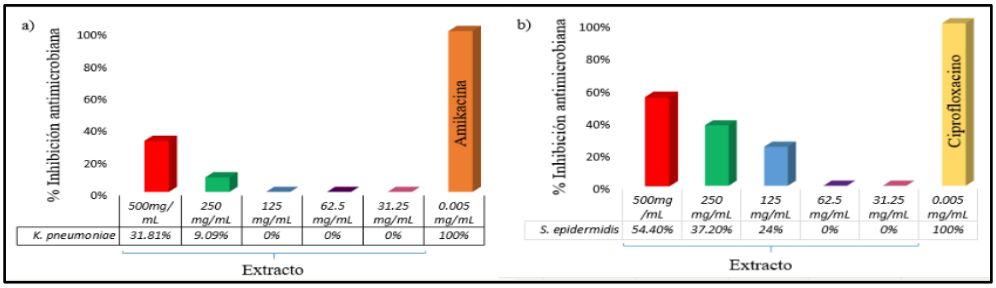


Figura 4. Gráficos de porcentajes de actividad antimicrobiana del extracto en comparación con un antibiótico. A) Porcentajes de inhibición de *K. pneumoniae*; B) Porcentajes de inhibición de *S. epidermidis*.

Actividad antibiofilm

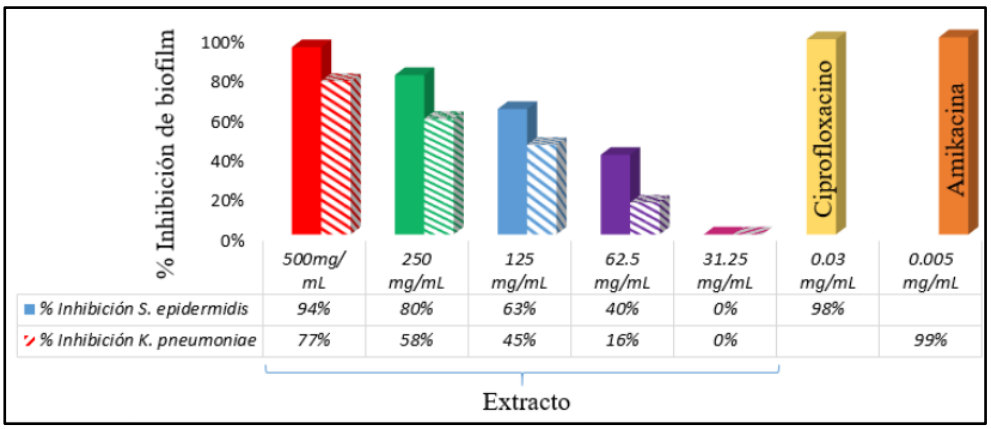


Figura 5. Comparación del porcentaje de inhibición de biofilm en *K. pneumoniae* y a diferentes concentraciones del extracto contra sus antibióticos correspondientes.



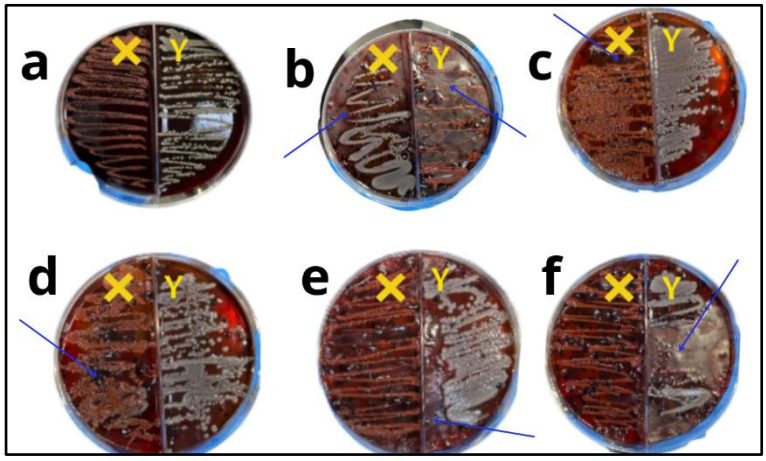


Figura 6. Crecimiento comparativo de biofilm sobre *K. pneumoniae* (lado X) y *S. epidermidis* (lado Y) en placas divididas, bajo diferentes tratamientos donde :(a) Control positivo (medicamento), (b) Control negativo (solución salina), (c) Extracto concentrado (1:0), (d) Extracto dilución 1:2, (e) Extracto dilución 1:4, (f) Extracto dilución 1:8.

Se demuestra que el extracto multisinérgico compuesto por ajo, cebolla, canela, cúrcuma y jengibre ejerce una actividad antibiofilm notable frente a *Staphylococcus epidermidis* y *Klebsiella pneumoniae*, aunque con diferencias significativas en su inhibición, según la morfología bacteriana y los mecanismos de resistencia intrínsecos de cada especie. Como se puede observar en la fig 4., la actividad antimicrobiana del extracto para *K. pneumoniae* es mucho más baja en relación con los resultados para *S. epidermidis*, donde se registró una inhibición antibacteriana por encima del 50% con el extracto en su estado de concentrado original, pero a medida que se continúa realizando diluciones se observa que el porcentaje de inhibición es directamente proporcional a la concentración de extracto, esto quiere decir que en proporción a la disminución de la cantidad de extracto en la dilución, disminuirá el porcentaje de activador antimicrobiana y de viceversa. Estos hallazgos subrayan que los extractos vegetales no actúan como antibióticos tradicionales, sino como moduladores de procesos fisiológicos clave, particularmente aquellos asociados con la adhesión, comunicación y producción de matriz extracelular (Li et al., 2024).

La baja inhibición en *K. pneumoniae* no necesariamente indica que el extracto carezca de actividad, sino que evidencia la extraordinaria capacidad de esta bacteria para bloquear la penetración de compuestos antimicrobianos. Ya que contiene una membrana externa rica en lipopolisacáridos (LPS) que actúa como barrera física que al ser altamente selectiva limita la penetración de moléculas hidrofílicas y polares presentes en el extracto. Además, es regulada por porinas como OmpK35 y OmpK36, que en presencia de estrés químico o ambiental reducen aún más el paso densustancias externas y utiliza bombas de eflujo (AcrAB-TolC y OqxABqu) que expulsan activamente los compuestos que logran atravesar la membrana (Li et al., 2024). A lo anterior se le suma la cápsula polisacarídica, que actúa como una protección adicional al impedir el contacto directo con agentes antimicrobianos y atraen o repelen moléculas bioactivas (Li et al., 2024). Al final el conjunto de estas características revela el por qué los extractos naturales no difunden bien en el agar ni forman halos visibles, lo que representa una limitación del método y no una falta real de actividad antimicrobiana.



Pese a que el extracto en *K. pneumoniae* no mostró la respuesta deseada para la actividad antimicrobiana, se puede observar en la fig 5., que el extracto presentó actividad antibiofilm en la microplaca, llegando a alcanzar un 77% de inhibición. Esto se explica porque los mecanismos de antibiofilm no requieren que los compuestos atraviesen completamente la membrana o cápsula de la bacteria. Ya que la formación de biofilm depende de procesos regulatorios como quórum sensing (QS), fimbrias, síntesis de exopolisacáridos (EPS) y operones específicos, los cuales pueden ser bloqueados desde la superficie (El-Sawy et al., 2024). Los compuestos naturales que contiene el extracto como, alicina, cinnamaldehído, curcumina y gingeroles, actúan alterando señales químicas, desorganizando la membrana externa o inhibiendo rutas regulatorias clave, lo que impide la adhesión y la formación de la matriz del biofilm sin necesidad de matar directamente a la bacteria.

Las pruebas de rojo Congo fig 6., y cristal violeta fig 5., mostraron menor pigmentación, menor rugosidad y menor formación de biomasa adherida, lo que confirma una reducción en la producción de polisacáridos y matriz extracelular en *K. pneumoniae*, a comparación con S. epidermidis que fue mucho más sensible porque, al ser Gram positiva, carece de membrana externa y cápsula densa, lo que facilita la acción de los compuestos naturales, es por ello que se observa un porcentaje de inhibición mayor. Además, el biofilm formado depende del operón *ica* y del polisacárido PIA, que son estructuras altamente vulnerables a inhibidores presentes en el extracto (Rohde et al., 2010). Por lo tanto, se observó una disminución marcada en el cristal violeta y cambios notables en rojo Congo.

A su vez los valores obtenidos de Cl_{50} (84 mg/mL para *S. epidermidis* y 163 mg/mL para *K. pneumoniae*) proporcionan un parámetro cuantitativo que confirma la diferencia de susceptibilidad entre ambos microorganismos. Estos valores indican que se requiere casi el doble de concentración del extracto para inhibir el biofilm de *K. pneumoniae* en comparación con S. epidermidis, lo que refleja la mayor resistencia y complejidad estructural del biofilm de *K. pneumoniae*, compuesto por polisacáridos, ADN extracelular, lípidos y proteínas reguladas de forma más sofisticada.

Aun así, el extracto demuestra ser un agente antibiofilm eficaz, aunque no actúe como un antibiótico convencional. Esta propiedad es clínicamente relevante porque los biofilms son responsables de infecciones persistentes y asociadas a dispositivos médicos. Por ello, el extracto podría emplearse como coadyuvante de antibióticos, en recubrimientos para catéteres y prótesis, o en el manejo preventivo de heridas crónicas

Conclusiones

En conclusión, las biopelículas bacterianas representan un desafío clínico importante, ya que los antibióticos convencionales suelen ser insuficientes para eliminarlas. Es por ello que se planteó el uso del extracto multisinérgico, que demostró una actividad antibiofilm significativa frente a *S. epidermidis* y *K. pneumoniae*, con una mayor eficacia en la bacteria Gram positiva debido a su menor complejidad estructural y a la ausencia de barreras externas. En *K. pneumoniae*, la baja actividad antimicrobiana se atribuye a su membrana externa rica en LPS, la regulación de porinas, las bombas de eflujo y su cápsula polisacarídica, que dificultan la penetración de los compuestos; sin embargo,



el extracto logró inhibir hasta un 77% de su biofil al interferir con procesos regulatorios como el quorum sensing y la síntesis de matriz extracelular; a su vez se observó para *S. epidermidis* un efecto antibiofilm con un porcentaje de inhibición de hasta el 94%, lo cual es atribuido a que es una bacteria Gram positiva y sus marcadas diferencias con *K. pneumoniae*, como la carencia de la membrana externa y la cápsula densa por mencionar algunas, así como también la composición de su biofilm. Los valores de IC_{50} confirman la diferencia de susceptibilidad entre ambas especies, requiriendo casi el doble de concentración que se usó para *S. epidermidis*, para inhibir el biofilm en *K. pneumoniae*. En conjunto, los resultados demuestran que el extracto actúa como un modulador eficaz del biofilm e integra una alternativa prometedora como coadyuvante en estrategias para el control de infecciones asociadas a superficies y dispositivos médicos.

Referencias

- El-Sawy, E. R., Abdel-Aziz, M. S., Abdelmegeed, H., & Kirsch, G. (2024). *Coumarins: Quorum sensing and biofilm formation inhibition.* Molecules, 29(19), 4534 https://www.mdpi.com/1420-3049/29/19/4534
- Guerra, M. E. S., Destro, G., Vieira, B., Lima, A. S., Ferraz, L. F. C., Hakansson, A. P., Darrieux, M., & Converso, T. R. (2022). Klebsiella pneumoniae Biofilms and Their Role in Disease Pathogenesis. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, *12*, 877995. https://doi.org/10.3389/fcimb.2022.877995
- Li, L., Gao, X., Li, M., Liu, Y., Ma, J., Wang, X., Yu, Z., Cheng, W., Zhang, W., Sun, H., Song, X., & Wang, Z. (2024). Relationship between biofilm formation and antibiotic resistance of Klebsiella pneumoniae and updates on antibiofilm therapeutic strategies. *Frontiers In Cellular And Infection Microbiology*, *14*, 1324895. https://doi.org/10.3389/fcimb.2024.1324895
- Mulat, M., Pandita, A., & Khan, F. (2019). Medicinal Plant Compounds for Combating the Multi-drug Resistant Pathogenic Bacteria: A Review. *Current Pharmaceutical Biotechnology*, *20*(3), 183–196. https://doi.org/10.2174/1872210513666190308133429
- Rohde, H., Frankenberger, S., Zähringer, U., & Mack, D. (2010). Structure, function and contribution of polysaccharide intercellular adhesin (PIA) to Staphylococcus epidermidis biofilm formation and pathogenesis of biomaterial-associated infections. European journal of cell biology, 89(1), 103–111. https://doi.org/10.1016/j.ejcb.2009.10.005
- Zhang, K., Li, X., Yu, C., & Wang, Y. (2020). Promising Therapeutic Strategies Against Microbial Biofilm Challenges. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, *10*. https://doi.org/10.3389/fcimb.2020.00359



FOLIO # 11783

Identificación de enterobacterias en alimentos comercializados en puestos aledaños al metro Universidad y evaluación de su susceptibilidad frente agentes antimicrobianos	
De la Rosa Génico Odalys Guadalupe, Hernández Jiménez Guillermo, Salinas Jaimes Kathia, Torres Mendoza Claudia Gabriela, Zariñana Cruz Hugo Salvador **Profesores:** Pérez Campos Julia, Esquivel Campos Ana Laura.	
Autores para correspondencia: 2223024095@alumnos.xoc.uam.mx jperez@correo.xoc.uam.mx	**Módulo:** Prevención y control de la propagación microbiana

Resumen

Las enterobacterias representan una causa importante de enfermedades transmitidas por alimentos, en México su impacto sanitario esta evidenciado en más de 3.4 millones de casos de enfermedades intestinales registradas en 2022, de los cuales 23 mil fueron de origen bacteriano. Con base en esta problemática, el estudio buscó identificar enterobacterias en cilantro y salsa de puestos de tacos cercanos al metro Universidad y evaluar su susceptibilidad antimicrobiana. Las muestras fueron procesadas mediante preenriquecimiento en agua peptonada y siembra en medios selectivos y diferenciales. La identificación se complementó con tinción de Gram, pruebas bioquímicas y una prueba de difusión de disco con distintos antibióticos. Los resultados sugieren la presencia de *Escherichia coli*, *Enterobacter*, *Salmonella* spp. y *Shigella* spp., y algunos géneros presentaron multirresistencia a β-lactámicos y quinolonas.

Palabras clave: Enterobacterias, resistencia antimicrobiana, alimentos.

Introducción

Las enterobacterias son un grupo de microorganismos pertenecientes a la familia Enterobacteriácea, son bacilos gramnegativos, dentro de las cuales se agrupan los géneros *Escherichia*, *Salmonella*, *Shigella*, *Enterobacter Klebsiella*, que habitan en el tracto digestivo de animales y seres humanos, la mayoría pueden ocasionar enfermedades gastrointestinales (Riedel, et al., 2020). Las enterobacterias son un contaminante común y pueden causar enfermedades transmitidas por alimentos (ETA's), la Organización mundial de la Salud (OMS) estima que las ETA, provocan anualmente más de 600 millones de casos y 420 mil muertes en el mundo, (Organización Panamericana de la Salud, 2021). En México la Secretaría de Salud (2024), notificó 2 millones de enfermedades diarreicas agudas provocadas por agentes como Salmonella y E. Coli, presentes en frutas, vegetales, y productos lácteos (SENASICA, 2023 y Delahoy et al., 2025).

Las bacterias gramnegativas presentan estructuras celulares especificas y complejas, como su envoltura constituida por una membrana interna, una capa delgada de peptidoglicano, y una membrana externa donde se encuentran lipolisacaridos (LPS), (Fiverson, et al., 2024), estas estructuras al igual que capsulas bacterianas, flagelos y pelos, presentes en la mayoría de los



géneros, actúan como factores de virulencia (Goldust y Ducret, 2023) que usan para infectar a sus hospedadoras utilizando el sistema de secreción de tipo I y III (Ríos, et al., 2022).

Las muestras de alimentos que sean sospechosas a estar contaminadas pueden cultivarse si la muestras esta previamente enriquecida, mediante caldos como tetrationato o lactosado, y emplear medios de cultivo como MacConkey, SS, Hektoen, y verde brillante (Mercalab, 2025 y Cooper 2020). La identificación de microorganismos patógenos presentes en alimentos de la calle, mediante pruebas bioquímicas que confirmen el patrón metabólico (Nápflim, et al., 2025), así como identificación macroscópica y microscópica, permiten conocer el patógeno especifico del que se trate, así como la evaluación de la sensibilidad de estos microorganismos frente a distintos antibióticos, permiten diagnósticos adecuados y tratamientos efectivos.

Objetivo general

Identificar la presencia de enterobacterias de importancia en la salud publica en tacos comercializados en el metro Universidad.

Objetivos particulares

- Recolectar muestras de salsa y cilantro de dos distintos puestos de tacos aledaños al metro Universidad.
- Realizar el aislamiento selectivo y diferencial de enterobacterias mediante el uso de distintos medios de cultivo.
- Identificar enterobacterias de importancia en la salud pública como: *Salmonella spp*, Shigella, Enterobacter y Escherichia coli mediante pruebas macroscópicas, microscópicas y metabólicas.
- Evaluar la sensibilidad antimicrobiana de los géneros identificados, por el método de difusión de disco.

Metodología

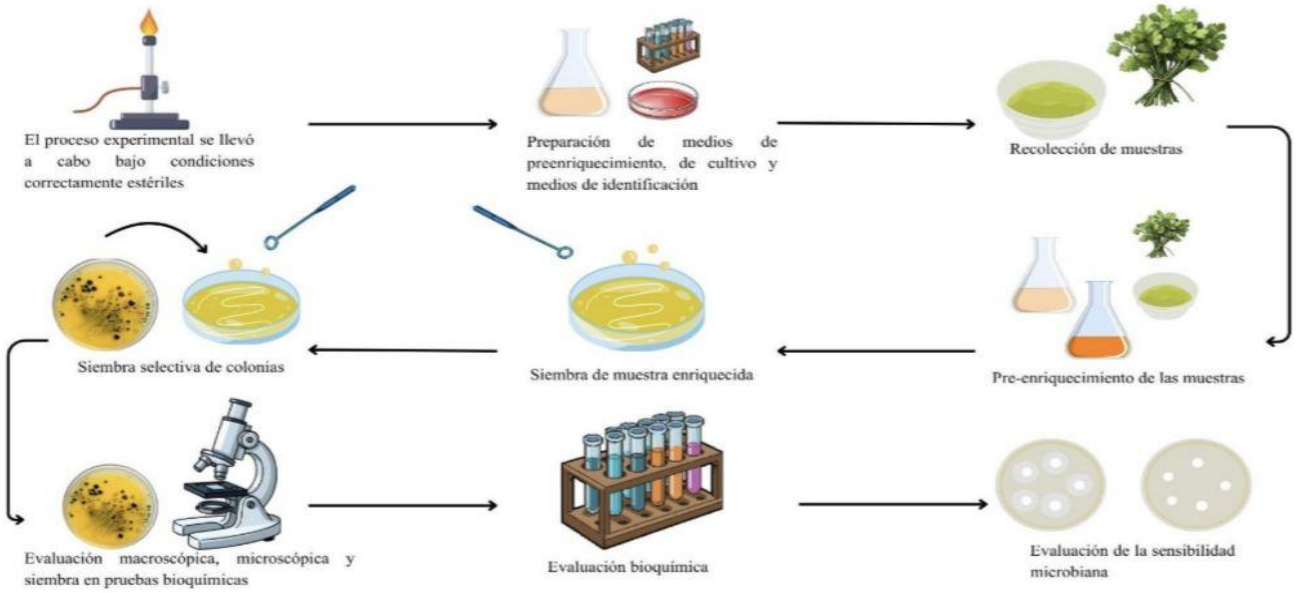


Figura 1. Metodología experimental.

Resultados y discusión

Se analizaron un total de 16 muestras, de las cuales únicamente en 8 se observó crecimiento microbiano correspondiendo el 100% a las muestras de cilantro (Figura 2), el nulo crecimiento microbiano en las salsas es debido a la presencia de *Capsicum chinense*, un fitoquímico presente en el chile con el cual se realizan las salsas, este presenta actividad antibacteriana contra algunas especies de enterobacterias como lo son: *Salmonella* y *E. coli* (Periferakis et al., 2023). Asimismo, solo 6 muestras evidenciaron la presencia de las enterobacterias de interés para esta investigación. De las 6 muestras analizadas 3 son pertenecientes al cilantro del puesto 1 destacando la presencia de *E. coli* y *Enterobacter*, mientras que los 3 restantes pertenecen al puesto 2, resaltando la presencia de *Shigella* y *Salmonella* correspondientemente, de esta manera se demuestra que en el 25% de las muestras no hay presencia de enterobacterias de interés y en gran medida el 75 % destaca el crecimiento de los géneros de enterobacterias esperados (Figura 2)

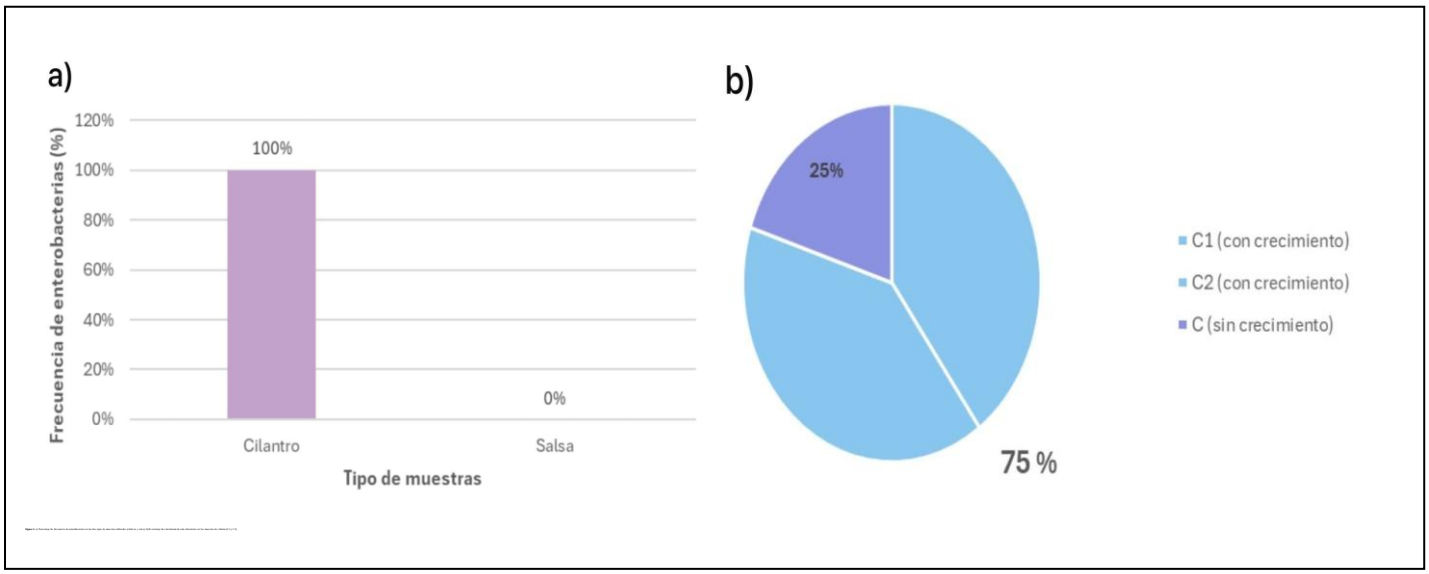


Figura 2. Crecimiento de los géneros de enterobacterias esperados.

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS) en 2021 la *Salmonella spp y E. coli* son de las enterobacterias más prevalentes asociadas a enfermedades gastrointestinales representando entre el 40% y 60 % transmitidas por alimentos manipulados sin una higiene adecuada. Estos datos coinciden con los resultados observados (Figura 3) donde *Salmonella spp.* y *Enterobacter spp*. representan el mayor porcentaje de frecuencia con un 33 % cada una, mientras que *E. coli* y *Shigella spp.* Se ve de manera disminuida con un 16.66 % cada una.

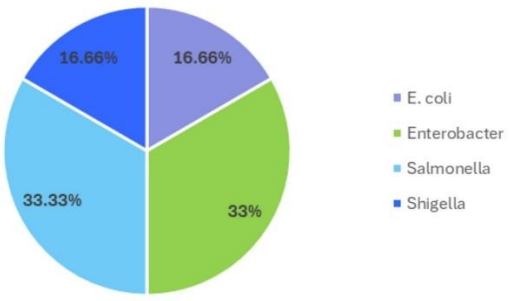


Figura 3. Porcentajes de cada una de las enterebacterias encontradas en las muestras de cilantro

Para evaluar el comportamiento de las enterobacterias aisladas frente a los antibióticos utilizados mediante la prueba de difusión de disco, se agruparon los fármacos en dos categorías: fármacos B-lactamicos (piperacilina/tazobactam, amoxicilina/ácido clavulánico y cefotaxima) y Quinolonas (ácido nalidíxico y ciprofloxacino). En la Figura 4 se representa el porcentaje de resistencia, sensibilidad e intermedio de las enterobacterias frente a los grupos de antibióticos. Respecto a los fármacos β-lactamicos se puede observar un perfil predominante de resistencia por parte de las enterobacterias, ello puede deberse a la expresión de β-lactamasas, AmpC cromosómicas, inducibles o hiperproducidas que fue documentado en hortalizas y vegetales frescos (Amra et al., 2024; Pintor-Cora et al., 2023). Para el grupo de las Quinolonas se observó un perfil más equilibrado en cuanto a la respuesta por parte de las enterobacterias, lo que sugiere una mejor actividad antimicrobiana en comparación con los fármacos β-lactamicos.

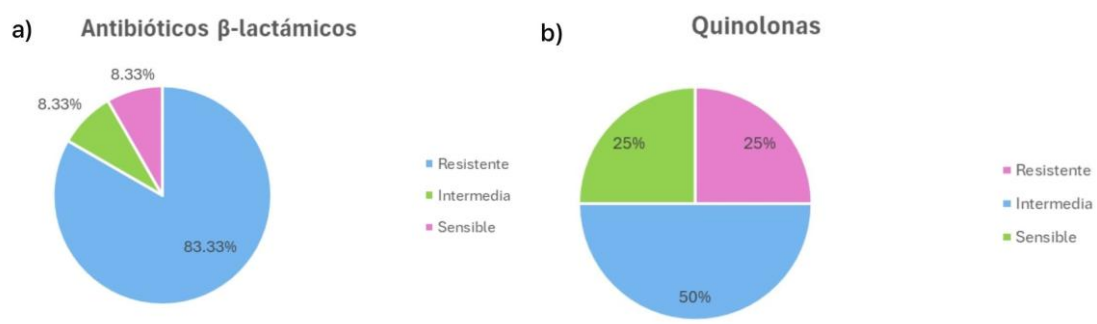


Figura 4. Porcentajes del perfil de sensibilidad de enterobacterias frente a dos grupos de antibióticos (β-lactámicos y quinolonas)

Conclusiones

La Identificación de enterobacterias en las muestras evaluadas demostró que los tacos comercializados a los alrededores del metro Universidad pueden presentar un factor de riesgo para la salud de la población. El análisis de las muestras de cilantro permitió confirmar la posible presencia de *Salmonella spp.*, *Shigella spp.*, *Escherichia coli* y *Enterobacter spp*., sin embargo, para lograr una identificación más precisa de la cepa bacteriana, es necesario realizar una serotipificación. La evaluación de sensibilidad antimicrobiana muestra que algunos de los géneros identificados presentan multirresistencia, particularmente frente a β-lactámicos. Los resultados obtenidos en este proyecto coinciden con estudios recientes en circunstancias similares, los cuales reportan una alta prevalencia de enterobacterias y coliformes en alimentos callejeros de la Ciudad de México.



Bibliografía

- Amra, A., Debabza, M., Dziri, R., Mechai, A., Ouzari, H. I., & Klibi, N. (2024). Enterobacterales Producing ESBLs and AmpC in Fresh Vegetables from Tebessa City, Algeria. Microbial Drug Resistance, 30(11), 458-467. https://doi.org/10.1089/mdr.2024.0042
- Cooper, C. R., Jr. (2020). Selective and differential media [Exercise handout].
- Delahoy, M. J., Smith, K. E., & Routh, J. A. (2025). Foodborne illness acquired in the United States Major pathogens, 2022 update. Emerging Infectious Diseases, 31(2), 205–217. https://doi.org/10.3201/eid3102.240065
- Fivenson EM., Dubois L., Bernhardt TG. (2024). Co-ordinated assembly of the multilayered cell envelope of Gram-negative bacteria. Current Opinion in Microbiology; 79 1-5. https://doi.org/10.1016/j.mib.2024.102479
- Goldlust, K., & Ducret, A. (2023). The F pilus serves as a conduit for the DNA during conjugation. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America; 120: 1-8 https://doi.org/10.1073/pnas.2310842120
- Mercalab. (2025). Medios de cultivo selectivos y diferenciales: Guía para identificar patógenos comunes
- Näpflin, N., Schubert, C., Malfertheiner, L., Hardt, W.-D., & von Mering, C. (2025). Gene-level analysis of core carbohydrate metabolism across the Enterobacteriaceae pan-genome. Communications Biology, 8: 4-8. https://doi.org/10.1038/s42003-025-08640-5
- Periferakis T., Periferakis A., Periferakis K., Caruntu A., Badarau A., Savulescu I., Scheau, C., & Caruntu, C. (2023). Antimicrobial Properties of Capsaicin: Available Data and Future Research Perspectives. Nutrients, 15(19), 4097. https://doi.org/10.3390/nu15194097
- Pintor-Cora, A., Alegría, Á., Ramos-Vivas, J., García-López, M., Santos, J. A., & Rodríguez-Calleja, J. M. (2023). Antimicrobial-resistant Enterobacter cloacae complex strains isolated from fresh vegetables intended for raw consumption and their farm environments in the Northwest of Spain. LWT, 188, 115382. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.115382
- Riedel, S.; Hobden, J. A.; Miller, S.; Morse, S. A.; Mietzner, T. A.; Detrick, B.; Mitchell, T. G.; Sakanari, J. A.; Hotez, P.; Mejía R. (2020) Jawetz, Melnick & Adelberg Medical Microbiology, 28 Edition. McGraw-Hill.
- Ríos-López, C., Rojas-Espinosa, O., & Calva, E. (2022). Armas moleculares bacterianas: el sistema de secreción tipo 3. Revista UNAM, 23(4).
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). (2024). Monitor de inocuidad alimentaria 2023–2024. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), México.
- Solano, A. C., Torres, C. A. P., Calderón, C. E. S., Luna, J. A. S., & Mite, A. M. B. (2024). Identificación de microorganismos entéricos en áreas de preparación y consumo de alimentos. Revista Vive, 7(20), 451-465. https://doi.org/10.33996/revistavive.v7i20.31



FOLIO # 11784

Evaluación de efectos antimicrobianos y sinérgicos entre harina de vaina de mezquite y extracto de canela mediante pruebas combinadas *in vitro*	
Chavelas Osorio Luis Fernando, Dublán Rivera Celia Saraí, Ortiz Ceballos Ingrid, Pérez Arroyo Gabriela **Profesores:** Esquivel Campos Ana Laura y Pérez Ramos Julia	
***Autores para correspondencia:** aesquivel@correo.xoc.uam.mx 2223024246@alumnos.xoc.uam.mx	**Módulo:** Prevención y control de la propagación mirobiana

Resumen

El uso de compuestos naturales como alternativa a los antimicrobianos sintéticos ha cobrado interés debido al incremento de resistencia bacteriana. En este estudio se evaluó la actividad antimicrobiana de la harina de vaina de mezquite y del extracto de canela, así como su combinación, mediante la técnica de Kirby–Bauer y el método de Pozo. Como controles positivos se emplearon los antibióticos Linezolid, Tazobactam/Piperacilina y Ceftazidima. Los resultados mostraron que el aceite de canela presentó una inhibición notable contra Staphylococcus aureus, *E. coli* y *Pseudomonas spp.*, superando en algunos casos la eficacia de los antibióticos utilizados. Además, su combinación con harina de mezquite generó un ligero efecto sinérgico que incrementó los halos de inhibición. En conjunto, estos hallazgos sugieren que el aceite de canela es un candidato prometedor para el control microbiano.

Palabras clave: Canela, Mezquite, *E. Coli*, *S. aureus*

Introducción

La resistencia antimicrobiana es una crisis global que amenaza con revertir décadas de avances científicos, disminuyendo la efectividad de los antibióticos tradicionales (OMS, 2021). Debido a esto, el uso de aceites esenciales se ha revolucionado como una prometedora alternativa para combatir o controlar infecciones bacterianas, particularmente frente a microorganismos como *S. aureus* y *E. coli*, debido a la elevada concentración de metabolitos secundarios. La elección del aceite esencial de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) deriva porque contiene compuestos como el cinamaldehído que ha demostrado efectividad al dañar las membranas celulares de bacterias patógenas (Chen et al., 2024) y, por otro lado, la vaina de mezquite presenta metabolitos secundarios con actividad antimicrobiana, en particular compuestos polifenólicos que han mostrado efectividad contra microorganismos patógenos (Castillo et al., 2024).

Derivado de la información expuesta anteriormente, en el presente estudio se pretende evaluar la actividad antibacteriana del aceite esencial de canela y macerado de harina de vaina de mezquite como principio activo frente a *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli* con el objetivo de poder conocer nuevas vías para el desarrollo de tratamientos naturales capaces de combatir la resistencia bacteriana que involucren productos naturales.

Objetivo general

Evaluar la actividad antimicrobiana *in vitro* de harina de vaina de mezquite combinado con una destilación de aceite de canela frente a bacterias Gram positivas y Gram negativas de importancia clínica, para determinar su potencial como agentes antimicrobianos de origen natural.

Objetivos particulares

- Obtener un extracto orgánico a partir de *Cinnamomum* (canela).
- Preparar un macerado a partir de harina de vaina de mezquite.
- Determinar la actividad antimicrobiana cualitativa mediante la técnica de Kirby-Bauer frente a *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Pseudomonas spp.*

Metodología

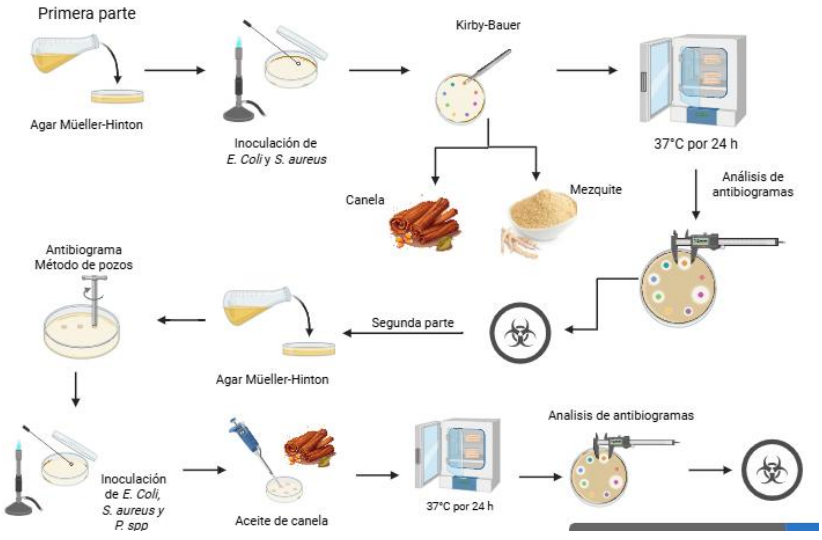


Figura 1. Metodología seguida en el proyecto



Resultados y Discusión

La figura 2 muestra que tanto el aceite de canela como el macerado de harina de mezquite presentan actividad antibacteriana frente a *Staphylococcus aureus*. Sin embargo, el aceite de canela es el más eficiente, alcanzando 120% de inhibición a 1.5 mg/mL, superando a Linezolid y al macerado a 500 mg/mL. Las concentraciones intermedias reflejan comportamientos similares entre ambos extractos, aunque el aceite mantiene una ligera ventaja. Mientras que en la figura 3 se observa que el macerado de harina de mezquite presenta mejor actividad antimicrobiana frente a *Escherichia coli* en todas las concentraciones evaluadas, superando al aceite de canela y al fármaco de referencia. Su mayor efecto se alcanza a 900 mg/mL (125%). Tanto el aceite como el macerado superan al antibiótico, y se confirma que la inhibición es dependiente de la concentración.

Por otro lado, en la figura 4 evidencia que la mezcla de aceite de canela y macerado de mezquite muestra baja inhibición a 100 mg/mL, ubicándose por debajo del fármaco de referencia. No obstante, al incrementar la concentración a 500 mg/mL y 900 mg/mL, la actividad antimicrobiana aumenta significativamente, superando incluso al antibiótico con un máximo de 139% de inhibición, mostrando una clara dependencia de la concentración.

En la figura 5 se muestra que el aceite de canela produce el mismo halo de inhibición independientemente del volumen aplicado (3 a 15 µL). Esto indica que su actividad antimicrobiana es constante y no depende de la cantidad del extracto, comportamiento que se repite en todas las cepas evaluadas.

Por último, en la figura 6 compara el porcentaje de inhibición del aceite de canela contra los fármacos utilizados. El aceite supera la actividad antimicrobiana de los antibióticos en la mayoría de las cepas, destacando su efecto contra *Staphylococcus aureus* (150%). La única excepción es *E. coli*, donde la inhibición disminuye a 89%, quedando por debajo del fármaco de referencia.

A continuación, se muestra cada una de las figuras elaboradas, en donde se visualizan de manera gráfica los resultados obtenidos.



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Xochimilco



DEPARTAMENTO DE SISTEMAS BIOLÓGICOS

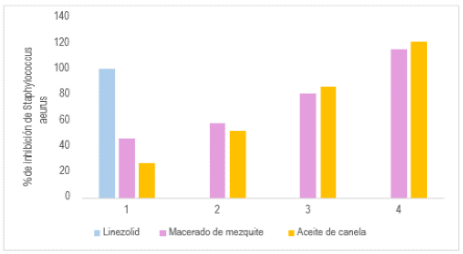


Figura 2. Comparación del porcentaje de inhibición del aceite de canela vs mezquite vs linezolid frente a *Staphylococcus aeurus*. Las barras rosas corresponden al % de inhibición de las concentraciones de mezquite de 200, 250, 350 y 500 mg/mL secuencialmente; las barras de color amarillo se refieren al % de inhibición de las concentraciones de aceite de canela de 62.5, 750, 1000 y 1500 µg/mL respectivamente.

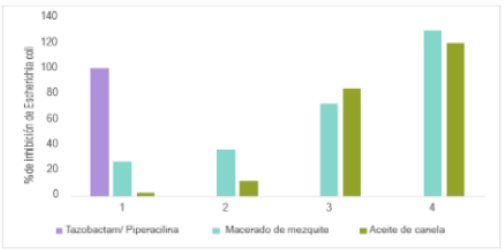


Figura 3. Comparación del porcentaje de inhibición del aceite de canela vs mezquite vs tazobactam con piperacilina frente a *Escherichia Coli* . Las barras de tonalidad azul correponden a las concentraciones del mezquite de 100, 250, 500 y 900 mg/mL respectivamente, al igual que las concentraciones de aceite de canela de 0.0625, 1, 7 y 10 mg/ mL, representadas con las barras de color verde.

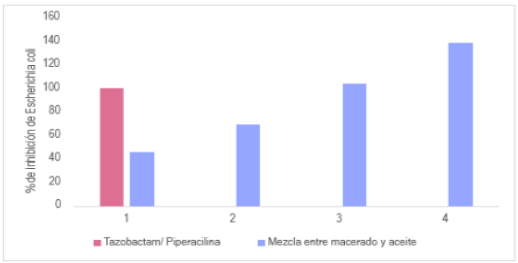


Figura 4. Comparación del porcentaje de la mezcla de aceite de canela y mezquite vs tazobactam con piperacilina frente a *Escherichia coli*. Las barras de color morado representan las concentraciones de 100, 500 y 900 mg/mL de mezquite respectivamente.

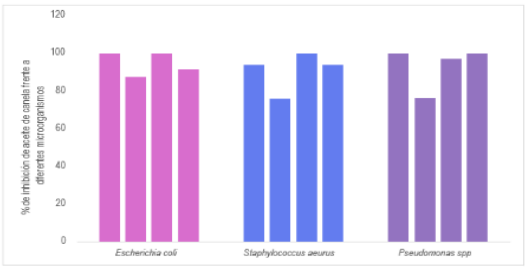


Figura 5. Comparación de los halos de inhibición del aceite de canela a diferentes concentraciones y contra diferentes cepas. Cada barra corresponde a 3, 5, 10 y 15 µL de aceite de canela, respectivamente en cada cepa evaluada.

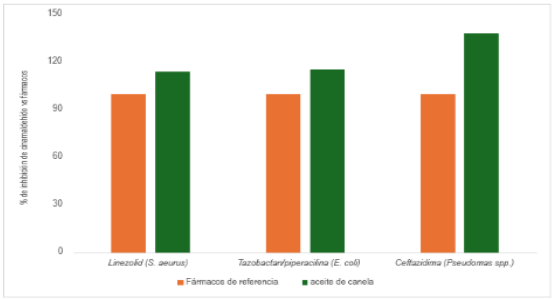


Figura 6. Porcentaje de inhibición del aceite de canela frente a diferentes fármacos de referencia.

La búsqueda de alternativas frente a la resistencia antimicrobiana sigue siendo un reto, especialmente considerando que solo 5 de las 20 farmacéuticas activas en investigación antibiótica en los años 80 continúan en el área.

a) Actividad antimicrobiana frente a Staphylococcus aureus

El aceite de canela mostró mayor inhibición que el Linezolid y el mezquite (Figura 2), porque su eficacia se asocia al trans-cinamaldehído (TCA), cuyo grupo aldehído permite formar bases de Schiff con aminas microbianas; además, el grupo metoxilo y derivados TCA-aminoácido potencian



la actividad antimicrobiana (Jaramillo B. *et al.*, 2024). Estudios previos también identifican al aceite de canela como el más efectivo en pruebas de inhibición (24–48 h) frente a *S. mutans*. El mezquite presentó inhibición intermedia, coherente con reportes que atribuyen su efecto a polifenoles antimicrobianos (Castillo B., 2024). A concentraciones de 500 mg/mL (canela) y 1500 µg/mL (mezquite), ambos superan al Linezolid, lo que permite definir rangos útiles de inhibición.

b) Actividad antimicrobiana frente a E. coli en comparación con Tazobactam/piperacilina

A pesar de sus propiedades antibacterianas, los mecanismos del aceite de canela aún no están completamente establecidos. Esto podría indicar que su papel puede ser diferente según la cepa, ya que en *E. coli*, el mezquite mostró mayor inhibición que la canela, sin reportes previos de sinergia entre ambos extractos. En la figura 3, ambos presentan mayor inhibición que tazobactam/piperacilina, posiblemente porque los compuestos naturales actúan en múltiples dianas celulares, a diferencia de los β-lactámicos, que se limitan a la síntesis de pared y son vulnerables a mecanismos de resistencia.

c) Sinergia entre aceite de canela + mezquite frente a Tazobactam/piperacilina

La mezcla de ambos extractos mostró el mayor porcentaje de inhibición (figura 4), superando tanto a sus efectos individuales como a tazobactam/piperacilina frente a *E. coli*. Esto concuerda con la acción bactericida del aceite de canela, que altera la membrana de *E. coli* y supera compuestos convencionales como la clorhexidina, potenciándose al combinarse con los compuestos del mezquite.

Actividad antimicrobiana del aceite de canela concentrado

En la segunda evaluación (3–15 µL, sin diluir), el aceite de canela presentó mayor inhibición contra *Pseudomonas spp.*, coherente con estudios que describen su susceptibilidad por alteración de membrana y bloqueo de quorum sensing (Pereira L., 2019). *S. aureus* mostró halo mayor que *E. coli*, replicando los primeros resultados, ya que en Gram positivos el cinamaldehído afecta la biosíntesis de fosfolípidos esenciales; en *E. coli*, la membrana externa limita parcialmente su acción (Pang D. *et al*., 2021).

En la última evaluación, el aceite de canela volvió a superar a Linezolid, tazobactam y ceftazidima. A diferencia de estos antibióticos (que actúan sobre blancos específicos) el cinamaldehído afecta múltiples dianas y biofilms, reduciendo la probabilidad de resistencia (Ferrando N. *et al.*, 2024).



Conclusiones

El aceite de canela mostró una fuerte actividad antimicrobiana frente a *Staphylococcus aureus*, *E. coli* y *Pseudomonas spp*., incluso superior a algunos antibióticos en ciertas cepas. Además, la combinación con harina de vaina de mezquite puede generar un ligero efecto sinérgico que aumenta la inhibición bacteriana, por lo que el aceite de canela se perfila como un candidato sugestivo para el control microbiano.

Referencias

- Castillo B., Adame S., Medina L., & Ramos, V. H. (2024). Potencial antimicrobiano de extractos de vaina de mezquite (Prosopis spp.). Universidad Autónoma de Tamaulipas. Presentado en el Congreso Internacional del Verano de la Investigación Científica y Tecnológica del Pacífico, Nuevo Vallarta, Nayarit

- 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

- Ferrando N., Pino-Otín M. R., Ballestero D., Lorca G., Terrado E. M., & Langa, E. (2024). Enhancing commercial antibiotics with trans-cinnamaldehyde in Gram-positive and Gram-negative bacteria: An in vitro approach. *Plants*, *13*(2), 192. https://doi.org/10.3390/plants13020192

- Jaramillo Jiménez, BA, Awwad, F., y Desgagné-Penix, I. (2024). Cinamaldehído en el punto de mira: Propiedades antimicrobianas, vía biosintética y aplicaciones industriales. Antibióticos , 13 (11), 1095. https://doi.org/10.3390/antibiotics13111095

- OMS. (2021). Resistencia a los antimicrobianos. Who.int; World Health Organization: WHO. https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance

- Pang D., Huang Z., Li Q., Wang, E. (2021). Antibacterial mechanism of cinnamaldehyde: Modulation of biosynthesis of phosphatidylethanolamine and phosphatidylglycerol in *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *69*(45), 13628-13636. https://doi.org/10.1021/acs.jafc.1c04977

- Pereira, W. A., et al. (2022). New Insights into the Antimicrobial Action of Cinnamaldehyde. International Journal of Molecular Sciences, 23(5), 2610.



FOLIO # 11785

Efecto antimicrobiano del extracto acuoso de Bougainvillea *(Bougainvillea glabra Choisy)* referente a bacterias Gram positivas y Gram negativas *in vitro*	
Orihuela Ventolero Galilea Mishell, Nava Nava Daniela, Romano Resendiz Estrella. **Profesoras:** Perez Ramos Julia*, Esquivel Campos Ana Laura*	
***Autores para correspondencia:** jperez@correo.xoc.uam.mx 2212031182@alumnos.xoc.uam.mx	**Módulo:** Prevención y control de la propagación microbiana

Resumen

Las infecciones bacterianas resistentes a los antibióticos representan un problema creciente en México y un riesgo importante para la salud pública, agravado por el desabasto y la limitada eficacia de los tratamientos convencionales. Ante esta situación se requieren nuevas estrategias accesibles y sostenibles que complementen la medicina actual, es por ello que el objetivo de este trabajo es evaluar la actividad antimicrobiana frente a *Pseudomona aeruginosa* y *Staphylococcus aureus* con el fin de determinar su potencial como alternativa natural. Se realizó un extracto acuoso de *Bougainvillea glabra choisy* el cual se evaluó a diferentes concentraciones mediante la técnica de difusión en pozo; a su vez también se comparó frente al antibiótico Ciprofloxacino. El extracto mostró efectividad antimicrobiana frente a *Pseudomona aeruginosa,* sin embargo, no fue igual para *Staphylococcus aureus,* pues no mostró inhibición. Este trabajo demostró que *Staphylococcus aureus* ha incrementado su resistencia bacteriana según estudios antes y después de la pandemia de COVID-19.

Palabras clave: antibacteriano, extracto acuoso, bacterias gram positivas, bacterias gram negativas, bougainvillea, resistencia micro

Introducción

Las infecciones causadas por bacterias y hongos siguen siendo un reto prioritario para la salud pública, debido al aumento de la resistencia a los antimicrobianos, se considera una "pandemia silenciosa" que compromete la eficiencia de los antibióticos disponibles, ya que representa una batalla constante y una prioridad para la Organización Mundial de la Salud por su alto impacto sanitario y económico (World Health Organization; Camacho, 2023). Ante la disminución de la eficacia de muchos antibióticos y la limitada aparición de nuevas moléculas sintéticas, se ha resaltado el papel de las plantas medicinales mexicanas como una fuente estratégica de compuestos bioactivos con potencial terapéutico, lo que las convierte en una alternativa prometedora frente a la problemática actual de la resistencia a los antimicrobianos (Hernández Delgado *et al*., 2025).

En este contexto, *Bougainvillea glabra choisy* se ha reconocido como una especie de interés por su perfil químico de sus hojas en las que se ha identificado la presencia de diversos metabolitos secundarios, entre ellos flavonoides, compuestos fenólicos y alcaloides. Jaramillo y colaboradores (2023), reportó que estos compuestos se asocian con una actividad antioxidante, lo que respalda el potencial de la planta como fuente de moléculas bioactivas con posible aplicación terapéutica. Por ello, el presente proyecto propone evaluar el efecto antimicrobiano del extracto acuoso *Bougainvillea glabra* frente a *Staphylococcus aureus* (Gram positiva) y *Pseudomonas aeruginosa* (Gram negativa)



en condiciones *in vitro*, con el fin de explorar su posible uso como una alternativa natural complementaria en infecciones causadas por microorganismos de relevancia clínica en el contexto actual de resistencia a los antimicrobianos.

Objetivo general

Evaluar la actividad antimicrobiana del extracto acuoso de *Bougainvillea glabra choisy* frente a microorganismos de importancia clínica, con el fin de determinar su potencial como alternativa natural para su prevención y control.

Objetivo particulares

- Preparar extracto acuoso de *Bougainvillea glabra choisy* para evaluar la actividad antimicrobiana frente a bacterias Gram positivas y Gram negativas *(Staphylococcus aureus* y *Pseudomona aeruginosa)* mediante técnica de difusión en agar.
- Comparar la actividad antimicrobiana frente al antibiótico Ciprofloxacino.
- Analizar e interpretar los resultados obtenidos para determinar la eficacia del extracto como agente antimicrobiano natural.

Metodología



Resultados y Discusión

Actividad antimicrobiana frente a *Staphylococcus aureus* y *Pseudomonas aeruginosa.*

Se destaca que las concentraciones que se probaron para el extracto acuoso de *Bougainvillea glabra choisy* fueron 16.6 mg/mL, 12.45 mg/mL, 8.3 mg/mL y 4.15 mg/mL las cuales se calcularon a partir del peso y el volumen total de la materia vegetal y el solvente (agua) respectivamente. Se tomó como

referencia de la literatura a Zadihul y colaboradores en 2016 que realizaron un estudio en la actividad antioxidante y antimicrobiana *in vitro* de *Bougainvillea glabra,* en donde hicieron una extracción con metanol (95%) a temperatura ambiente durante dos
semanas, posteriormente se fraccionó de manera sucesiva con *n*-hexano, tetracloruro de carbono y agua en donde la concentración de cada fracción respecto a la dosis de la planta fue de 20 mg/mL. A pesar de que las concentraciones probadas en los antibiogramas fueron por debajo de la referencia literaria, resultaron ser efectivas. En cuanto a la concentración del control positivo Ciprofloxacino a partir de una solución inyectable, tomando en cuenta su CMI (Concentración mínima inhibitoria) referenciada de la literatura como 0.25 µg/mL, y 0.5 µg/mL para *Staphylococcus aureus* y 4 µg/mL para *Pseudomona aeruginosa* (Sinhotang, 2022; Henderson, 2019).

En el Gráfico 1, se representan los promedios de los halos de inhibición en milímetros tanto de control positivo Ciprofloxacino 0.2 mg (verde), como del extracto de la planta (azul) para *Staphylococcus aureus*. La media del control positivo en ambas placas es de 20.5 mm, ahora bien, tanto la placa 1 como la placa 2 no mostraron resultados inhibitorios lo que demuestra que el extracto de *Bougainvillea glabra Choisy* no funcionó frente a esta bacteria.

En busca del porqué, un estudio publicado en 2022 por los colaboradores de la resistencia a los antimicrobianos considerado uno de los más completos sobre la resistencia antimicrobiana (AMR), estimó que, en 2019, antes de la pandemia, las muertes relacionadas con la resistencia bacteriana en infecciones de vías respiratorias inferiores sumaron más de 1.5 millones a nivel mundial. Entrelos patógenos relacionados se reconocen tanto *Staphylococcus aureus* como *Pseudomona aeruginosa.* Ahora bien, en cuanto a la resistencia bacteriana post-COVID-19, un estudio llevado a cabo en 2022 por López y colaboradores en un análisis comparativo entre los segundos semestres de 2019 y 2020, se encontró un aumento en la resistencia antimicrobiana en diferentes muestras de sangre y *Staphylococcus aureus* mostró un incremento significativo a diferentes antibióticos.

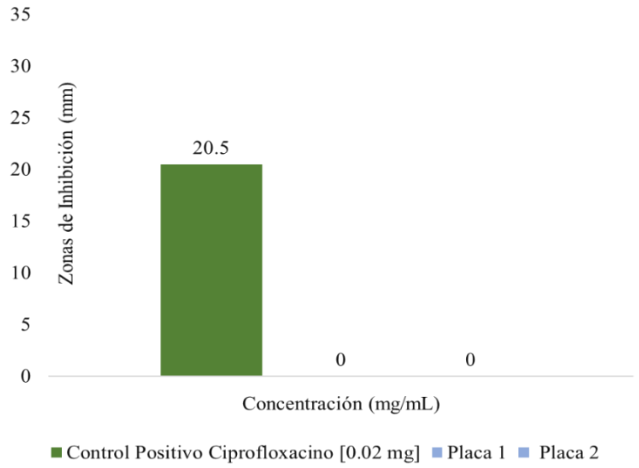
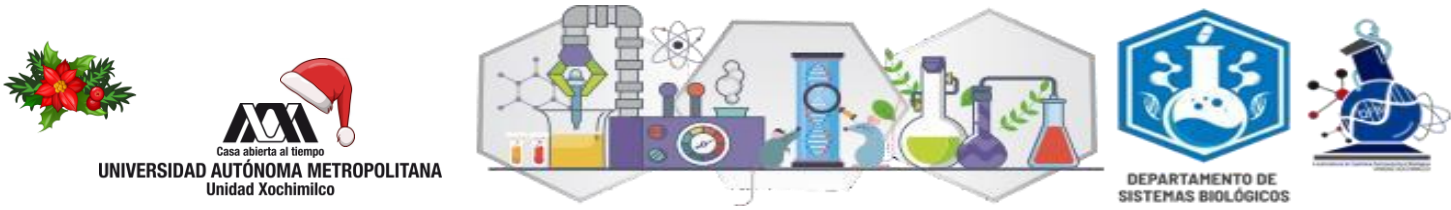


Gráfico 1. Comparación de los promedios del halo de inhibición entre el extracto y el control positivo frente a *Staphylococcus aureus*.



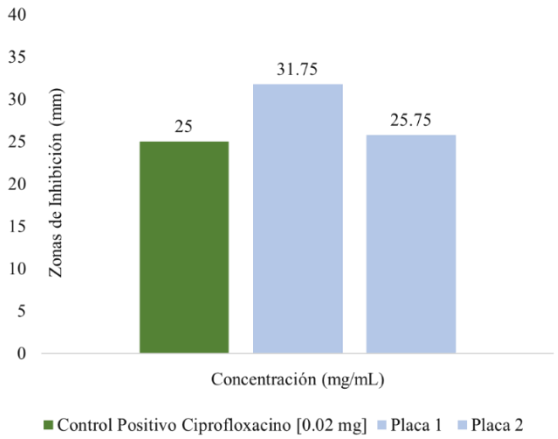


Gráfico 2. Comparación de los promedios del halo de inhibición entre el extracto y el control positivo frente a *Pseudomonas aeruginosa*.

En el Gráfico 2, se representan los promedios de los halos de inhibición en milímetros tanto de control positivo Ciprofloxacino 0.2 mg (verde), como del extracto de la planta (azul). La media del control positivo en ambas placas es de 25 mm, la placa 1 tiene una media de 31.75 mm (que corresponde a los promedios de zonas de inhibición del extracto al igual que la placa 2), lo cual demuestra una actividad antimicrobiana superior al control positivo, por el contrario, la placa 2 con una media de 25.75 mm, es similar a la del control positivo. En conjunto, estos resultados evidencian que existe variabilidad en la eficacia antimicrobiana, siendo así la placa 1 la que presenta el mayor efecto inhibitorio más notable frente a *Pseudomona aeruginosa*.

Cardona y colaboradores en 2017 realizaron infusiones etanólicas (96%) de hojas (brácteas) y flores de *Bougainvillea glabra choisy* por dos meses para evaluar su actividad antimicrobiana llevando a cabo la prueba de difusión en disco en agar Muller Hinton. En el caso de su infusión etanólica de flores frente a *Staphylococcus aureus* obtuvieron una media de 9.5 mm y una de 17.3 mm para la infusión de hojas. Por otro lado, para la infusión de flores frente a *Pseudomona aeruginosa* obtuvieron una media de 10.4 mm y para la de hojas 17.5 mm. En comparación con los resultados obtenidos en este trabajo se obtuvieron medias mayores; por el contrario, se difiere totalmente en los resultados en cuanto a *Staphylococcus aureus*, ya que no se observaron resultados inhibitorios en los antibiogramas. Ahora bien, al haber realizado la infusión a partir de brácteas y flores, según a la información recabada en la tesis por Ornelas 2025 en la fitoquímica aislada tanto de brácteas y flores se van a encontrar presentes los flavonoides, el fitosterol, terpenos, y betalaínas específicamente en *Bougainvillea glabra.* Lo que demuestra que a pesar de que solo el extracto de *Bougainvillea* haya funcionado únicamente para *Pseudomona aeruginosa*, se logró extraer correctamente mediante el método de infusión a los metabolitos con actividad antimicrobiana.



Conclusión

De acuerdo a los objetivos planteados en la presente investigación, se logra evaluar la actividad antimicrobiana del extracto de *Bougainvillea glabra choisy* frente a bacterias grampositivas y gramnegativas (*Pseudomona aeruginosa y Staphylococcus aureus)* demostrando efecto inhibitorio significativo para *Pseudomona aeruginosa,* comparando este resultado con un control positivo (ciprofloxacino) en donde el extracto acuoso resultó ser más efectivo que este, sin embargo no fue lo mismo para *Staphylococcus aureus,* este mostró una notable resistencia. Demostrando así que el extracto acuoso presenta los compuestos bioactivos con potencial acción contra *Pseudomona aeruginosa*

Referencias

- Antimicrobial Resistance Collaborators (2022). Global burden of bacterial antimicrobial resistance in 2019: a systematic analysis. doi: 10.1016/S0140-6736(21)02724-0.
- Camacho Silvas, L. A. (2023). Bacterial resistance, a current crisis. Revista española de salud pública, 97, 10 páginas-10 páginas. https://ojs.sanidad.gob.es/index.php/resp/article/view/93
- Cardona Bedoya, L., Rodríguez González, C. A., & Clavijo Maldonado, A. (2017). *Actividad antibacteriana de extractos etanólicos de Bougainvillea glabra Choisy (Veranera)*. Revista Nova, *3*, 39–46. https://chat.openai.com/share/mnt/data/hcoronado,+1534-5058-1-CE.pdf
- Henderson, J. (2019). *External quality assessment (EQA) of performance of*. Europa.eu. https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/antibiotic-resistance-external-quality-assessment-lab-peformance-EARS-Net-2019.pdf
- Hernández Delgado, T., Villagómez-Guzmán, A. K., & Arreaga-González, H. M. (2025). Plantas medicinales mexicanas: extraordinarios laboratorios para el desarrollo terapéutico. Revista digital universitaria, 26(3). https://doi.org/10.22201/ceide.16076079e.2025.26.3.5
- Jaramillo Jaramillo, C. G., Solano Maza, L. O., Campo Fernández, M., & Rojas de Astudillo, L. (2023). Composición química y actividad antioxidante de hojas de dos variedades de Bougainvillea glabra Choisy: Chemical composition and antioxidant activity of the leaves of two varieties of Bougainvillea glabra Choisy. Cumbres, 9(1), 9–20. https://doi.org/10.48190/cumbres.v9n1a1
- López-Jácome LE, Fernández-Rodríguez D, Franco-Cendejas R, Camacho-Ortiz A, Morfin-Otero MDR, Rodríguez-Noriega E, et al. Increment Antimicrobial Resistance During the COVID-19 Pandemic: Results from the Invifar Network. Microb Drug Resist. 2022 Mar;28(3):338-345. doi: 10.1089/mdr.2021.0231
- Ornelas García, I. G. (2025). *Perfil fitoquímico, propiedades antioxidantes, antimicrobiana y antibiopelícula del extracto de brácteas de buganvilia (Bougainvillea glabra)* [Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Aguascalientes]. https://chat.openai.com/share/mnt/data/480000%20(1).pdf
- Sihotang T., Widodo A., Endraswari P. (2022). Efecto de la ciprofloxacina, la levofloxacina y la ofloxacina sobre Pseudomonas aeruginosa : un estudio de casos y controles con análisis de la curva de muerte celular. https://www-sciencedirect-com.translate.goog/science/article/pii/S2049080122014340?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=tc



- World Health Organization. (s. f.). Resistencia a los antimicrobianos. https://www.who.int/es/health-topics/antimicrobial-resistance.
- Zahidul I., Tanvir H., Foysal H., Salma A., Mohammad A. (2016). *In-vitro* antioxidant and antimicrobial activity of *Bougainvillea glabra* flower. Res. J. Med. Plants 10, 228–236. 10.17311/rjmp.2016.228.236



FOLIO # 11786

Evaluación de la actividad antimicrobiana de nanoestructurados lipídicos en bacterias de interés clínico	
González Hernández Verónica Celic, Meléndez Peña Aldo Joab, Pineda Beltran Dayra, Miranda Calderón Jorge Esteban, **Profesores:** Pérez Ramos Julia, Esquivel Campos Ana Laura	
***Autores para correspondencia:** aesquivel@xoc.uam.mx 2213020334@alumnos.xoc.uam.mx	**Módulo:** Prevención y control de la propagación microbiana

Resumen

La resistencia antimicrobiana limita la eficacia de fármacos cuyo desempeño se ve afectado por su baja solubilidad y reducida permanencia en su sitio ribosomal 50S, por esto los Sistemas Lipídicos Nanoestructurados (SLN) se proponen como una estrategia para mejorar su estabilidad y liberación. En esta investigación se comparó la actividad antimicrobiana de azitromicina nanoestructurada (SLN-AZM) frente a la formulación comercial Azitrocin MD® empleando cepas ajustadas a 0.5 McFarland y una adaptación del método de Kirby-Bauer. Los SLN-AZM incrementaron significativamente la inhibición en *S. aureus* (7.84 %) y *E. coli* (15.55 %), esto se puede atribuir a su liberación sostenida y mayor biodisponibilidad, mientras que en *P. aeruginosa* la formulación comercial mostró un mejor desempeño. En conjunto, los resultados indican que la implementación de una nanoestructura optimiza la actividad de la azitromicina en bacterias sensibles a este sistema, aunque su actividad va dependerá de las características estructurales del patógeno.

Palabras clave: Evaluación antimicrobiana, bacterias oportunistas, nanoestructuras lipídicas.

Introducción

La creciente aparición de cepas multirresistentes es un fenómeno global que ha mermado drásticamente la eficacia de los antibióticos convencionales. A nivel global, la Organización Mundial de la Salud reporta una tendencia ascendente en la resistencia antimicrobiana (World Health Organization [WHO], 2024), proyectando que, de no revertirse la situación actual, para el año 2050 la mortalidad por infecciones resistentes superará a la del cáncer, alcanzando los 10 millones de muertes anuales (O'Neill, 2016). Esta alarma global tiene una resonancia severa en el entorno local: datos recientes de la Red PUCRA (UNAM) en México revelan un deterioro acelerado, donde la resistencia de patógenos clave como *Pseudomonas aeruginosa* con perfil XDR (extensamente resistente) mostró un incremento drástico, pasando del 5 % en 2021 al 21 % en 2024 (Red del Plan Universitario de Control de la Resistencia Antimicrobiana [PUCRA], 2024). Cómo una de las soluciones a esta pandemia se han desarrollado diversos sistemas nanoestructurados como nanopartículas poliméricas, metálicas y lipídicas, diseñados para proteger moléculas terapéuticas y dirigir su acción, mejorando así su estabilidad y perfil de liberación. Bajo este enfoque, se busca evaluar la actividad antimicrobiana específicamente de SLNs cargados con azitromicina frente a patógenos oportunistas como *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Staphylococcus aureus.* Aunque la azitromicina es un antibiótico de amplio espectro, su uso se ve limitado por su baja

solubilidad y escasa permanencia en el dominio V del ARN ribosomal 23S, localizado en la subunidad 50S. Por ello la búsqueda de su modificación con los SNL, para poder dar una posible solución a las limitaciones que tiene la azitromicina. Para poder evaluar esta nueva formulación se comparará la eficacia del sistema nanoestructurado de azitromicina frente a una formulación comercial de azitromicina.

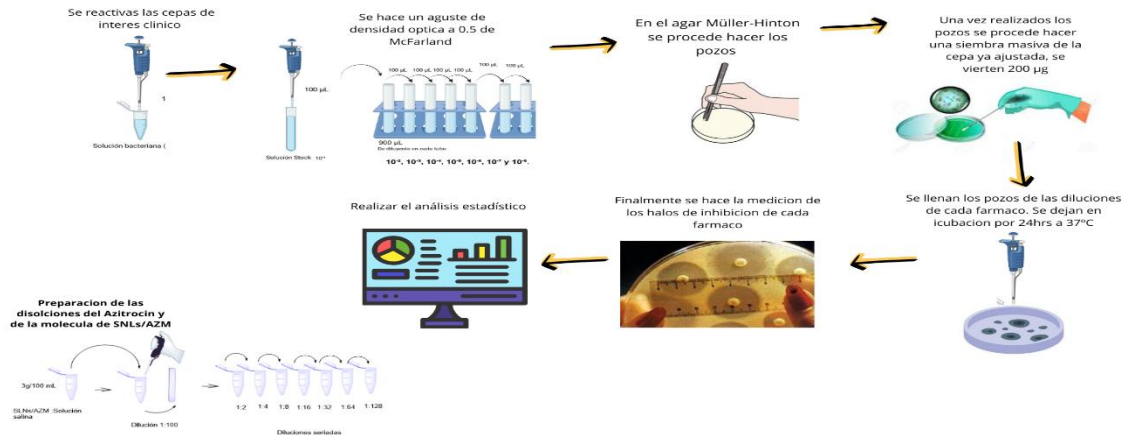
Objetivo general

Evaluar la actividad antimicrobiana de sistemas lipídicos nanoestructurados (SLNs) de azitromicina y de la formulación comercial Azitrocin MD® 200 mg/5 mL en cepas bacterianas de interés clínico.

Objetivos particulares

- Ajustar la concentración bacteriana por densidad óptica a 0.5 en la escala de McFarland.
- Comparar la efectividad del sistema lipídico nanoestructurado (SLN) y del Azitrocin MD® 200mg/5ml, a través de la técnica de Kirby Bauer contra *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa y Staphylococcus aureus.*

Metodología



Resultados y Discusión

La actividad antimicrobiana de la azitromicina comercial y de la formulación nanoestructurada se evaluó mediante el método de Kirby-Bauer, adaptando la técnica al uso de pozos en agar Mueller–Hinton en lugar de sensidiscos (Figura 1). En las placas se observan los halos de inhibición generados frente a *S. aureus*, *E. coli* y *P. aeruginosa*, lo que permite comparar de manera directa la eficacia de ambas formulaciones y constituye la base para el análisis cuantitativo y la interpretación de los resultados presentados a continuación.



Figura 1. Representación visual de la inhibición. a) Gram positiva *S. aeureus;* b) bacterias gram negativas *E. coli y P. aeuruginosa.*

Evaluación antimicrobiana de S. aureus

A una concentración de 120 µg de Azitromicina comercial y SLN-AZM *Staphylococcus aureus* mostró un incremento del 7.84 % respecto al control comercial (Figura 2a). La elección de esta concentración se fundamenta en la naturaleza Gram positiva de la cepa y en el mecanismo de acción de la azitromicina, un macrólido que bloquea la síntesis proteica bacteriana al unirse a la subunidad ribosomal 50S. A diferencia de las bacterias Gram negativas, las Gram positivas carecen de membrana externa y poseen una envoltura constituida por una gruesa capa de peptidoglucano y poseen alto grado de entrecruzamiento que puede influir en la tasa de penetración y retención intracelular del fármaco. Sin embargo, estudios previos han demostrado que la formulación nanoestructurada puede potenciar este proceso al mantener concentraciones locales más estables del fármaco gracias a su interacción más estrecha con las membranas microbianas, optimizando su interacción así con los ribosomas bacterianos (Abo-zeid et al., 2022; Bhattacharyya & Reddy, 2019).

El aumento del porcentaje de inhibición sugiere que la nanoencapsulación confiere ventajas claras en la biodisponibilidad y desempeño antimicrobiano del antibiótico. Se ha señalado que los sistemas lipídicos nanoestructurados mejoran la eficiencia terapéutica mediante mecanismos que facilitan la adhesión a la superficie bacteriana y favorece una liberación controlada de los fármacos encapsulados, lo cual incrementa su disponibilidad local (Liu et al., 2024; Ramos et al., 2022). Estos mecanismos podrían explicar el comportamiento observado en *S. aureus*, donde la estructura Gram positiva, caracterizada por una gruesa capa de peptidoglucano, parece permitir una interacción más eficiente entre los SLN y la superficie bacteriana, propiciando un efecto superior al del antibiótico libre.

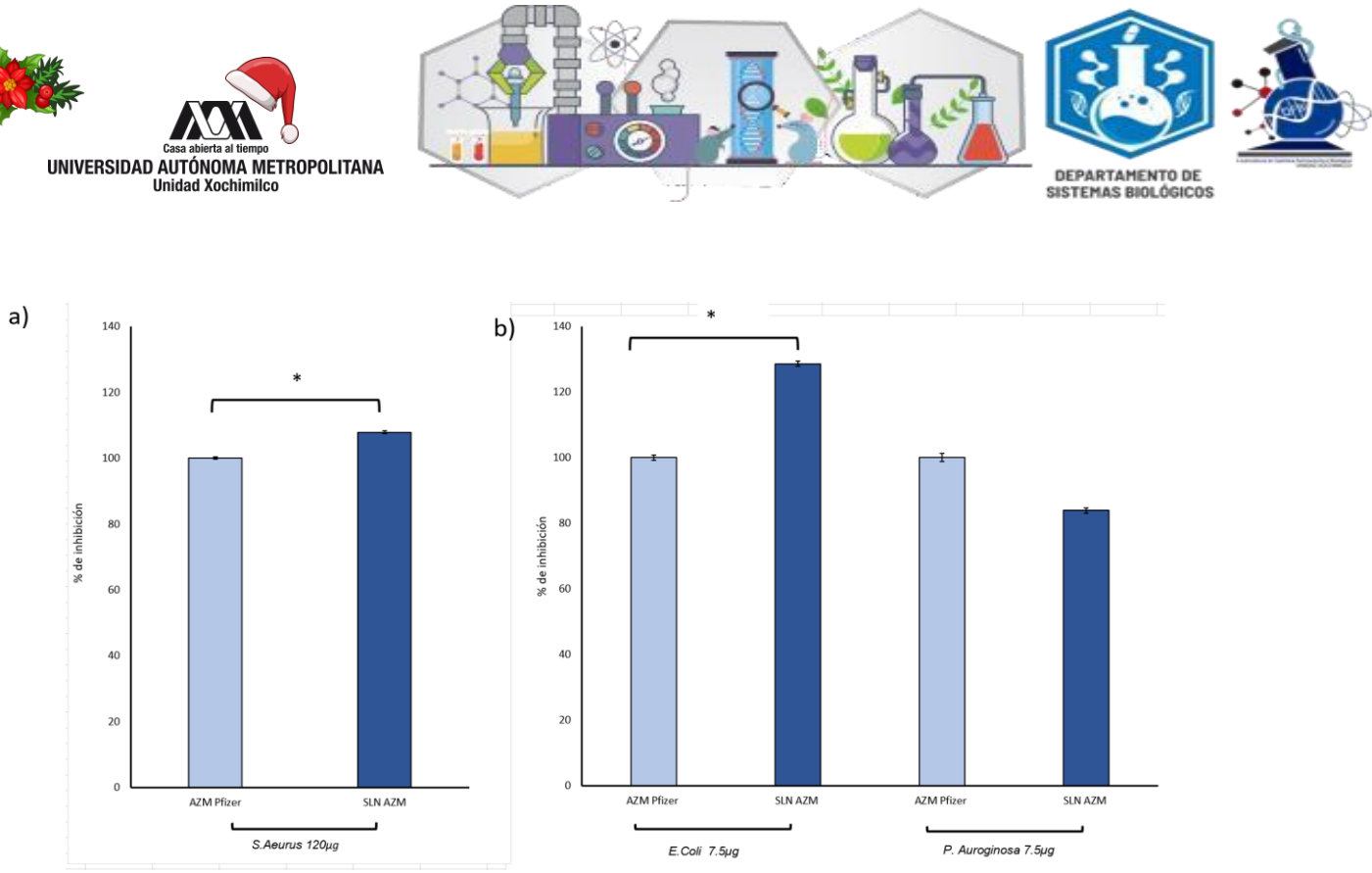


Figura 2. Porcentaje de inhibición de AZM de Pfizer y SLN AZM. a) Gram positiva *S. aeurus* P-value (*)= 0.008049 *;* b) bacterias gram negativas *E. coli* P-value (*)= 0.001826 *y P. aeuruginosa.* Los valores se expresan como media ± desviación estándar (D.E.) de tres experimentos independientes.

Evaluación antimicrobiana de E. coli

La formulación nanoestructurada en la cepa de *E.coli* tuvo una inhibición superior de 15.55 % ($p < 0.05$) en comparación con la azitromicina convencional como se observa en la Figura 2b, lo cual coincide con reportes previos donde los sistemas nanoestructurados mejoran la eficacia de macrólidos frente a bacterias Gramnegativas mediante una mayor estabilidad del fármaco, mayor transporte a través de membranas biológicas y liberación sostenida, principios ampliamente documentados tanto en aplicaciones antibacterianas como antivirales (Abo-zeid et al., 2022; Bhattacharyya & Reddy, 2019).

La inhibición superior obtenida de las SLN se explica principalmente por características propias del sistema de liberación, mientras que la azitromicina comercial presenta limitaciones conocidas en Gramnegativos debido a la baja permeabilidad de la membrana externa y la acción de bombas de eflujo, que disminuyen la concentración intracelular efectiva (Gomes et al., 2019) las nanopartículas lipídicas sólidas favorecen el transporte del fármaco a través de la membrana bacteriana, protegiendo la molécula de procesos de inactivación y permitiendo una liberación sostenida que mantiene concentraciones inhibitorias durante un periodo más prolongado. Esta combinación de factores

incrementa la disponibilidad del antibiótico en su sitio de acción, el dominio 23S del ribosoma 50S intensificando el efecto inhibitorio sobre la síntesis de proteínas (Abo-zeid et al., 2022).

Evaluación antimicrobiana de P. aeruginosa

La formulación nanoestructurada en las muestras de *P. aeruginosa* presentó una inhibición inferior en un 16.3 % ($p > 0.05$) en comparación con la azitromicina convencional (Figura 1b) ,esto sugiere que, para esta bacteria Gram negativa, la encapsulación no incrementa la actividad antimicrobiana bajo las condiciones evaluadas, *P. aeruginosa* es un patógeno con fuertes barreras de permeabilidad: su membrana externa, su capacidad para formar biopelícula y sus bombas de eflujo (como MexAB-OprM) pueden reducir drásticamente la eficacia de los sistemas de entrega, incluso de esos optimizados (Poole, 2011).En este contexto, si las nanopartículas SLN no alcanzan una penetración adecuada o no liberan el antibiótico en cantidades suficientes en proximidad al sitio de acción, la concentración realmente disponible para ejercer actividad inhibitoria puede ser insuficiente, reduciendo así el efecto antimicrobiano detectable, este fenómeno ha sido reportado en formulaciones lipídicas cuando la velocidad de liberación, la difusión a través de estructuras bacterianas o la estabilidad del sistema no compensan las barreras fisiológicas del microorganismo (Doktorovová et al., 2014; Mehnert & Mäder, 2012). Por lo anterior mencionado se debe asegurar que la liberación, la penetración y la biodisponibilidad local superen los desafíos particulares de este patógeno.

Conclusiones

Los sistemas lipídicos nanoestructurados (SLN) representan una estrategia prometedora para potenciar la actividad antimicrobiana de la azitromicina frente a bacterias de interés clínico. En las cepas de *S. aureus*, *E. coli*, la formulación nanoestructurada mostró porcentajes de inhibición superiores. Sin embargo, este efecto no fue visualizado en *P. aeruginosa*.

Estos resultados subrayan la importancia de realizar pruebas para conocer la CIM para futuras investigaciones; del mismo modo este trabajo pretende contribuir al entendimiento de los sistemas nanoestructurados como herramientas potenciales en el combate a la resistencia antimicrobiana y destaca la importancia de diseñar vehículos nanométricos específicos para cada tipo de patógeno.

Referencias

- Abo-zeid, Y., Grinholc, M., & Alzahrani, H. A. (2022). Lipid-based nanocarriers for antibacterial delivery: Mechanisms and therapeutic potential. *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, *74*, 103553. https://doi.org/10.1016/j.jddst.2022.103553
- Liu, H., Zhang, J., Wang, L., & Chen, Y. (2024). Advances in lipid-based nanocarriers for enhanced antibacterial therapy. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, *672*, 131–142. https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2024.132142
- Ramos, R., Silva, A. C., & Santos, D. (2022). Lipid nanoparticles as drug delivery systems to improve antimicrobial activity: Challenges and perspectives. *International Journal of Pharmaceutics*, *622*, 121–137. https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2022.121137



- Red del Plan Universitario de Control de la Resistencia Antimicrobiana. (2024). Vigilancia de la resistencia antimicrobiana: Datos de la Red PUCRA. Universidad Nacional Autónoma de México.
- World Health Organization. (2024). Antimicrobial resistance. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance



FOLIO # 11988

Elaboración y evaluación de la calidad de formulaciones magistrales de hidroclorotiazida (2mg/mL), para su empleo en neonatos	
Denia Lizet Mendoza Sosa, Daniel Andrés Gutiérrez Sánchez, Samantha Dennys Mejía Morales, Lizbeth Salgado Ortiz, Alma Elena Ibarra Cázares, Mireya García Casas **Profesoras:** M. en C. Alma Elena Ibarra Cázares, Mtra. Mireya García Casas	
***Autores para correspondencia:** 2213056067@alumnos.xoc.uam.mx aibarra@correo.xoc.uam.mx	**Módulo:** Farmacoepidemiología, atención y servicios farmacéuticos

Resumen.
La hidroclorotiazida (HCTZ), un diurético vital, solo está disponible comercialmente en tabletas de 25 mg. Esta presentación es inviable para dosificar las dosis mínimas requeridas por los neonatos. El objetivo del proyecto fue desarrollar una suspensión magistral de 2 mg/mL de HCTZ comprobando sus parámetros fisicoquímicos y valoración (FEUM).
Se usaron tabletas genéricas de 25 mg evaluando su calidad (con errores en dureza y contenido). Se elaboró una suspensión con excipientes aptos para neonatos: metilcelulosa, glicerol y ácido cítrico para ajustar el pH de 3.0 a 5.0 (estabilidad del fármaco), empleando sorbato de potasio como conservante. Además, se verificó la calidad (pH, viscosidad, densidad, volumen de sedimentación, valoración) de las suspensiones elaboradas destacando la de SEFH como la mejor opción, con un pH de 3.41, 98.12 % de pureza, 630 cP de viscosidad y 1.14 de densidad; resultando idóneo para su administración en neonatos.

Palabras clave: formulaciones magistrales, hidroclorotiazida, neonatos.

Introducción
La falta de formulaciones pediátricas orales continúa siendo un desafío importante tanto para los profesionales de la salud como para los padres o tutores. Frente a esta limitación, la formulación magistral se vuelve una alternativa indispensable, ya que permite elaborar preparaciones personalizadas bajo la supervisión del farmacéutico según las necesidades específicas de cada paciente (Juárez Olguín,2011). En este sentido, estudios como el de Abraham et al. (2014) muestran que, en neonatos con requerimientos terapéuticos particulares como aquellos con diabetes insípida central, el uso de hidroclorotiazida en suspensión favorece un control más seguro y estable del tratamiento, lo que refuerza la importancia de contar con formulaciones adaptadas cuando no existen opciones comerciales.
Con base en lo anterior, el objetivo general de esta investigación fue formular y caracterizar una suspensión magistral de hidroclorotiazida a una concentración de 2 mg/mL, diseñada para su uso en neonatos y desarrollada bajo las consideraciones establecidas por una matriz de riesgo.

Objetivo general

Diseñar y desarrollar una suspensión magistral de hidroclorotiazida 2mg/mL, asegurando su calidad farmacéutica para el tratamiento en neonatos.

Objetivos particulares

- Evaluar la calidad de las tabletas genéricas de hidroclorotiazida de 25 mg, conforme a los parámetros establecidos en la FEUM, con el propósito de determinar su idoneidad para la elaboración de formulaciones magistrales.
- Elaborar una fórmula magistral en forma de suspensión oral a partir de tabletas de hidroclorotiazida de 25 mg, seleccionando y empleando excipientes farmacéuticamente aptos y seguros para uso en neonatos.
- Determinar la calidad de la suspensión oral conforme a los lineamientos establecidos por la FEUM, considerando la identidad del API, el contenido por dosis y volumen, la uniformidad del preparado, el pH y la viscosidad.
- Costear las formulaciones propuestas para sondear su asequibilidad

Metodología

A continuación, se describe el procedimiento de formulación de suspensiones magistrales de HCTZ de 2mg/ mL (Figura 1).

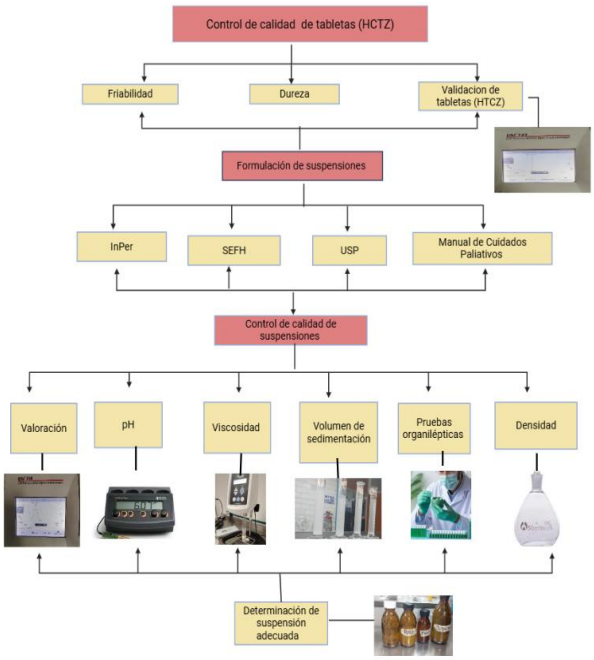


Figura 1: Diagrama de flujo para la elaboración de suspensiones de HCTZ



Resultados y discusión

Como se muestra en la Tabla 1, los parámetros de apariencia, estabilidad y friabilidad (0.23 %) mantuvieron conformidad con las especificaciones de la FEUM (2014), reflejando una adecuada integridad física del lote y por lo descrito por Osei-Yeboah y Calvin, (2015). Sin embargo, la dureza (24.106 N) se ubicó por debajo del intervalo establecido por la USP (40–80 N), y el contenido de principio activo (110.5 %) superó ligeramente el rango permitido (90–110 %), representando así, los puntos de alarma por su potencial impacto en la uniformidad de dosis y la seguridad del producto (Finotti et al., 2024; De Mendonça, 2025).

Tabla 1. Evaluación fisicoquímica de las tabletas en comparación con las especificaciones de la FEUM (2014)

CBS	Certificado de Análisis	Lote interno: HZT25O Análisis no. 1
Insumo: Hidroclorotiazida	Lote fabricante: 07255458	Método de análisis: Espectrofotométrico
Proveedor: Farmacias Similares	Fabricante: NEOLPHARMA	
Cantidad Inventariada: 10 cajas con 20 tabletas de 25 mg	No Factura: -	Trimestre lectivo: 25-0
No. de envases recibidos: 10	Envase muestreado de almacén: 1-5	Grupo: BL51Q Bitácora: Escrita
ANÁLISIS	ESPECIFICACIÓN	RESULTADO
Descripción	Tabletas circulares, color blanco a blanquecino, sin recubrimiento, grabado característico, sin defectos	Cumple
1041. Friabilidad	Pérdida menor al 1 %	0.23 %
MGA 1051. Dureza	40 – 80 N	24. 106 N
Estabilidad	Sin presencia de humedad visible, fracturas, laminación o variación de color	Cumple
MGA 0361. Espectrofotometría visible y ultravioleta	λmáx= 272 nm 90 %-110% de API	110.5 %



Tal como se exhibe en la Tabla 2, las formulaciones presentaron un pH ajustado al rango óptimo para la estabilidad del fármaco (Santoveña et al., 2012; FDA, 2014). Además, la densidad obtenida coincidió con los valores esperados para vehículos pediátricos con polímeros espesantes (Ivanovska et al., 2013). Asimismo, la amplia variación en viscosidad explicó los patrones de sedimentación observados, en concordancia con lo reportado por Kottke (2023), Deicke & Süverkrüp (1999) y Santoveña et al. (2012).

Tabla 2. Comparación de parámetros fisicoquímicos en cuatro formulaciones de hidroclorotiazida en suspensión oral

Formulación	pH	Densidad (g/mL)	Viscosidad (cp)	Volumen de sedimentación (mL)	% API
Instituto Nacional de Perinatología	3.43	1.078	4.98	3	95.3
Manual de Cuidados Paliativos	3.65	1.084	129	1	89.04
Sociedad Española de Farmacia Hospitalaria	3.41	1.14	630	< 1	98.12
US Pharmacopeia	3.88	1.269	47.4	2	94.39

Los costos de elaboración de las suspensiones (Tabla 3) las posicionan como una opción asequible.

Tabla 3. Costos finales de cada formulación

Formulación	$MXN de costos directos	$ Salario del farmacéutico (1h)	$ Agua y electricidad (1h)	Total
Instituto Nacional de Perinatología	$12.68	$70	$10	$92.68
Manual de Cuidados Paliativos	$14.00	$70	$10	$94.00
Sociedad Española de Farmacia Hospitalaria	$15.94	$70	$10	$95.94
US Pharmacopeia	$17.57	$70	$10	$97.57



Conclusión

A partir de la valoración realizada a las tabletas de HCTZ, se determinaron inconformidades respecto a parámetros críticos como el contenido de API y la dureza, que limitan su idoneidad como materia prima para formulaciones magistrales.

Se desarrolló una suspensión magistral de hidroclorotiazida de 2 mg/mL que se posiciona como una estrategia viable para atender las necesidades terapéuticas de la población neonatal, debido a la presencia de propiedades fisicoquímicas adecuadas.

La formulación desarrollada con el método de la SEFH mostró el mejor desempeño tecnológico, reflejado en su adecuada viscosidad, baja sedimentación y un contenido del 98.12 % de API.

El análisis comparativo de costos entre las cuatro formulaciones evaluadas evidenció una variación intermedia en el importe de elaboración, sin embargo, todas se mantienen como una opción económicamente accesible para la población.

Referencias

- Comisión Permanente de la Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos. (2023). Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos (13a ed.). Secretaría de Salud.
- De Mendonça, Á., De Araújo, A., Da Silva Filho, L., Da Trindade, E., De Freitas Neto, J., De Faria, A., De Medeiros Vieira, A., De Queiroz Ferreira, L., De Lima, D., Neto, P., Silva, M., & Da Silva, R. (2025). Thermal analysis and FTIR in supplier qualification: Evidence of impurities and risks associated with handling.. Journal of pharmaceutical sciences, 103880 . https://doi.org/10.1016/j.xphs.2025.103880.
- Finotti Cordeiro, C., Lopardi Franco, L., Teixeira Carvalho, D., & Bonfilio, R. (2024). Impurities in Active Pharmaceutical Ingredients and Drug Products: A Critical Review. Critical Reviews in Analytical Chemistry, 1–21. https://doi.org/10.1080/10408347.2024.2384046



FOLIO # 11989

Comparación de la calidad de agua purificada entre el centro de producción de agua Xochimilco (CEPAX) y Bonafont®.	
Guzmán Martínez Viridiana*, Trujillo Rodríguez Abigail Citlali **Profesores**: Hernández Torres José Eduardo	
***Autores para correspondencia:** jhernandezt@correo.xoc.uam.mx 2212030050@alumnos.xoc.uam.mx	**Módulo:** Servicio Social

Resumen

El objetivo de este estudio fue comparar la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua purificada producida por el Centro de Producción de Agua "Xochimilco" (Aguam) y la marca comercial Bonafont®, conforme a los criterios de la NOM-201-SSA1-2015 y la NOM-127-SSA1-2021. Se analizaron 20 lotes por marca mediante mediciones de pH, conductividad, TDS y dureza, además de pruebas de cloro, amonio y análisis microbiológicos por filtración y cultivo en agar cromogénico. Los resultados mostraron que Aguam presentó mayor estabilidad en pH, TDS y conductividad, mientras que Bonafont® exhibió mayor variabilidad entre lotes. El análisis estadístico indicó diferencias significativas ($p < 0.05$) únicamente para pH, TDS y conductividad, mientras que cloro, amonio y dureza no mostraron diferencias, ya que ambas marcas presentaron valores idénticos. Ambas cumplieron la normatividad vigente y no mostraron contaminación microbiológica.

Palabras clave: agua purificada, parámetros fisicoquímicos, control microbiológico.

Introducción

El agua purificada es un recurso esencial para la salud pública y en México está regulada por la NOM-127-SSA1-2021 y la NOM-201-SSA1-2015. Su consumo ha aumentado debido a la desconfianza en la calidad del agua de la red pública, donde problemas como fugas y variaciones sanitarias afectan su disponibilidad y seguridad; en la Ciudad de México, por ejemplo, se estima que más del 40% del agua se pierde por fugas y presenta inconsistencias en su calidad (Tapia et al., 2016). En este contexto, el CEPAX de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, produce agua purificada, desionizada y grado HPLC para uso académico, aunque se desconoce si su calidad es comparable con la de marcas comerciales y si cumple con la normatividad vigente. Por ello, este estudio compara las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y organolépticas del agua del CEPAX con las de la marca Bonafont®, evaluando parámetros como pH, conductividad, TDS, cloro residual, coliformes, *E. coli*, olor, color y apariencia, con el fin de determinar su cumplimiento normativo e identificar posibles áreas de mejora.

Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Xochimilco

DEPARTAMENTO DE SISTEMAS BIOLÓGICOS

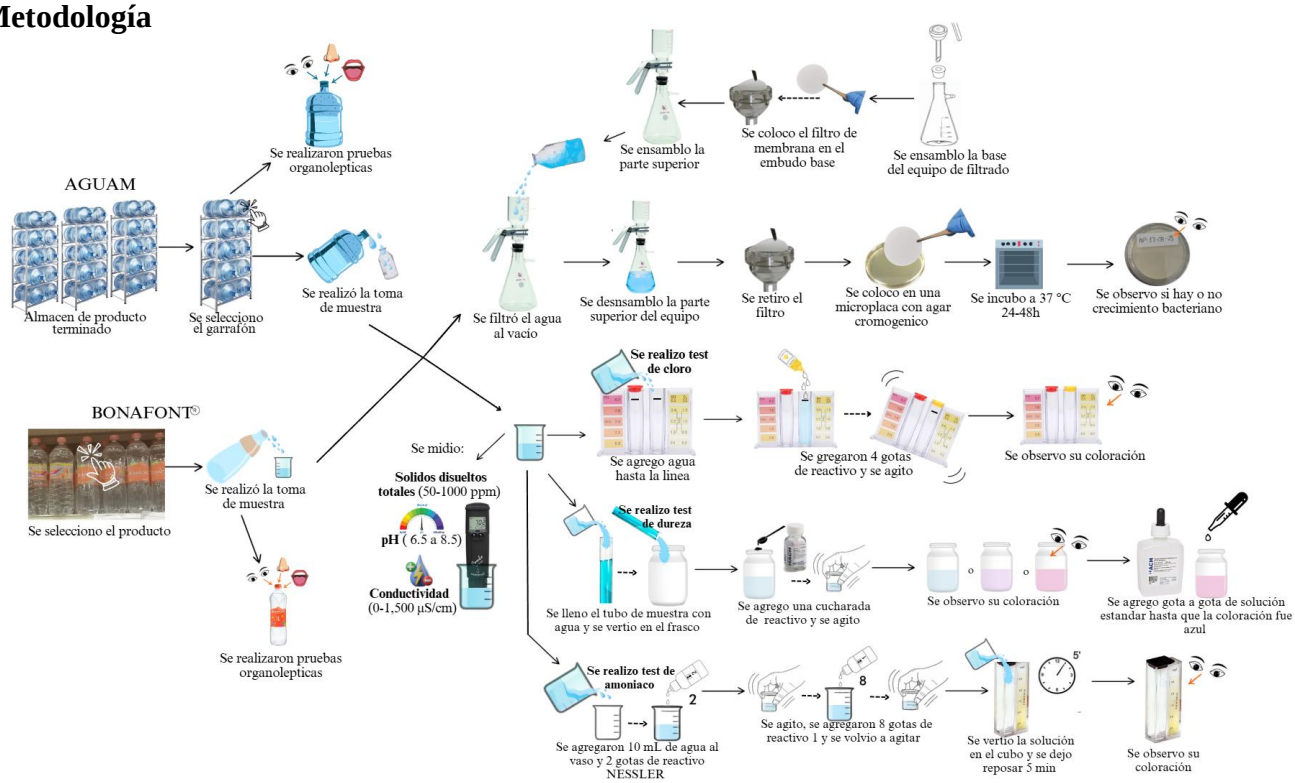
Objetivo general

Comparar las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del agua purificada del Centro de Producción de Agua "Xochimilco" con las de la marca Bonafont®, con base en los criterios establecidos por la NOM-201-SSA1-2015 y la NOM-127-SSA1-2021.

Objetivos particulares

- Revisar los criterios establecidos en la NOM-201-SSA1-2015 y la NOM-127-SSA1-2021 aplicables al agua purificada envasada y para consumo humano.
- Diseñar y ejecutar un plan de muestreo representativo que incluya agua del Centro de Purificación "Xochimilco" y de la marca Bonafont®.
- Realizar los análisis fisicoquímicos (pH, conductividad, TDS, características organolépticas, cloro residual y amonio) y microbiológicos (coliformes totales y *E. coli*) de las muestras.
- Comparar los resultados con los límites establecidos por ambas normas, evaluando el grado de cumplimiento.
- Interpretar los resultados mediante una prueba t de dos muestras para determinar si existen diferencias significativas entre ambas aguas.

Metodología



n=20 por cada marca de agua.



Resultados y Discusión

El análisis se realizó a través de una prueba de 2 muestras, en dónde se demostró que respecto a las pruebas organolépticas (color, olor y sabor) para ambas marcas, se obtuvieron los mismos resultados, sin diferencias perceptibles. Lo mismo ocurrió con las pruebas de amonio y cloro, donde mostraron ausencia de dichas sustancias, lo que indica un adecuado control de calidad según los requisitos establecidos en la normativa de agua para consumo humano (Secretaría de Salud, 2022).

Tabla 1. Promedio y desviación estándar de los parámetros determinados

Parámetro	Especificación según la NOM 127	AGUAM	BONAFONT ®	Valor de *p*
pH	6.5-8.5	8.094 ± 0.15	7.575 ± 0.264	0.000
Sólidos disueltos totales	50-1000 ppm	218.80 ± 8.48	169.8 ± 55.1	0.001
Conductividad eléctrica	0-1,500 µS/cm	463.2 ± 72	360 ± 125	0.003
Dureza total($CaCO_3$)	≤ 500 mg/L	0.15 ± 0.366	6.85 ± 1.84	0.000

En cuanto a los resultados obtenidos en la comparación del parámetro de pH, mostrados en la Figura 2, Aguam registró un promedio de 8.094 ± 0.150 (Tabla 1), lo que refleja un proceso de producción altamente controlado y resultados consistentes entre lotes. Aunque su pH es más alcalino, esta alcalinidad se mantiene dentro de los parámetros establecidos por la normatividad vigente (Secretaría de Salud, 2022). En comparación, Bonafont® a pesar de tener un pH más neutro presentó una mayor variabilidad (desviación estándar (*s)* de 0.264).

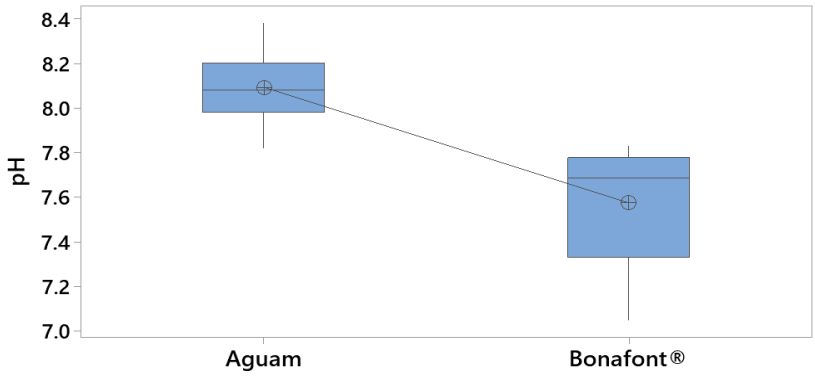


Figura 2. Comparación de pH para ambas marcas de agua purificada

Respecto al contenido de sólidos disueltos (ppm) observado en la Figura 3, Aguam presentó un promedio de 218.80 ± 8.48 ppm (Tabla 1), reflejando una composición mineral estable y un proceso controlado. En contraste, Bonafont®, aunque con un promedio ligeramente menor, mostró una desviación estándar muy alta (55.1), lo que evidencia una variabilidad muy marcada y posibles inconsistencias en su mineralización o filtración.

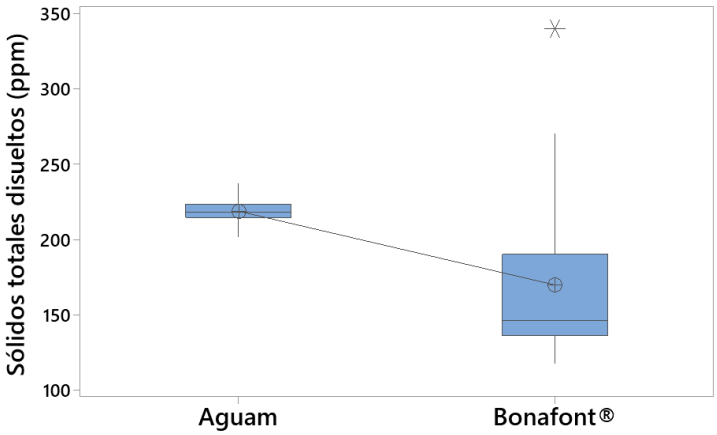


Figura 3. Comparación de sólidos totales disueltos (ppm) para ambas marcas de agua purificada
* indica que hay valores lejanos a la media.

En el parámetro de conductividad (Figura 4), Aguam presentó un promedio de 463.2 ± 72.3 µS/cm (Tabla 1), lo que refleja un buen control en la concentración de electrolitos disueltos. En cambio, Bonafont® mostró una variabilidad mucho mayor (s ± 125), casi el doble que Aguam, indicando un proceso menos estandarizado y con mayor incertidumbre en su composición iónica.

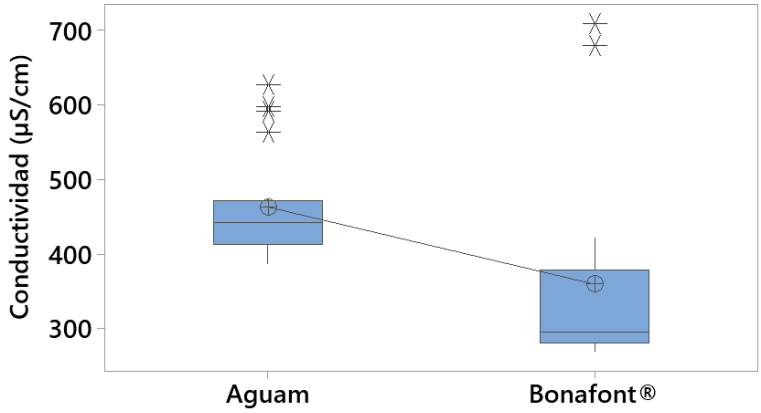


Figura 4. Comparación de conductividad (µS/cm) para ambas marcas de agua purificada.
* indica que hay valores lejanos a la media.

La Figura 5 muestra los resultados correspondientes a la dureza del agua (presencia de $CaCO_3$), en la cual Aguam registró un promedio de 0.15± 0.366 (Tabla 1), lo que confirma que se trata de un agua blanda y con un control de calidad adecuado en este aspecto. La baja dureza representa una ventaja para el consumo directo, ya que proporciona un agua suave y sin residuos. Bonafont®, por otra parte, presento una dureza significativamente mayor (6.85 ± 1.84), lo que nos indica que no solo ofrece un agua más dura, sino también menos consistente en esta característica.

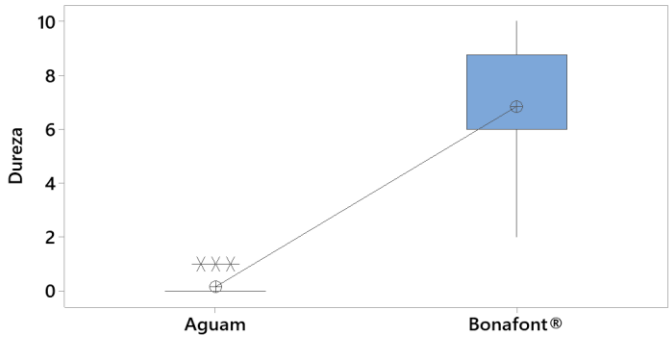


Figura 5. Comparación de dureza ($CaCO_3$) en ambas marcas de agua purificada
* indica que hay valores lejanos a la media.



Finalmente, en las pruebas microbiológicas, ninguna de las dos marcas presentó crecimiento microbiano de las cepas evaluadas, cumpliendo con los límites establecidos por la NOM-201-SSA1-2015, que exige menos de 5 UFC/100 mL para coliformes totales y 0 UFC/100 mL para coliformes fecales como *E. coli* (Secretaría de Salud, 2015). La ausencia total de microorganismos indica que ambas aguas cumplen estrictamente con los criterios de seguridad sanitaria, lo cual es esencial para garantizar la inocuidad del agua destinada al consumo humano.

Conclusiones

Ambas marcas cumplieron con los límites establecidos por la NOM-201-SSA1-2015 y la NOM-127-SSA1-2021, y no se detectó contaminación microbiológica en ninguna muestra. Sin embargo, el análisis estadístico mostró que existen diferencias significativas ($p<0.05$) entre ambas marcas en pH, TDS, conductividad y dureza, lo que indica que, aunque ambas son aptas para consumo humano, sus características fisicoquímicas no son equivalentes. Aguam presentó una mayor estabilidad y uniformidad entre lotes, mientras que Bonafont® mostró mayor variabilidad y valores menos consistentes. En general, los resultados indican que el agua producida por el CEPAX es equivalente en calidad a la marca comercial y ofrece incluso mejor consistencia en sus parámetros fisicoquímicos.

Referencias

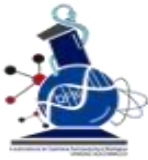
- Secretaría de Salud. (2015). *NOM-201-SSA1-2015, Productos y servicios. Agua y hielo para consumo humano, envasados y a granel. Especificaciones sanitarias*. Diario Oficial de la Federación.

- Secretaría de Salud. (2022). *NOM-127-SSA1-2021, Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua*. Diario Oficial de la Federación.

- Tapia, L. R., Fernández, D. A. R., & Novelo, J. A. M. (2016). Disponibilidad a pagar de los hogares por mejoras en la calidad del agua suministrada en la ciudad de México. *Revista de Economía*, *33*(87), 9-36.







FOLIO # 12000

Evaluación del efecto antimicrobiano de infusiones comerciales y caseras de manzanilla y jengibre sobre *Salmonella typhi* y *Escherichia coli*	
López Reyes Yenifer*, Montoya Gómez Yahir, Nájera Benavides Diego, Ortega Castrejón Bruno Uriel. **Profesores:** Dra. Palacios Rodríguez Yadira, Dr. Martínez Gopar Pablo Eliasib*.	
*** Autores para correspondencia:** pmartinezg@correo.xoc.uam.mx 2223059954@alumnos.xoc.uam.mx	**Módulo:** Prevención y control de la propagación microbiana

Resumen

En México, la medicina herbolaria se implementa desde la antigüedad para tratar diversas afecciones, especialmente trastornos gastrointestinales, debido a la presencia de compuestos con propiedades antiinflamatorias, antibacterianas y antioxidantes. Entre los remedios más empleados destacan la manzanilla (*Matricaria chamomilla*) y el jengibre (*Zingiber officinale*), reconocidos por reducir la inflamación y limitar el crecimiento de patógenos como *Escherichia coli* y *Salmonella typhi*. En este trabajo se evaluó la actividad antimicrobiana de infusiones comerciales y caseras de ambas plantas a concentraciones de 6, 12 y 24 mg/mL. Las infusiones de manzanilla presentaron inhibición bacteriana a una concentración de 6 mg/mL, no obstante, la infusión casera generó un halo de inhibición ligeramente mayor que la comercial, lo que sugiere una mayor disponibilidad de compuestos bioactivos. En contraste, el jengibre no evidenció actividad antimicrobiana en ninguna concentración. Esto coloca a la manzanilla como una posible medida complementaria para limitar el crecimiento de bacterias gastrointestinales.

Palabras clave: Actividad antimicrobiana, Infusión manzanilla, Infusión jengibre.

Introducción

Los remedios herbolarios representan una alternativa terapéutica para el tratamiento de trastornos gastrointestinales debido a su abundancia en compuestos bioactivos con actividades antiinflamatorias, antibacterianas, antivirales, antiparasitarias, antidiarreicas, antioxidantes y anticancerígenas (Julián, *et al*, 2025). Entre las especies medicinales de mayor uso se encuentran la manzanilla (*Matricaria chamomilla*) y el rizoma de jengibre (*Zingiber officinale*), cuyos extractos han demostrado efectos benéficos sobre el sistema digestivo, particularmente por su capacidad para reducir la inflamación y limitar el crecimiento de microorganismos patógenos como *Escherichia coli* y *Salmonella spp*, los cuales se asocian con diversas enfermedades gastrointestinales (Qasem, *et al*, 2022; Olasunmbo y Mosope, 2020).

Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Xochimilco

DEPARTAMENTO DE SISTEMAS BIOLÓGICOS

En la Ciudad de México, la incidencia de padecimientos gastrointestinales es elevada; durante la primera semana de 2025 se reportaron 17679 casos de enfermedades infecciosas y parasitarias del aparato digestivo relacionadas con el consumo de alimentos y agua contaminados, prácticas de higiene deficientes y condiciones sanitarias inadecuadas (SUAVE/SSPCDMX, 2025). Esta alta frecuencia, junto con el aumento de la resistencia a antibióticos, pone de manifiesto la necesidad de explorar alternativas naturales con potencial actividad antimicrobiana. Ante esta problemática, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar la actividad antimicrobiana de infusiones de manzanilla y jengibre, tanto en sus presentaciones naturales como comerciales a diferentes concentraciones, con el fin de determinar la eficacia frente a microorganismos de relevancia gastrointestinal.

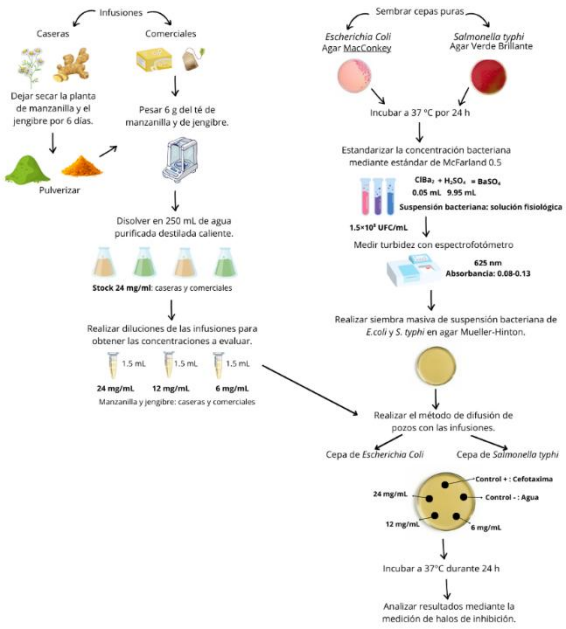
Objetivo general

Comparar la actividad antibacteriana de infusiones comerciales y caseras de manzanilla y jengibre frente a *Escherichia coli y Salmonella typhi.*

Objetivos particulares

- Preparar infusiones de manzanilla y jengibre en formatos análogos a la infusión comercial.
- Evaluar la actividad antibacteriana de las infusiones comerciales y caseras de manzanilla y jengibre frente a *E. coli* y *S. typhi* por el método de difusión en pozo.
- Establecer la equivalencia del efecto antibacteriano entre infusiones comerciales y caseras.

Metodología



Resultados y Discusión

Preparación de infusiones de manzanilla y jengibre de forma análoga al comercial

Se obtuvieron 4 infusiones stock a una concentración de 24 mg/mL (Fig. 1) donde únicamente se modificó la forma de incorporación del extracto, manteniendo el resto del proceso indicado por el empaque comercial.



Figura 1: Infusiones stock de manzanilla y jengibre en sobre, manzanilla y jengibre casera, a una concentración de 24 mg/mL.

Evaluación antimicrobiana de infusiones de jengibre contra E. coli y S. typhi.
Todas las cajas evaluadas presentaron crecimiento bacteriano uniforme, como control positivo se usó Cefotaxima, donde hubo un halo de inhibición de 50 mm de diámetro (Fig. 2).

a)



b)



Figura 2. Actividad inhibitoria de las infusiones caseras y comerciales de jengibre: a) Halo de inhibición control positivo (Cefotaxima) contra *E. coli* b) Halo de inhibición control positivo (Cefotaxima) contra *S. typhi.*

Las infusiones de jengibre tanto comercial como casera no presentaron actividad antimicrobiana. Estos datos contrastan con lo reportado en la literatura donde se indica que el jengibre inhibe el crecimiento de muchas bacterias, como *Escherichia coli, Staphylococcus aureus y Salmonella entérica (*Sulieman, *et al*., 2024).
La actividad antimicrobiana del jengibre se ha relacionado principalmente con dos compuestos fenólicos: la gingerenona y el shogaol. Estos metabolitos secundarios pueden ejercer su acción a través de distintos mecanismos, como la inhibición de bombas de eflujo, la alteración de la permeabilidad de la membrana celular, la interferencia con funciones enzimáticas intracelulares y la pérdida de la integridad de la pared bacteriana. Sin embargo, su eficacia suele ser limitada y poco específica, ya que los compuestos fenólicos pueden formar complejos con proteínas y componentes de membrana, disminuyendo su capacidad antimicrobiana a pesar de obtener los compuestos de forma natural (Sulieman, A. M. *et al,* 2024, Mao, 2019; Vaou, *et al*., 2021).

Por otro lado, las infusiones comerciales contienen una mezcla compleja de moléculas, lo que pudo haber afectado la disponibilidad de la gingerenona y el shogaol en la disminución de su efecto antimicrobiano. Además, la mayoría de las que se comercializan para aliviar el malestar estomacal suelen combinarse con limón por lo que el efecto antimicrobiano ampliamente atribuido al jengibre podría depender de dicha sinergia con compuestos presentes en el limón (Olasunmbo, *et al*, 2020).

Evaluación antimicrobiana de infusiones de manzanilla en E. coli y Salmonella typhi.
La infusión casera de manzanilla a una concentración de 6 mg/mL presentó un halo de inhibición de 34 mm de diámetro frente a *S. typhi* (Fig. 3a). Por su parte, la infusión comercial a la misma concentración mostró un halo de inhibición de 28 mm frente a *E. coli* (Fig. 3b).

a) **b)**

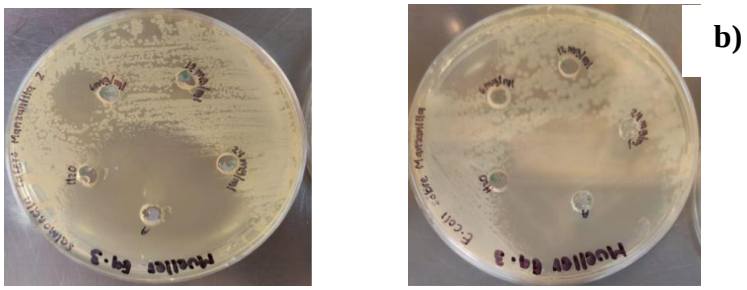


Figura 3. Actividad inhibitoria de las infusiones de manzanilla: a) Halo de inhibición de infusión casera (6 mg/mL) contra *S. typhi* b) Halo de inhibición de infusión comercial (6 mg/mL) contra *E. coli*

La actividad antimicrobiana observada en la manzanilla puede atribuirse a la presencia de flavonoides, cumarinas y ácidos fenólicos en sus flores. Los flavonoides presentan diversos mecanismos de acción, entre ellos la inhibición de la DNA girasa, la alteración de la integridad de la pared celular y cambios en la polaridad de la membrana bacteriana (Nascimento *et al.*, 2025). Las cumarinas, por su parte, interfieren en procesos esenciales para la división y estructura celular, además de afectar la formación de biofilms. En cuanto a los ácidos fenólicos, estos favorecen la generación de especies reactivas de oxígeno como el H_2O_2, que provocan daño y lisis celular en bacterias como *E. coli* y *Salmonella* (El Mihyaoui, 2020; Wei, *et al*., 2022). No obstante, los resultados obtenidos con la infusión de manzanilla difieren de lo reportado en extractos más



concentrados. Esto podría explicarse porque, en soluciones acuosas, los polifenoles pueden autoasociarse o formar agregados con proteínas, disminuyendo su disponibilidad para ejercer acción antimicrobiana (Alejo-Armijo, *et al*., 2017). Asimismo, en mezclas complejas puede presentarse antagonismo entre componentes a concentraciones elevadas (Vaou, *et al.*, 2021).

Conclusiones

La infusión de manzanilla tanto casera como comercial presentó actividad antimicrobiana a una concentración de 6 mg/mL, equivalente a la mitad de la presentación comercial habitual en sobre, posicionandose como una alternativa potencial para atenuar los síntomas gastrointestinales asociados a *E. coli* y *S. typhi*, en comparación con la infusión de jengibre. No obstante, su uso no sustituye la atención médica profesional y debe emplearse únicamente como medida complementaria mientras se recibe un diagnóstico y tratamiento adecuado.

Los hallazgos destacan la relevancia del aislamiento y la purificación de los compuestos bioactivos. Aunque diversos metabolitos presentes en la manzanilla y el jengibre poseen potencial antimicrobiano, la naturaleza compleja de las infusiones puede favorecer interacciones antagonistas que reduzcan o anulen su eficacia.

Referencias

- Alejo-Armijo, A., Glibota, N., Frías, M. P., Altarejos, J., Gálvez, A., Ortega-Morente, E., & Salido, S. (2017). Antimicrobial and antibiofilm activities of procyanidins extracted from laurel wood against a selection of foodborne microorganisms. International Journal of Food Science and Technology, 52(3), 679–686. https://doi.org/10.1111/ijfs.13321
- El Mihyaoui, A., Esteves da Silva, J. C. G., Charfi, S., Candela Castillo, M. E., Lamarti, A., & Arnao, M. B. (2022). Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.): A Review of Ethnomedicinal Use, Phytochemistry and Pharmacological Uses. *Life (Basel, Switzerland)*, *12*(4), 479. https://doi.org/10.3390/life12040479
- Nascimento, J. B., & da Costa, J. G. M. (2025). Flavonoids: A Review of Antibacterial Activity Against Gram-Negative Bacteria. International journal of microbiology, 2025, 9961121. https://doi.org/10.1155/ijm/9961121
- Julián A., Aguilar P., Michel M. R., Sepúlveda L., Torres C., Aguilar C. N., & Chávez M. L. (2025). Exploring the Therapeutic Potential of Medicinal Plants in the Context of Gastrointestinal Health: A Review. Plants (Basel, Switzerland), 14(5), 642. https://doi.org/10.3390/plants14050642
- Mao, Q. Q., Xu, X. Y., Cao, S. Y., Gan, R. Y., Corke, H., Beta, T., & Li, H. B. (2019). Bioactive Compounds and Bioactivities of Ginger (Zingiber officinale Roscoe). Foods (Basel, Switzerland), 8(6), 185. https://doi.org/10.3390/foods8060185
- Olasunmbo, A., Mosope, O., (2020) Evaluation of Nutritional composition of Roselle (*Hibuscus sabdariffa*) herbal Tea infused with Ginger (*Zingiber officinale*) and Lemon (*Citrus limon*) Peel, Australian Journal of Science and Technology.



- Qasem, A., Assaggaf, H., Montesano, D., Khalil, Z., Al-Mijalli, S. H., Baaboua, A. E., El Omari, N., El Menyiy, N., Bakrim, S., Sheikh, R. A., Alshahrani, M. M., Awadh, A. A. A., Zengin, G., Bouyahya, A., & Mrabti, H. N. (2022). Determination of Chemical Compounds and Investigation of Biological Properties of Matricaria chamomilla Essential Oils, Honey, and Their Mixture. Molecules (Basel, Switzerland), 27(18), 5850. https://doi.org/10.3390/molecules27185850
- Sistema Único Automatizado de la Vigilancia Epidemiológica (SUAVE/SSPCDMX) (2025). Informe semanal de las enfermedades infecciosas y parasitarias del aparato digestivo. Dirección de Epidemiología y Medicina Preventiva, Subdirección de Análisis e Información Epidemiológica.
- Sulieman, A. M. E., Ibrahim, S. M., Alshammari, M., Abdulaziz, F., Idriss, H., Alanazi, N. A. H., Abdallah, E. M., Siddiqui, A. J., Shommo, S. A. M., Jamal, A., & Badraoui, R. (2024). Zingiber officinale Uncovered: Integrating Experimental and Computational Approaches to Antibacterial and Phytochemical Profiling. Pharmaceuticals (Basel, Switzerland), 17(11), 1551. https://doi.org/10.3390/ph17111551
- Vaou, N., Stavropoulou, E., Voidarou, C., Tsigalou, C., & Bezirtzoglou, E. (2021). Towards Advances in Medicinal Plant Antimicrobial Activity: A Review Study on Challenges and Future Perspectives. Microorganisms, 9(10), 2041. https://doi.org/10.3390/microorganisms9102041
- Wei, H., Jin, Z., Wang, Y., Yang, F., Xiao, Y., Jiang, Y., Hu, J., & Gao, M. T. (2022). Antibacterial Effect of Phenolic Acids Derived from Rice Straw and in Combination with Antibiotics Against Escherichia coli. Applied biochemistry and biotechnology, 194(7), 2931–2945. https://doi.org/10.1007/s12010-021-03650-5



FOLIO # 12002

Evaluación de la viabilidad de *Lactobacillus rhamnosus* y *Bifidobacterium pseudocatenulatum* al proceso de liofilización y la presión mecánica (tableteado)	
Angeles Miramon Alejandro, Esquivel Campos Ana Laura, González Vázquez Raquel, Gutiérrez Nava María Angelica, Miranda Calderón Jorge Esteban, Mayorga Reyes Lino	
***Autores para la correspondencia:** 2203057838@correo.xoc.uam.mx aesquivel@correo.xoc.uam.mx	Servicio Social

Resumen

La viabilidad de *Lactobacillus rhamnosus* y *Bifidobacterium pseudocatenulatum* fue evaluada durante las etapas de liofilización y tableteado. Antes de la liofilización, ambas cepas presentaron recuentos elevados (10^9–10^{10} UFC/mL), indicando alta viabilidad inicial. Tras la liofilización, se observó una disminución aproximada de un ciclo logarítmico en ambas cepas. Previo al tableteado, se estandarizaron a 1×10^8 UFC/mL, y después del proceso de compresión se evidenció una reducción adicional, más marcada en *Bifidobacterium*, con una pérdida cercana a dos ciclos logarítmicos, mientras que *Lactobacillus* presentó una reducción aproximada de un ciclo. En conjunto, el tableteado representó la etapa de mayor impacto en la viabilidad, confirmándose una menor reducción de la viabilidad de *Lactobacillus*. La viabilidad final se mantuvo en rangos compatibles con un efecto probiótico.

Palabras clave: *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, liofilización, tableteado, compresión, UFC.

Introducción

El interés en los probióticos ha aumentado debido a su capacidad para modular la microbiota intestinal y favorecer la salud. Las bacterias ácido lácticas (BAL), particularmente los géneros *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*, se emplean ampliamente por su habilidad para sobrevivir y colonizar temporalmente el tracto gastrointestinal (Kukkonen et al., 2007). Su eficacia depende de la viabilidad celular, ya que únicamente los microorganismos vivos en cantidades adecuadas pueden producir ácidos orgánicos, bacteriocinas, entre otros. *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* son capaces de inhibir patógenos como *Salmonella*, *Escherichia coli* y *Clostridioides difficile*, contribuyendo potencialmente a disminuir el uso de antibióticos y en consecuencia reducir la problemática de resistencia antimicrobiana. Para mantener su efectividad, estos probióticos se administran generalmente en dosis entre 10^6 y 10^9 UFC/día (Martín et al., 2013).

En este contexto, las formulaciones en tabletas con recubrimiento entérico representan una estrategia que protege a las BAL liofilizadas frente al pH gástrico, favoreciendo su liberación en el intestino y mejorando su supervivencia. El presente estudio evaluó la viabilidad de *L. rhamnosus* y *B. pseudocatenulatum* tras los procesos de liofilización y formulación farmacéutica (tableteado).

Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Xochimilco

DEPARTAMENTO DE SISTEMAS BIOLÓGICOS

Objetivo general

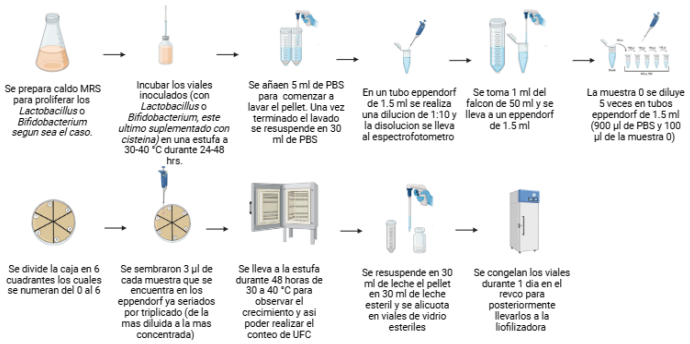
Evaluar el impacto de los procesos de liofilización y tableteado sobre la viabilidad (UFC) de las cepas probióticas *L. rhamnosus* y *B. pseudocatenulatum*.

Objetivos particulares

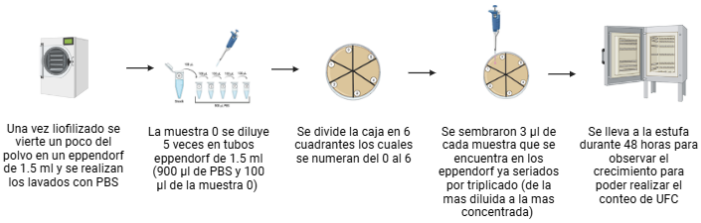
- Determinar el número de Unidades Formadoras de Colonia (UFC) de *L. rhamnosus* y *B. pseudocatenulatum* en cultivo previo al proceso de liofilización.
- Determinar y comparar la pérdida de UFC de ambas cepas después de ser sometidas al proceso de liofilización (polvo liofilizado).
- Cuantificar las UFC de ambas cepas después de que el liofilizado sea sometido a la presión mecánica del proceso de tableteado (UFC en la tableta final).
- Calcular el porcentaje de supervivencia final de *L. rhamnosus* y *B. pseudocatenulatum* comparando la UFC inicial con la UFC obtenida en el producto tableteado final.

Metodología

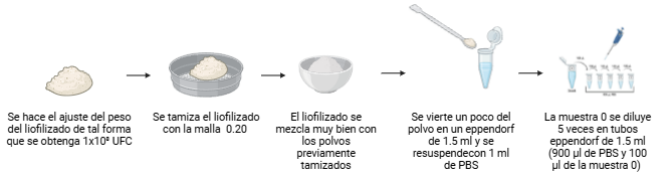
1.-Antes de liofilizar



2.-Después de liofilizar



3.-Ajuste de liofilizado a ($1x10^8$ UFC)

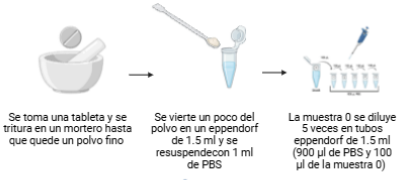


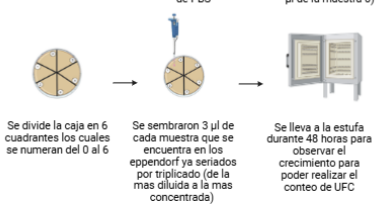
R



A

3.-Después de tabletear







Los recuentos microbiológicos permitieron evaluar el comportamiento de viabilidad de *L. rhamnosus* y *B. pseudocatenulatum* durante las etapas de liofilización y tableteado, procesos considerados críticos en la formulación de productos probióticos en forma sólida.
Las cepas *L. rhamnosus* y *B. pseudocatenulatum* presentaron recuentos en el orden de 10^9–10^{10} UFC/mL, lo que indica una adecuada fase de crecimiento y una alta viabilidad inicial (tabla 1). Estos valores son consistentes con lo requerido para procesos tecnológicos posteriores, ya que permiten compensar las pérdidas esperadas durante las operaciones de secado y compresión. (FAO/WHO 2002).

Tabla 1. Comparación de la supervivencia de *L. rhamnosus* y *B. pseudocatenulatum* previo al liofilizado.

	UFC/mL antes de liofilizar
L. rhamnosus	$7.37x10^9$
B. pseudocatenulatum	$4.0x10^{10}$

Posterior a liofilización
Después de la liofilización se observa una disminución aproximada de un ciclo logarítmico en ambas cepas (tabla 2). Este comportamiento confirma que la liofilización genera un impacto sobre la viabilidad celular debido al estrés osmótico y térmico, aunque la sobrevivencia se mantiene en niveles funcionales, compatibles con aplicaciones farmacéuticas y nutracéuticas (Carvalho et al., 2004). Estos resultados concuerdan con lo reportado en la literatura, donde se describe que las bacterias probióticas pueden experimentar pérdidas moderadas durante procesos de deshidratación, dependiendo de la cepa y de las condiciones del proceso (Santivarangkna et al., 2008).

Tabla 2.- Comparación de la supervivencia de *L. rhamnosus* y *B. pseudocatenulatum* después del liofilizado.

	UFC/mL despues de liofilizar
L. rhamnosus	$9x10^8$
B. pseudocatenulatum	$6.67x10^9$

Etapa intermedia: Ajuste a 1×10^8 UFC/mL

Previo al tableteado, ambas cepas fueron estandarizadas a una concentración de $1x10^8$ UFC/mL (tabla 3), lo que permitió partir de una carga microbiana homogénea para evaluar exclusivamente el efecto mecánico del proceso de compresión.



Tabla 3.- Comparación de la supervivencia de *L. rhamnosus* y *B. pseudocatenulatum* antes del efecto mecánico del tableteado.

	UFC/mL antes de tabletear
L. rhamnosus	$1.0x10^{8}$
B. pseudocatenulatum	$1.0x10^{8}$

Tableteado

Tras el proceso de tableteado se evidencia una reducción de la viabilidad (tabla 4), siendo más pronunciada en la cepa de *Bifidobacterium*, cuya disminución alcanza aproximadamente dos ciclos logarítmicos, mientras que *Lactobacillus* presenta una reducción cercana a un ciclo logarítmico.

Tabla 4.- *Comparación de la supervivencia de L. rhamnosus y B. pseudocatenulatum después del tableteado.*

	UFC/mL despues de tabletear
L. rhamnosus	$6.6x10^{7}$
B. pseudocatenulatum	$1.0x10^{6}$

La viabilidad de *L. rhamnosus* se ve menos comprometida con respecto a *B. pseudocatenulatum* tras los procesos de estrés osmótico, térmico y mecánicos. La disminución más abrupta de la viabilidad se representa en *Bifidobacterium*, confirmando su mayor sensibilidad al estrés mecánico del proceso de compresión.

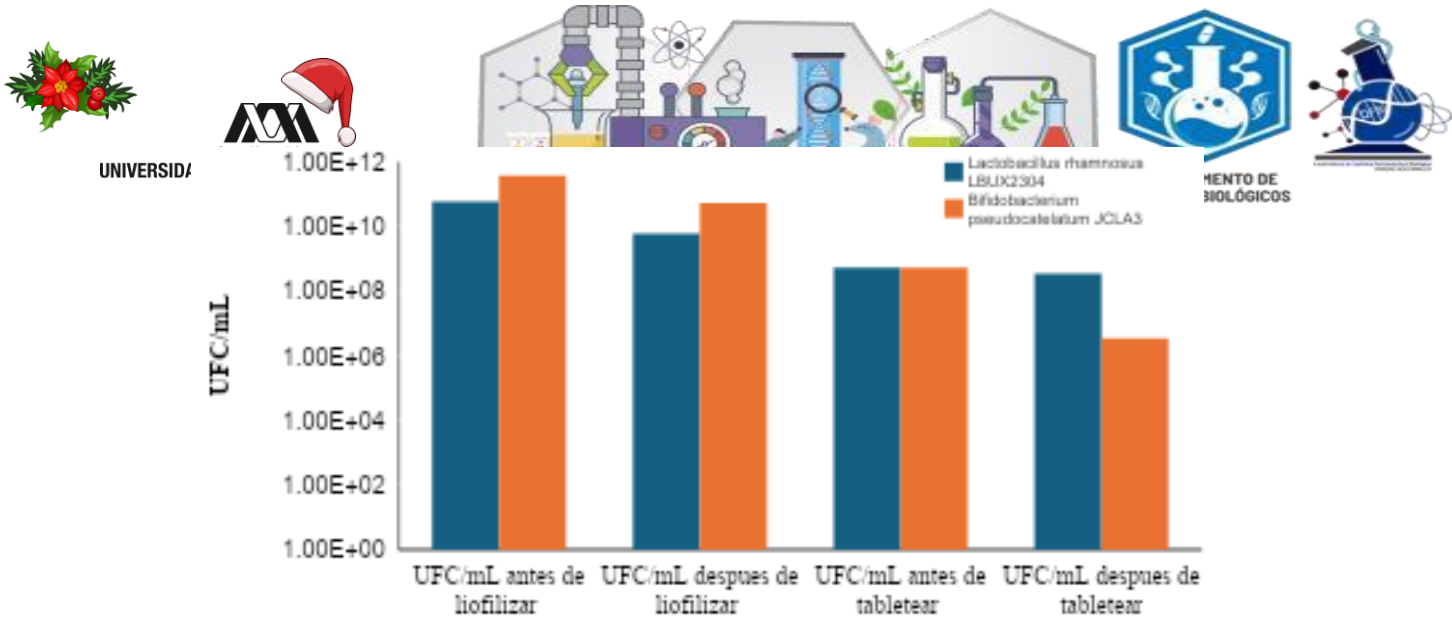


Figura 1.- Comparación de UFC/mL antes y después de la liofilización y el tableteo.

Conclusiones

El tableteado constituye la etapa de mayor estrés tecnológico, lo cual puede atribuirse a la presión de compresión, la fricción entre partículas y el posible incremento de temperatura durante el proceso. Asimismo, se confirma una mayor sensibilidad de *Bifidobacterium* frente a las condiciones de compresión, en comparación con *Lactobacillus*, que mostró una mayor resistencia global a lo largo de todas las etapas evaluadas. Aunque ambos procesos generan pérdidas de viabilidad, las concentraciones finales se mantienen dentro de rangos compatibles con un posible efecto probiótico. No obstante, estos hallazgos resaltan la necesidad de optimizar los excipientes, las condiciones de liofilización y los parámetros de compresión, con el fin de maximizar la estabilidad y viabilidad final del producto probiótico en su forma farmacéutica sólida.

Referencias

- Boyle, R. J., Robins-Browne, R. M., & Tang, M. L. K. (2006). Probiotic use in clinical practice: What are the risks? The American Journal of Clinical Nutrition, 83, 1256–1264. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S000291652329454X?via%3Dihub
- García, M. T., Alfaro, C. M., & Rodríguez, J. M. (2016). Actividad antimicrobiana de cepas de Lactobacillus spp. contra patógenos intestinales. Revista de Salud Animal, 38(2), 91–97. https://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0253-570X2016000200003&script=sci_arttext
- Kukkonen, K., Savilahti, E., Haahtela, T., Juntunen-Backman, K., Korpela, R., Poussa, T., et al. (2007). Probiotics and prebiotic galacto-oligosaccharides in the prevention of allergic diseases: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. Journal of Allergy and Clinical Immunology, 119(1), 192–198. https://www.jacionline.org/article/S0091-6749(06)01908-7/fulltext
- Martín, R., Miquel, S., Ulmer, J., Kechaou, N., Langella, P., & Bermúdez-Humarán, L. G. (2013). Role of commensal and probiotic bacteria in human health: A focus on inflammatory bowel disease. Microbial Cell Factories, 12(1), 71. https://doi.org/10.1186/1475-2859-12-71



FOLIO # 12003

Evaluación del efecto de los iones calcio (Ca^{2+}) y cobre (Cu^{2+}) sobre la actividad enzimática de la inulinasa producida por *Kluyveromyces marxianus*

Alvarez Aguilar Armando, Ortega Ramirez Ditza Naomi, Sánchez Gutiérrez Anai Yaret, Velázquez García Minea Ariadna

Profesores: Gutiérrez Nava María Angélica, Martínez Cruz Patricia

*** Autores para correspondencia:**
agutz@correo.xoc.uam.mx
2222028008@alumnos.xoc.uam.mx

Módulo: Obtención de metabolitos de interés industrial para la salud

Resumen

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de los iones Ca^{2+} y Cu^{2+} en la actividad enzimática de la inulinasa obtenida de la levadura *K. marxianus*. El estudio implicó la producción de la inulinasa mediante fermentación utilizando inulina como fuente de carbono. La cuantificación de biomasa se realizó por densidad óptica utilizando una curva de calibración; el consumo de sustrato se cuantificó con el método de Dubois; la actividad enzimática basal y con iones se determinó incubando la enzima en sus condiciones óptimas con el sustrato inulina y los azúcares liberados se cuantificaron por el método DNS con lo cual se obtuvieron los valores de actividad enzimática expresada en U/mL. La velocidad específica de crecimiento de *K. marxianus* fue de 0.485 h, tuvo un tiempo de duplicación de 1.428 h. La actividad enzimática basal alcanzó un máximo de 83.6 U/mL después de 10.8 h. Ambos iones fueron inhibidores en las tres concentraciones probadas (Ca^{2+} 1, 10 y 20 mM; Cu^{2+} 0.5, 1.5, 2.5 mM). Estos resultados proporcionan una base para comprender la cinética de crecimiento y la actividad de la inulinasa, datos esenciales para optimizar la producción enzimática en bioprocesos industriales.

Palabras clave: Inulinasa, *Kluyveromyces marxianus*, actividad enzimática

Introducción

Kluyveromyces marxianus es una levadura capaz de metabolizar diversos sustratos y de secretar enzimas de interés biotecnológico, entre ellas la inulinasa (Zhang et al., 2024). Esta enzima cataliza la hidrólisis de la inulina para producir fructosa y fructooligosacáridos, compuestos ampliamente utilizados en la industria alimentaria (Khosravi et al., 2023). La optimización del rendimiento enzimático requiere comprender el papel de los iones moduladores: las β-fructofuranosidasas suelen activarse en presencia de Ca^{2+} (Méndez et al., 2025), mientras que el Cu^{2+} ha sido reportado como un inhibidor de su actividad (Núñez, 2015; John et al., 2021). En este contexto, la presente investigación tiene como objetivo evaluar y comparar el efecto modulador de los iones Ca^{2+} y Cu^{2+} sobre la actividad enzimática de la inulinasa producida por *K. marxianus*.

Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Xochimilco

DEPARTAMENTO DE SISTEMAS BIOLÓGICOS

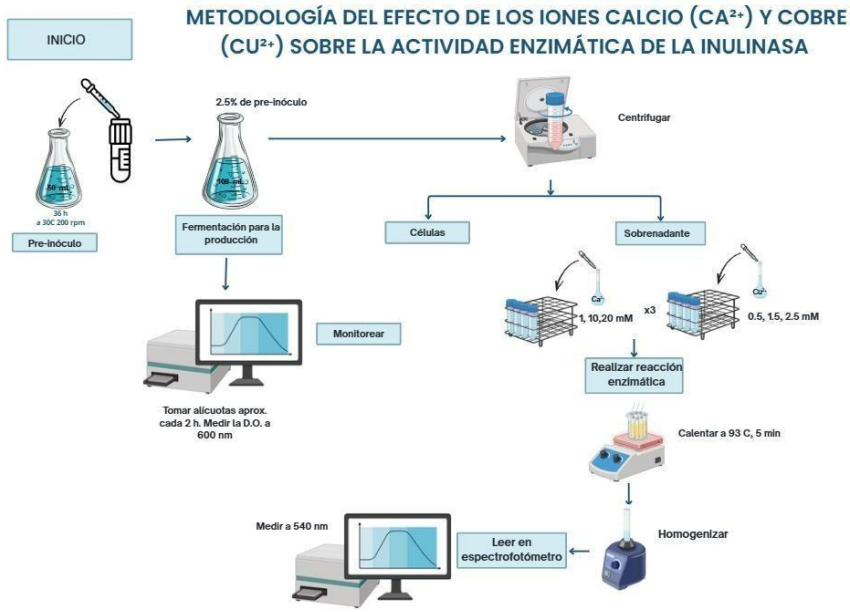
Objetivo general

Evaluar el efecto de los iones calcio (Ca^{2+}) y cobre (Ca^{2+}) en la actividad enzimática de la inulinasa obtenida de *K. marxianus*.

Objetivos particulares

- Realizar cinética de fermentación de la levadura *K. marxianus* en un medio con inulina para identificar la máxima producción de inulinasa
- Producir y obtener el extracto crudo de inulinasa mediante la fermentación de la levadura *K. marxianus*.
- Determinar el consumo de inulina a lo largo del cultivo de *K. marxianus* por medio de la técnica de Dubois
- Determinar la actividad enzimática basal de *K. marxianus* y compararla con el efecto modulador de los iones Ca^{2+} y Cu^{2+}

Metodología



Resultado y Discusión

Cinética de crecimiento y consumo de sustrato de K. marxianus

Durante el cultivo de *K. marxianus* en medio con inulina como fuente de carbono, se observó una dinámica clara entre el crecimiento y la disponibilidad del sustrato (Figura 1), la correlación inversa observada permite integrar el perfil de crecimiento y el consumo de inulina a lo largo del tiempo.

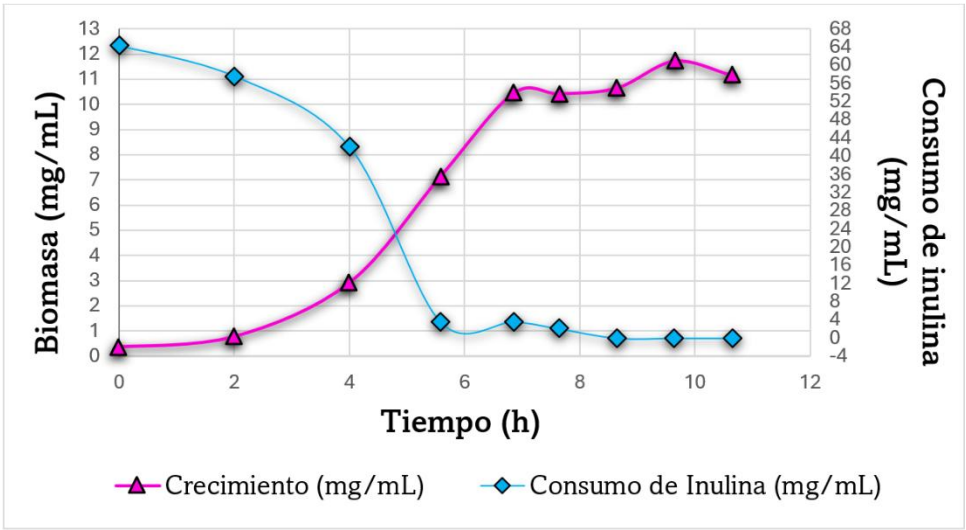


Figura 1. Crecimiento de *K. marxianus* y consumo de inulina durante la fermentación. La línea magenta representa la concentración de biomasa (mg/mL) y la línea azul muestra la concentración de inulina residual (mg/mL) a lo largo de 12 h de incubación.

El crecimiento de *K. marxianus* exhibió una fase exponencial característica, alcanzando un valor máximo de biomasa aproximadamente a las 10 h de fermentación. El consumo de inulina mostró una correlación inversa con el crecimiento, donde la máxima tasa de consumo de sustrato coincidió con la fase de rápido crecimiento de la levadura, disminuyendo la concentración de inulina de su valor inicial (65 mg/mL) hasta un agotamiento alrededor de las 8 a 10 h. Se observa un incremento progresivo del crecimiento acompañado de una disminución simultánea del sustrato, el cual se agota hacia las 6–7 h, punto en el que la biomasa alcanza su fase estacionaria. Se observó una segunda fase exponencial en el crecimiento celular después de la cuarta hora, un fenómeno que puede ser atribuido a la naturaleza compleja del sustrato. A pesar de esta doble fase de crecimiento, la inulina fue consumida de manera eficiente, patrón que es similar al reportado en estudios previos para la misma enzima y microorganismo.

Perfil cinético del K. marxianus

La velocidad específica de crecimiento (μ) es característica para cada tipo de microorganismo y medio de cultivo. La velocidad de crecimiento de *K. marxianus* en medio YPI fue de 0.485 h^{-1}, la cual fue menor a la reportada por Gao et al. (2017). El tiempo de duplicación fue de 1.428 h para esté experimento, este valor estuvo dentro del rango esperado considerando que la inulina es una fuente de carbono más compleja que la glucosa (Raimondi *et al.*, 2013; Gurdo *et al.*, 2018; Wang *et al.*, 2025). La producción máxima de fructosa fue de 0.281 mg Fructosa/mL*h, el cual es un rango inferior a lo reportado en los estudios de Galindo *et al.* (2016) y Gao *et al.*, 2017, sin embargo, en estos estudios se utilizó una cepa mutante, lo cual es un punto muy importante que considerar. En

general se ve reflejada en estos resultados la importancia de conocer el origen de la levadura con la que se trabaja y de considerar la cantidad que se va a inocular para poder tener una mejor optimización del medio.

Ensayo enzimático

La actividad de inulinasa producida por *K. marxianus* se midió a intervalos regulares durante la fermentación, y posteriormente usando la ecuación de la recta de la curva de calibración (Fig. 2A) se obtuvo la concentración de azúcares reductores en mg/mL los cuales se convirtieron a nmoles y calcular los valores de actividad enzimática la cual se ilustra en la Figura 2B. Una unidad de actividad enzimática se define como la cantidad de enzima requerida para liberar 1 nmol de azúcar reductor por minuto.

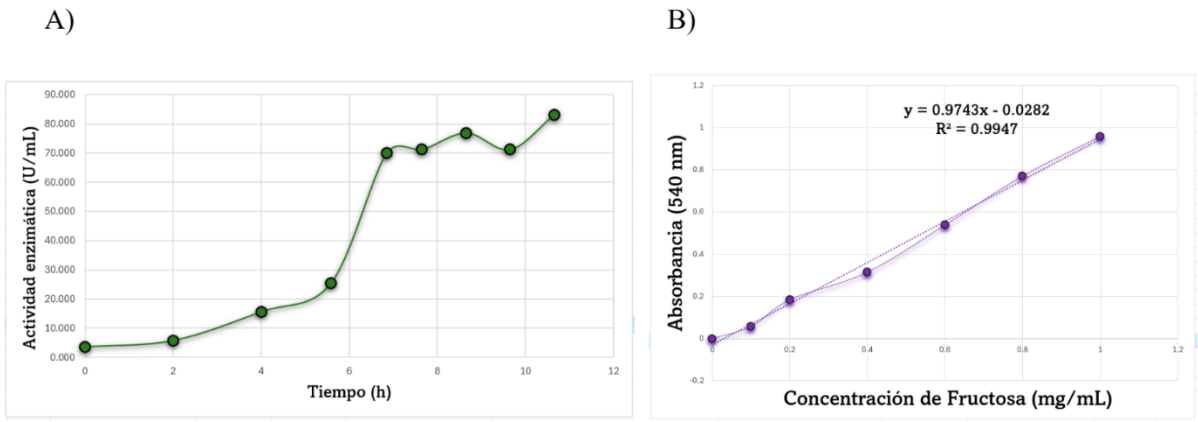


Figura 2. A) Determinación de la actividad de la inulinasa producida por *K. marxianus* a lo largo de 12 horas de cultivo. B) Curva estándar de fructosa para la técnica de DNS. La ecuación de la recta y = 0.9743x − 0.0282 permitió cuantificar la concentración de azúcares reductores liberados durante la hidrólisis de inulina. $R^2 = 0.9947$).Durante las primeras 4–5 h, la actividad enzimática permaneció relativamente baja; sin embargo, a partir de la sexta hora se observó un incremento pronunciado que coincidió con la fase exponencial tardía del cultivo. La actividad alcanzó sus valores máximos entre las 9 y 11 h, estabilizándose posteriormente. Este comportamiento sugiere que la síntesis y liberación de inulinasa se intensifica una vez que la levadura ha consumido la mayor parte de la inulina disponible, posiblemente como respuesta metabólica asociada a la regulación inducible de esta enzima.



Efecto de Calcio (Ca^{2+}) y Cobre (Cu^{2+}) sobre la actividad enzimática

Diversas enzimas requieren la presencia de iones como Ca^{2+} (Méndez *et al.*, 2025). Por esta razón se esperaba que el calcio potenciará la actividad de la inulinasa. Sin embargo, en este estudio se observó una disminución de la actividad enzimática en presencia de $CaCl_2$. Aunque este resultado es inusual, existen reportes que describen el papel del calcio como inhibidor de algunas hidrolasas. En el caso específico de la invertasa, el Ca^{2+} actúa como inhibidor competitivo al competir con el sustrato —la sacarosa— por el sitio activo de la enzima, reduciendo así la velocidad de hidrólisis (Hargono *et al.*, 2019). Un mecanismo similar podría explicar el efecto observado en la inulinasa de *K. marxianus*.

En contraste, el Cu^{2+} mostró el comportamiento esperado como inhibidor de la actividad enzimática. Esta inhibición se atribuye a la interacción del ion con los grupos sulfhidrilo presentes en la estructura de la inulinasa, afectando la conformación de la enzima y reduciendo su funcionalidad. Además, las concentraciones evaluadas (0,5, 1,5 y 2,5 mM) superaron los niveles tolerados por la levadura, por lo que el cobre pudo actuar también como micronutriente tóxico (John *et al.*, 2021).

La actividad enzimática (U/mL) se determinó en presencia de diferentes concentraciones de $CaCl_2$ y $CuSO_4$, comparándolas con un control sin adición de iones (Figura 3). En todos los tratamientos, el control presentó la mayor actividad enzimática. El calcio produjo una disminución moderada de la actividad, mientras que el cobre generó una inhibición marcada. Estos resultados indican que la inulinasa de *K. marxianus* es particularmente sensible a la presencia de ciertos iones metálicos, especialmente al cobre.

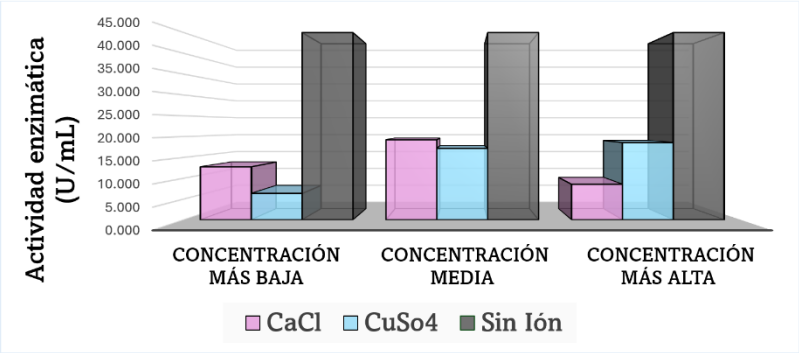


Figura 3. Efecto de diferentes concentraciones de Ca^{2+} (1, 10 y 20 mM) y Cu^{2+} (0.5, 1.5 y 2.5 mM) sobre la actividad enzimática de la inulinasa producida por *K. marxianus*, comparado con la condición sin ión.



Conclusiones

En conclusión, este trabajo de investigación caracterizó con éxito la producción y actividad de inulinasa a partir de *K. marxianus.* Se determinó que tanto los iones calcio como los de cobre actúan como inhibidores de esta inulinasa. Por lo que este hallazgo es significativo para la aplicación industrial de la inulinasa *K. marxianus,* ya que sugiere que la presencia de estos iones podría impactar negativamente su eficiencia, requiriendo una cuidadosa consideración en el diseño y optimización de procesos.

Referencias

- Galindo-Leva L. Á., Hughes S. R., López-Núñez J. C., Jarodsky J. M., Erickson A., Lindquist M. R., Cox E. J., Bischoff K. M., Hoecker E. C., Liu S., Qureshi N. & Jones M. A. (2016). Growth, ethanol production, and inulinase activity on various inulin substrates by mutant *Kluyveromyces marxianus* strains NRRL Y-50798 and NRRL Y-50799. Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology. Springer. DOI: 10.1007/s10295-016-1771-5
- Gao J., Yuan W., Li Y., Bai F. & Jiang Y., Characterization of inulinase promoter from Kluyveromyces marxianus for intensive protein expression in industrial biotechnology. FEMS Yeast Research. (17); 6: fox062. DOI: 10.1093/femsyr/fox062
- Gurdo N., Calafat M., Noseda D. & Gigli I. (2018). Production of Selenium-Enriched Yeast (Kluyveromyces marxianus) Biomass in a whey-based Culture Medium. American Journal of Biochemistry and Biotechnology 14(2). DOI: 10.3844/ajbbsp.2018.175.182
- Hargono H., Jos B., Abdullah A. & Riyanto T. (2019). Inhibition Effect of Ca2+ Ions on Sucrose Hydrolysis Using Invertase. Bulletin of Chemical Reaction Engineering & Catalysis, 14(3): 646-653. DOI: 10.9467/bcrec.14.3.44.37.646-653
- John R., Mathew J., Mathew A., Aravindakumar C. T. & Aravind U. K. (2021). Probing the role of Cu (II) Ions on protein aggregation using two model proteins. American Chemical Society Omega; 6(51): 35559-35571. DOI: 10.1021/acsomega.1c05119
- Khosravi F., Fard E. M., Hosseininezhad M., & Shoorideh H. (2023). Identification and characterization of inulinases by bioinformatics analysis of bacterial glycoside hydrolases family 32 (GH32). Engineering in Life Sciences; 23(8). DOI: 10.1002/elsc.202300003
- Méndez-González A. G., Belmonte-Izquierdo Y. & González-Hernández J. C. (2025). Producción de inulinasas por *Kluyveromyces marxianus.* Ciencia Nicolaita; 94: 74-80. DOI: 10.35830/cn.vi94.816
- Núñez, G. G. (2015). Estudio de cambios fisiológicos de *Kluyveromyces marxianus* productora de fructanasas por el efecto de temperatura y minerales [Tesis de Maestría, CIATEJ]. Repositorio Institucional CIATEJ. https://ciatej.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1023/486/1/Gema%20Nu%C3%B1ez.pdf



- Raimondi S., Zanni E., Amaretti A., Palleschi C., Uccelletti D. & Rossi M. (2013). Thermal adaptability of Kluyveromyces marxianus in recombinant protein production. Microbial cell factories, 12, 34. DOI: 10.1186/1475-2859-12-34
- Wang H., Sun Z., Ni Z., Qi Y., Feng X., Xiao H., Wang L., Hong J., Liang Y. & Li C. (2025). From genetic constraints to process hurdles: A review of Kluyveromyces marxianus for efficient bio-manufacturing and bio-processing in food industry. Current Research in Food Science. (11); 101221. ISSN: 2665-9271. DOI: 10.1016/j.crfs.2025.101221.
- Zhang Y., Liu R., Song B., Li L., Shi R., Ma X., Zhang L. & Li X. (2024). Avances recientes en la investigación de polisacáridos de inulina: extracción, purificación, estructura y bioactividades. Chemical and Biological Technologies in Agriculture; 11, 136. DOI: 10.1186/s40538-024-00667-w



FOLIO # 12005

Comparación de la actividad antibacteriana entre especies de cempasúchil: *Tagetes erecta* y *Tagetes patula* en cultivos de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*	
Figueroa Castillo Alejandra, Martínez Diego Tania, Pineda Donlucas Alysa Jimena, Rayón Luna Reyna Lizeth. **Profesores:** Martínez Gopar Pablo Eliasib, Palacios Rodríguez Yadira	
***Autores para correspondencia:** ypalacios@correo.xoc.uam.mx pmartinezg@correo.xoc.uam.mx 2222029014@alumnos.xoc.uam.mx	**Módulo:** Prevención y control de la propagación microbiana

Resumen

En el presente trabajo se comparó la actividad antibacteriana de extractos etanólicos de *Tagetes patula (T. patula) y Tagetes erecta (T. erecta)*, a concentraciones de 50 mg/mL, 10 mg/mL y 5 mg/mL, frente a cepas de *Escherichia coli (E. coli)* y *Staphylococcus aureus (S. aureus)*, mediante el método modificado de difusión en agar Mueller-Hinton. Tras 48h de incubación a 37 °C, se observó la disminución del crecimiento bacteriano. Debido a la distribución no homogénea del extracto, se realizó un análisis semicuantitativo mediante densitometría con ImageJ. Los resultados mostraron que *T. erecta* presentó una actividad similar frente a ambas cepas, mientras que *T. patula* fue más efectiva contra *E. coli*. El análisis estadístico reveló diferencias significativas entre concentraciones de *T. patula* para *E. coli* (p=0.033), siendo 50mg/mL la más efectiva.

Palabras clave: *T. erecta, T. patula,* Actividad antibacteriana.

Introducción

El cempasúchil es una planta de relevancia cultural en México, utilizada principalmente con relación al día de muertos, dicha planta pertenece al género *Tagetes*. En México se estima la presencia de 35 especies de 58 referidas para América, de las cuales dos de ellas (*Tagetes erecta y Tagetes patula*) han sido objeto de interés (Serrato Cruz, 2013) por sus propiedades terapéuticas, antimicrobianas y antifúngicas (Conrado, et al, 2019). En este sentido Camacho Campos, et al (2019) y Reena Jan, et al (2012) evaluaron las especies *T. erecta y T. patula* mediante extractos acuosos a diferentes temperaturas y metanólicos de flores y hojas, encontrando actividad antibacteriana.

Actualmente se ha demostrado en distintas investigaciones la actividad antimicrobiana en extractos de *T. erecta* y *T. patula*. Sin embargo, pese a que pertenecen al mismo género, sus propiedades fitoquímicas son similares (terpenos, flavonoides y terpenoides) a pesar de ello la magnitud de su actividad contra microorganismos varía por diferencias en su especie donde influye su localización geográfica y el ambiente donde crecieron al igual que el método de extracción utilizado.

Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Xochimilco

DEPARTAMENTO DE SISTEMAS BIOLÓGICOS

Objetivo general

Comparar la actividad antibacteriana del extracto etanólico de *T. erecta* y *T. patula* frente a cepas de *E. coli* y *S. aureus*.

Objetivo específico

- Obtener el extracto etanólico de T. *erecta y T. patula* mediante maceración.
- Evaluar la actividad antibacteriana de *T. erecta* frente al crecimiento de *S. aureus* y *E. coli*
- Evaluar la actividad antibacteriana de *T. patula* frente al crecimiento de *S. aureus* y *E. coli*
- Comparar el efecto inhibidor de ambos macerados frente a las dos cepas bacterianas.

Metodología

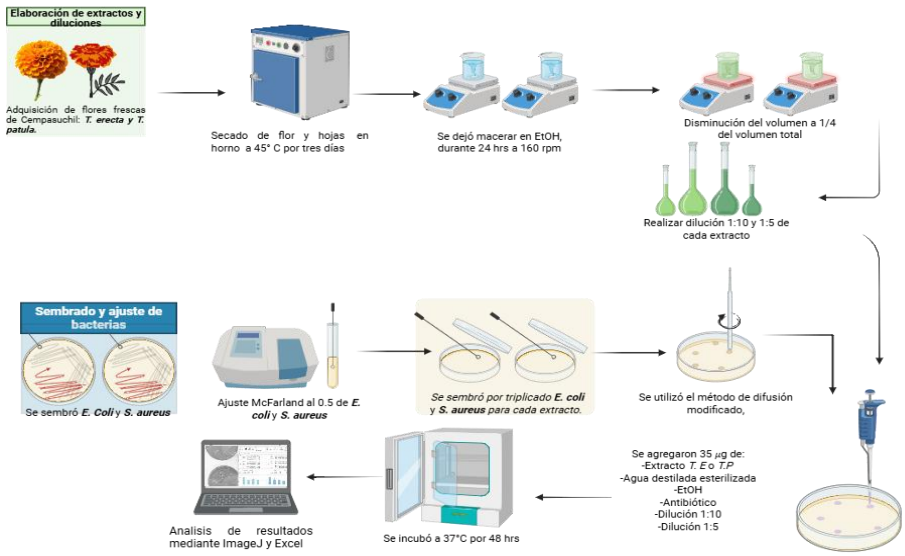


Figura 1. Diseño experimental. Se obtuvieron extractos de *T. erecta y T. patula* mediante maceración en etanol con concentraciones de 50, 10 y 5 mg/mL, los cuales se aplicaron juntos con tres grupos control (agua, etanol y cefotaxima) sobre cultivos de *E. coli y S. aureus* en agar Mueller-Hinton. La actividad antibacteriana se evaluó por triplicado mediante un análisis densitométrico con ImageJ y estadística descriptiva en Minitab.

Discusión y Resultados

Durante el desarrollo experimental, se observó una disminución en el crecimiento bacteriano tras la aplicación de los dos extractos de cempasúchil (*T. erecta y T. patula*). Sin embargo, no se logró una distribución homogénea de los extractos en el medio de cultivo, por lo que no se empleó la medición directa de halos. Por esta razón, se usó un enfoque densitométrico para el análisis de los resultados. Se obtuvieron los porcentajes de la disminución del crecimiento bacteriano del extracto y las



diluciones con relación al antibiótico, la cual equivale a un área delimitada dónde el crecimiento bacteriano fue nulo (tabla 1). Cabe destacar que se descartó la actividad antibacteriana del etanol como posible agente inhibidor, ya que no se evidenció efecto alguno en el control negativo correspondiente.

Tabla 1. Promedio de los porcentajes de la disminución del crecimiento bacteriano.

		T. erecta			***T. patula***	
	Concentración	*S. aureus* (%)	*E.coli* (%)	*Valor de p T. patula*	*S. aureus* (%)	*Valor de p T. erecta*
Antibiótico	Cefotaxima (1g/4mL)	100±0	100±0	-	100±0	-
Macerados	50mg/mL	39.07±3.60	49.99±6.29	0.033	37.67±4.91	-
	10mg/mL	37.06±6.80	37.10±8.40	-	31.34±5.81	-
	5 mg/mL	26.24±14.48	37.55± 7.59	-	25.38±12.39	-

La concentración de 50mg/mL mostró un mayor efecto en la disminución del crecimiento de las cepas, como se observa en la figura 2. Posterior a esto se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para cada cepa, donde los factores a evaluar fueron los extractos de las especies (*T. patula* y *T. erecta*) y diluciones empleadas. En el cual para *S. aureus* se evidenciaron valores de p 0.512 para los extractos de cempasúchil y 0.058 para las diluciones lo cual indica no hay una diferencia estadísticamente significativa. Sin embargo, frente a *E. coli* se obtuvieron valores de p de 0.248 y 0.033 (extractos y diluciones), en donde podemos notar que hay una diferencia significativa entre las concentraciones para esta bacteria, es por esto que se realizó un *post hock (*Tukey) e indicó que el extracto de *T. patula* era significativamente diferente a las demás, esto pudo deberse a su cercanía a la concentración mínima inhibitoria (CMI). Jain et al. (2013) reportaron que en la CMI para esta cepa se encuentra alrededor de los 40 mg/mL, por lo que al alcanzar los 50 mg/mL se evidenció una disminución del crecimiento más marcada. Posiblemente las diluciones utilizadas para *S. aureus* no fueron lo suficientemente contrastantes para observar una diferencia estadísticamente significativa.

Estudios previos como el de Camacho-Campos et al (2019) reportaron halos de inhibición para ambas especies utilizando la técnica de pozos, evaluando las hojas y flores por separado. En esta investigación se usó el mismo principio, pero con modificaciones en la metodología, como la combinación de hojas y flores en un solo extracto, estas diferencias metodológicas entre estudios,

como la forma de cuantificación y aplicación, pueden explicar las variaciones observadas en los resultados. Es por esto que no fue posible establecer si esta combinación fue más efectiva, ya que la falta de halos impide una comparación directa con los resultados bibliográficos.

Aunque en ambas cepas se observó un efecto positivo de los extractos de *T. patula* y *T. erecta* en la disminución del crecimiento bacteriano, la respuesta fue más evidente en *E. coli*. Esto sugiere que los compuestos presentes en los extractos podrían tener una mayor afinidad o eficacia frente a bacterias Gram negativas. Sin omitir que su interacción con las bacterias Gram positivas de igual forma es útil.

A partir de los resultados obtenidos, se identifican diversas líneas de investigación que podrían profundizar en el uso de diferentes concentraciones para determinar la concentración óptima en dónde la inhibición sea total.

Conclusión

Los extractos etanólicos de *T. patula y T. erecta* mostraron actividad antibacteriana frente a *E. coli y S. aureus*, siendo más efectiva la concentración de 50mg/mL. No se encontraron diferencias significativas entre especies, pero sí entre concentraciones frente a *E. coli*, lo que sugiere una mayor sensibilidad de esta cepa. Estos resultados respaldan el potencial antibacteriano del cempasúchil y abren la posibilidad de futuras investigación para optimizar su uso terapéutico.

Agradecimientos

Inter laboratorista del laboratorio G02 Tomás González Hernández.

Referencias

- Camacho Campos, Conrado et al. Propiedades fitoquímicas y antibacterianas de extractos de Tagetes erecta L. (Asteraceae). Rev Cub Quim [online]. 2019, vol.31, n.1, pp. 53-64. ISSN 2224-5421
- Jain, Reena & Katare, Nidhi & Kumar, Vijay & Samanta, Amit & Goswami, Swati & Shrotri, Chhavi. (2013). In Vitro Anti Bacterial Potential of Different Extracts of Tagetes Erecta and Tagetes Patula. J Nat Sci Res. 2.
- Latifian, E., Otur, C., ABANOZ-SECGİN, ARSLANOGLU, S. F., & KURT-KIZILDOGAN, A. (2019). Evaluation of antimicrobial activity in extracts of different parts of three tagetes species. Trukish Journal Of Field Crops. https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1816031
- Serrato Cruz, M. A. S. (2013). El recurso genético Cempoalxóchitl (Tagetes spp.) de México (Diagnóstico) (Primera edición).



https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/225091/El_recurso_gen_tico_del_cempoalxochitl__tagetes_spp__de_mexico__diagnostico_.pdf

- Reena, J., Vijay, K., Amit, S., Swati, G., & C.K, S. (2012). In Vitro Anti Bacterial Potential of Different Extracts of Tagetes Erecta and Tagetes Patula. Journal Of Natural Sciences Research, No. 5. https://www.researchgate.net/publication/249993556



FOLIO # 12006

Identificación de *S. aureus* y *S. salivarius* en muestras de saliva de estudiantes varones de la UAM-X que fuman y que no fuman.	
Arteaga Díaz José Orlando, Correro Flores Diego, Lozano Castro Rogelio Iván, Ocampo Horvath Patrik, Pérez Vega Salma Paola. **Profesores:** Palacios Rodríguez Yadira, Martínez Gopar Pablo Eliasib.	
Autores para correspondencia: ypalacios@correo.xoc.uam.mx 2222032388@alumnos.xoc.uam.mx	**Módulo:** Prevención y Control de la Propagación Microbiana.

Resúmen

Dentro del consumo de cigarros de tabaco, la población joven representa el 24% de la población de personas que fuman en México, esto puede provocar enfermedades en boca y garganta derivado de una disbiosis en la microbiota salival. Esta investigación buscó identificar y comparar la presencia de bacterias patógenas y comensales de la microbiota bucal de estudiantes varones de la UAM Xochimilco. Se evaluaron dos grupos de personas (personas que fuman y personas que no fuman) con n=2 por grupo. Se recolectaron muestras de saliva y se sembraron en medio KF (Kenner Fecal) y Sal-Manitol. Se identificaron las bacterias realizando pruebas bioquímicas y tinción de Gram. Se observó la presencia de la especie patógena *Staphylococcus aureus* en ambos grupos, así como especies comensales del género *Staphylococcus* spp coagulasa negativo en mayor presencia. De manera cualitativa los resultados sugieren una mayor presencia de *S. aureus* en estudiantes que no fuman, a diferencia de los que sí, presentando mayor cantidad de *Staphylococcus* spp coagulasa negativa.

Palabras clave: disbiosis, *Staphylococcus aureus*, microbiota salival (3 palabras clave).

Abreviaturas: PF (personas que fuman); PNF (personas que no fuman).

Introducción.

Según ENSANUT (2022), la población joven representa el 24% de la población total de personas que fuman en México. Los cigarros con tabaco contienen compuestos que generan estrés oxidativo, reducen el flujo salival y alteran el pH oral (Soleimani *et al*, 2022). Esto favorece una disbiosis en la microbiota salival, aumentando el riesgo de infecciones, caries y enfermedades periodontales (Senaratne *et al.*, 2024). Investigaciones con cultivos microbiológicos identificaron mayor presencia de *Staphylococcus aureus*, una especie bacteriana que puede comportarse tanto como comensal, (siendo parte de la microbiota de piel, mucosas y saliva), o bien, como patógeno oportunista en humanos (Pauter-Iwicka *et al*, 2023). Por otro lado, *Streptococcus salivarius*, una bacteria comensal abundante en la cavidad oral humana, es un microorganismo clave para el equilibrio y la salud de la microbiota salival (Pauter-Iwicka *et al*, 2023). Se ha observado que *S. salivarius* representa el 28.6 % de aislamientos en personas que no fuman, mientras que en personas que sí lo hacen predominan otros géneros patógenos (Chaudhary *et al.*, 2023). Esto sugiere que el hábito de fumar favorece la

colonización de patógenos, contribuyendo a la disbiosis de la microbiota oral, con implicaciones en salud bucal y sistémica (Ogba *et al.*, 2018).

Objetivo general

Caracterizar la composición de la microbiota salival en varones estudiantes de la UAM-X que fuman y no fuman.

Objetivos específicos

- Evaluar si fumar impacta en la presencia de cocos grampositivos en la microbiota salival.
- Identificar la presencia de *S. aureus* y *S. salivarius en* muestras de saliva de estudiantes varones de la UAM-X que fuman y no fuman.

Metodología

Se analizaron dos grupos (n=2): Personas que fuman (PF), muestras 1 y 2 (PF1 y PF2) y personas que no fuman (PNF), muestras A y B (PNF1 y PNF2). A cada voluntario se les entregó el formato de consentimiento informado elaborado para este protocolo, en donde se describió el procedimiento a realizar, así como criterios de inclusión y exclusión para llevar a cabo la investigación, siguiendo lo descrito en la figura 1.

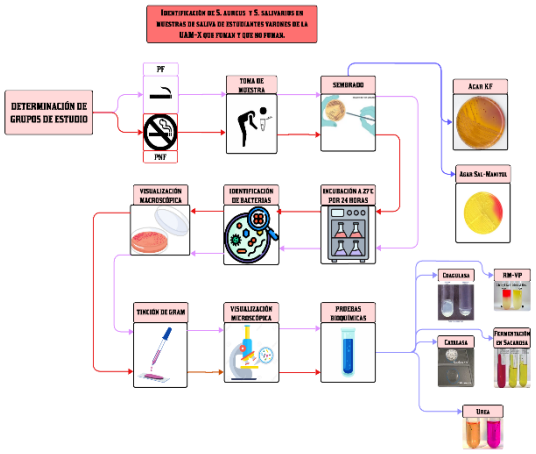


Figura 1. Diagrama de flujo del protocolo experimental.

Resultados y Discusión.

Identificación de S. salivarius.

Para la identificación de *S. salivarius* se utilizó el medio Kenner Fecal (KF) el cual permite principalmente el crecimiento de enterococos (*Streptococcus* del grupo D fecal), pero facilita el crecimiento de otras bacterias como *S. salivarius* (bacteria no fecal) (Havelaar *et al*, 2015). En este medio se observó crecimiento muy escaso en las muestras PNF1 y PF2 (Figura 2a y 2b). La descripción de las colonias observadas se muestra en la tabla 1. Con base en lo anterior se sospecha de la misma bacteria, sin embargo, en la observación microscópica mediante tinción de Gram (Figura 3a y 3b), se observó en PNF1 la presencia de cocos Gram positivos dispuestos en pares, lo que sugiere la posible presencia de enterococos y estreptococos, microorganismos compatibles con las propiedades selectivas del medio utilizado. Este hallazgo contrasta con la presencia predominante de estafilococos observada en PF2, lo cual indica que la composición microbiana detectada depende en gran medida de las condiciones de cultivo y del grado de selectividad del medio.

Tabla 1. Caracterización de colonias observadas en medio KF

Colonia	Tamaño	Forma	Borde	Elevación	Color
PNF1	Puntiforme	Puntiforme	Liso	Plana	Incolora
PF2	Puntiforme	Puntiforme	Liso	Plana	Incolora

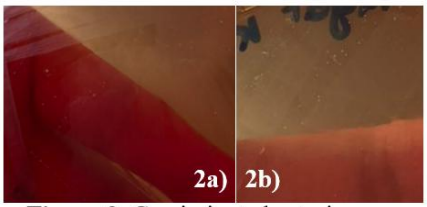


Figura 2. Crecimiento bacteriano en agar KF. 2a) PNF1, 2b) PF2.

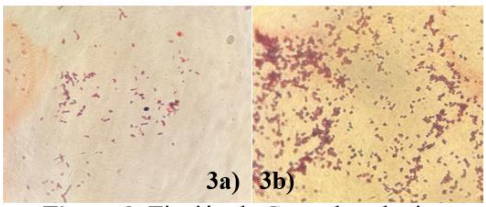


Figura 3. Tinción de Gram de colonias observadas en agar KF. 3a) PNF1, 3b) PF2.

La recuperación limitada de bacterias en el medio, junto con el bajo número de participantes, dificulta establecer relaciones sólidas entre el hábito de fumar y variaciones en la microbiota salival. No obstante, la identificación consistente de cocos Gram positivos confirma la relevancia clínica de estos microorganismos y subraya la necesidad de emplear métodos adicionales de identificación para aclarar su naturaleza exacta y comprender mejor su papel en las diferencias observadas entre las muestras. Finalmente, no fue posible identificar a la especie *S. salivarius* ya que no se realizaron las pruebas suficientes para confirmar su presencia.



Identificación de S. aureus

Para la identificación de *S. aureus* en la saliva de PF y PNF, se utilizó el medio Sal-manitol. Este es un medio selectivo debido a su alta concentración de NaCl (~7.5 %), inhibiendo la mayoría de las bacterias no halotolerantes y diferencial, ya que contiene manitol y rojo fenol; la fermentación de manitol por *S. aureus* acidifica el medio, provocando un cambio de color a amarillo (Brown, 2014). En las muestras de los PNF se observó un único crecimiento colonial diferente entre cada muestra (Tabla 2 y Fig. 4). Por otro lado, en las muestras de los PF se observó el crecimiento de dos tipos de colonias distintas en cada muestra (Tabla 2 y Fig. 4). Posteriormente se elaboró tinción de Gram a las diferentes colonias observadas en las diversas muestras (Fig. 5); se puede observar que en todas las colonias se obtuvieron cocos Gram positivos. Por último, se realizaron pruebas bioquímicas a colonias presuntivas de *S. aureus*, considerando su capacidad de fermentar manitol (Tabla 3 y Fig. 6). De acuerdo con las características de crecimiento colonial en el medio Sal-manitol, la morfología bacteriana y las pruebas bioquímicas, se confirmó la presencia de *S. aureus* en todas las muestras. La identificación de *S. aureus* en la saliva es importante, dado que la cavidad bucal puede ser un reservorio significativo para colonización persistente e invasión sistémica. Los hallazgos de esta investigación coinciden con estudios previos que utilizan Sal-manitol para caracterizar la colonización en muestras orales y muestran tasas de infección similares (Tong *et al*., 2015).

Tabla 2. Morfología colonial observada en medio Sal-manitol

Colonia/Muestra	Tamaño	Forma	Borde	Elevación	Color
PNF1	Puntiforme	Puntiforme	Liso	Convexa	Blanco/halo amarillo
PNF2	Puntiforme	Puntiforme	Liso	Convexa	Blanco
PF1.1	Mediana	Redonda	Liso	Convexa	Amarillo con halo amarillo
PF1.2	Puntiforme	Puntiforme	Liso	Convexa	Incolora
PF2.1	Pequeña	Redonda	Liso	Convexa	Incoloras con halo ligeramente amarillo
PF2.2	Puntiforme	Puntiforme	Liso	Plana	Blanco



Figura 4. Crecimiento bacteriano en agar Sal-manitol. a) PNF 1, b) PNF2, c) PF1.1, d) PF1.2, e) PF2,1 y f) PF2.2

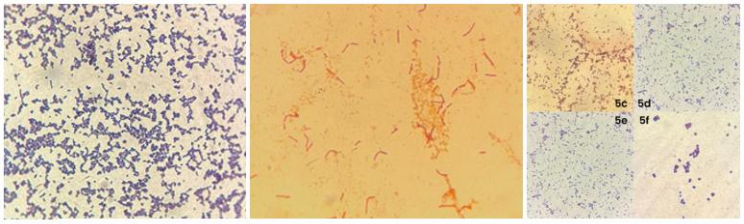


Figura 5. Tinción de Gram observada a 100x. a) PNF 1, b) PNF2, c) PF1.1, d) PF1.2, e) PF2,1 y f) PF2.2

Tabla 3. Interpretación de resultados de pruebas bioquímicas.

Muestra	Coagulasa	Catalasa	Ureasa	Rojo de metilo	Voges-Proskauer	Fermentación de sacarosa
PNF1	+	+	+	+	+	+ (sin gas)
PNF2	-	-	-	-	+	+ (sin gas)
PF1.1	+	+	+	+	+	+ (sin gas)
PF2.1	-	-	-	-	-	-

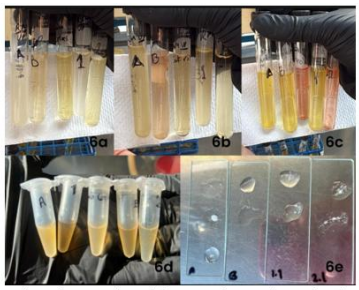


Figura 6. Resultados observados de pruebas bioquímicas. a) Rojo de metilo, b) Voges-Proskauer, c) Fermentación de sacarosa, d) Coagulasa y e) Catalasa

Con base en los resultados obtenidos, se observa que en PNF hay una mayor presencia de bacterias de la especie *Staphylococcus aureus*, a diferencia de PF con mayor presencia de *Staphylococcus spp.* coagulasa negativo, siendo estas últimas, bacterias comensales pertenecientes a la microbiota salival (Li *et al*, 2022). Un estudio reciente por Congdon *et al* demostró que la presencia de *S. aureus* se veía enriquecida en individuos fumadores, así como cepas resistentes a antibióticos que se correlaciona con los resultados obtenidos en este trabajo (Congdon *et al*, 2023). En estudios complementarios sería ideal realizar un conteo de unidades formadoras de colonias para poder determinar de forma



cuantitativa esta diferencia, así como incrementar el número de participantes para realizar el análisis estadístico de los resultados y el uso de medios más selectivos como Agar Sangre o Agar *Streptococcus salivarius* para una adecuada identificación.

Conclusiones

Se identificó la presencia de *S. aureus* en las muestras procedentes de personas que no fuman y personas que fuman, siendo mayor el crecimiento en las personas que fuman. Se identificó *Staphylococcus spp* coagulasa negativo en las muestras de las personas que no fuman y personas que fuman, siendo este último grupo el que contenía una mayor cantidad de bacterias. Estos hallazgos sugieren que las personas que fuman podrían favorecer un ambiente propicio para el aumento de bacterias patógenas, en particular *Staphylococcus* coagulasa negativo.

Agradecimientos.

Agradecemos sinceramente a todas las personas que amablemente aceptaron participar en la toma de muestras para el desarrollo de este proyecto de investigación. Asimismo, extendemos un agradecimiento especial al Inter-Laboratorista Tomás González Hernández del laboratorio G-003 de la UAM-X por su apoyo y disposición.

Referencias

- Barrera-Núñez, D. A., López-Olmedo, N., Zavala-Arciniega, L., Barrientos-Gutiérrez, I., & Reynales-Shigematsu, L. M. (2023). *Consumo de tabaco y uso de cigarro electrónico en adolescentes y adultos mexicanos. ENSANUT Continua 2022*. Salud Pública de México, 65(supl. 1), S65–S74. https://doi.org/10.21149/14830
- Brown, A. E. (2015). *Benson's Microbiological Applications: Laboratory Manual in General Microbiology*. McGraw-Hill Education.
- Chaudhary, R., Shrestha, A., Koju, M., Ganeju, S., & Chaturwedi, S. B. (2023). Comparative study on bacterial flora of oral cavity of smokers and non-smokers. *Journal of Microbiology & Experimentation, 11*(3), 393. Disponible en: https://medcraveonline.com/JMEN/JMEN-11-00393.pdf
- Congdon, S. T., Guaglione, J. A., Ricketts, O. M. A., Murphy, K. V., Anderson, M. G., Trowbridge, D. A., Al-Abduladheem, Y., Phillips, A. M., Beausoleil, A. M., Stanley, A. J., Becker, T. J., & Silver, A. C. (2023). Prevalence and antibiotic resistance of Staphylococcus aureus associated with a college-aged cohort: life-style factors that contribute to nasal carriage. *Frontiers In Cellular And Infection Microbiology*, *13*, 1195758. https://doi.org/10.3389/fcimb.2023.1195758
- Havelaar, A. H., van Breemen, L., Vessen, H., During, M., van der List, C., & van Erne, E. H. W. (2015). Poor selectivity of certain lots of commercially available KF-streptococcus agar. *Journal of Testing and Evaluation*, *13*(3), 206–209. https://doi.org/10.1520/jte10785j



- Li, X., Liu, Y., Yang, X., Li, C., & Song, Z. (2022). The oral Microbiota: Community composition, influencing factors, pathogenesis, and interventions. *Frontiers in Microbiology*, *13*, 895537. https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.895537
- Ogba, O. M., Ewa, J. J., Olorode, O. A., & Mbah, M. (2017). Effect of tobacco smoking on oral microbial flora and the relationship with oral health in Calabar, Nigeria. *International Journal of Biomedical Laboratory Science*, *6*(1), 1–5. Disponible en: https://www.ijbls.org/index.php/archive/articles-2017/94-articles-2017/112-effect-of-tobacco-smoking-on-oral-microbial-flora-and-the-relationship-with-oral-health-in-calabar-nigeria
- Pauter-Iwicka, K., Railean, V., Złoch, M., Pomastowski, P., Szultka-Młyńska, M., Błońska, D., Kupczyk, W., & Buszewski, B. (2023). Characterization of the salivary microbiome before and after antibiotic therapy via separation technique. *Applied Microbiology and Biotechnology*, *107*(7–8), 2515–2531. https://doi.org/10.1007/s00253-023-12371-0
- Senaratne, N. L. M., Cheng, Y., & Shetty, N. Y. (2024). Effect of different forms of tobacco on the oral microbiome in healthy adults: a systematic review. *Frontiers in Oral Health, 5*, 1310334. https://doi.org/10.3389/froh.2024.1310334
- Soleimani, F., Dobaradaran, S., De-la-Torre, G. E., Schmidt, T. C., & Saeedi, R. (2022). Content of toxic components of cigarette, cigarette smoke vs cigarette butts: A comprehensive systematic review. *The Science of the Total Environment*, *813*(152667), 152667. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.152667
- Tong, S. Y., Davis, J. S., Eichenberger, E., Holland, T. L., & Fowler, V. G. (2015). Staphylococcus aureus infections: Epidemiology, pathophysiology, clinical manifestations, and management. *Clinical Microbiology Reviews*, 28(3), 603–661. https://doi.org/10.1128/CMR.00134-14
- Wu, J., Peters, B. A., Dominianni, C., Zhang, Y., Pei, Z., Yang, L., … Ahn, J. (2016). Cigarette smoking and the oral microbiome in a large study of American adults. *The ISME Journal*, *10*(10), 2435–2446. https://doi.org/10.1038/ismej.2016.37



FOLIO # 12008

Síntesis de 4-metilumbeliferona mediante condensación de Pechmann	
Espinosa Maldonado Romina*, González Montes Diego Eduardo, Ocampo Cabrera Fatima Valeria, Antonio Esteban Mariana Soar, Ramos González Giovanni, Ocampo Gonzaga Cristopher. **Profesores:** Rodríguez Villar Karen*, Martínez Casares Rubria Marlen.	
***Autores para correspondencia:** 2243026139@alumnos.xoc.uam.mx krodriguezv@correo.xoc.uam.mx	**Módulo:** Síntesis y reactividad de compuestos orgánicos

Resumen

El compuesto 4-metilumbeliferona, también llamado 7-hidroxi-4-metilcumarina, es de gran importancia en la química, biología y farmacología debido a la bioactividad anticancerígena y como sustrato fluorogénico. En el presente proyecto se sintetizó esta cumarina mediante la condensación de Pechmann, a partir de resorcinol y acetoacetato de etilo. El producto se purificó por recristalización en etanol, obteniendo un rendimiento del 90% y alta pureza. El compuesto se caracterizó mediante sus propiedades fisicoquímicas como aspecto, color, punto de fusión y factor de retención. Adicionalmente, se caracterizó mediante espectroscopia de infrarrojo, permitiendo la identificación de los grupos funcionales, en concordancia con lo reportado en la literatura. En conclusión, el método de síntesis utilizado para la obtención del compuesto fue exitoso.

Palabras Clave: cumarinas, 4-metilumbeliferona, condensación de Pechmann

Introducción

La 4-metilumbeliferona es un derivado de cumarina, de suma importancia en la biología, química y farmacología, debido a las múltiples actividades biológicas que presenta, destacando su uso en la terapia contra el cáncer (Sharifi Rad et al., 2021).

Las cumarinas pueden prepararse por distintos métodos de síntesis, sin embargo, uno de los más utilizados es la condensación de Pechmann, la cual consiste en la reacción entre un fenol sustituido y un compuesto β-cetoéster en presencia de un agente ácido, para generar en un solo paso cumarinas con sustituyentes en el anillo fenólico y/o en el anillo heterocíclico con buenos rendimientos. (Alheety et al., 2019).

Por otro lado, la aplicación de técnicas básicas de laboratorio como la extracción, recristalización y cromatografía son herramientas esenciales para purificar un producto obtenido por síntesis química; así como la caracterización del compuesto por sus propiedades fisicoquímicas y

espectroscopia de infrarrojo son pasos claves para verificar la identidad de una sustancia. En el presente proyecto se realizó la síntesis, purificación y caracterización de la 4-metilumbeliferona, poniendo en práctica los temas vistos en clase y las técnicas realizadas en laboratorio.

Objetivo principal

Sintetizar y purificar la 4-metilumbeliferona obtenida mediante una condensación de Pechmann, para caracterizarla por sus propiedades fisicoquímicas y espectroscopia de infrarrojo.

Objetivos Particulares

- Sintetizar 7-hidroxi-4-metilcumarina a partir de resorcinol y acetoacetato de etilo, mediante la condensación de Pechmann
- Realizar la purificación del producto mediante recristalización en etanol
- Caracterizar el producto por sus propiedades fisicoquímicos como punto de fusión, aspecto y CCF, además de espectroscopia de infrarrojo para identificar los grupos funcionales más importantes.

Metodología

El proceso general de obtención de la 4-metilumbeliferona se describe en la Figura 1.

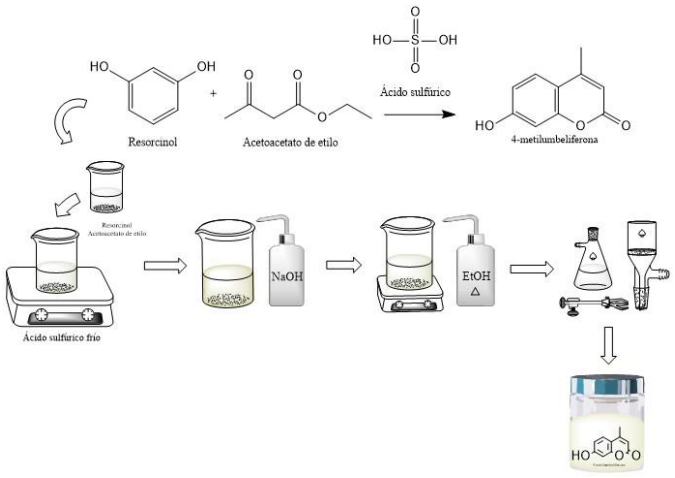
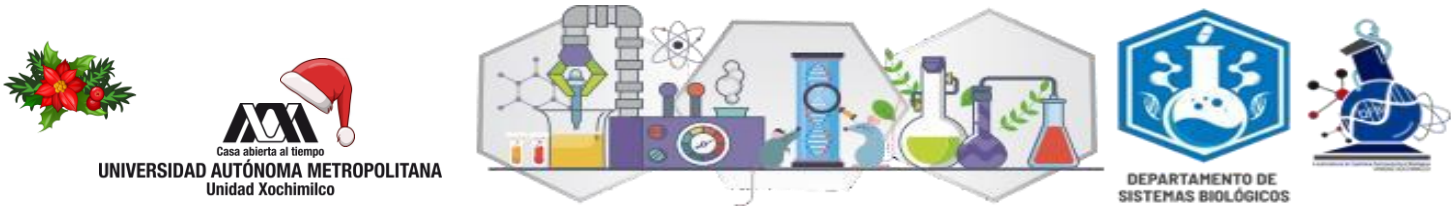


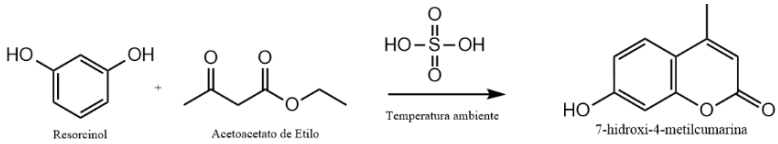
Figura 1. Metodología para la síntesis de 4-metilumbeliferona.



Resultados y Discusión

Síntesis de 4-metilumbeliferona

Se llevó a cabo una condensación de Pechmann para la síntesis del compuesto de interés, donde se utilizaron como reactivos resorcinol (1.1 g) y acetoacetato de etilo (1.3 mL) en medio ácido (ácido sulfúrico), en agitación constante a temperatura ambiente (Esquema 1).



Esquema 1. Mecanismo general para síntesis de 4-metilumbeliferona.

El producto se recuperó por precipitación en agua y posterior filtración a vació, obteniendo 1.95 g de un sólido color amarillo, el cual se analizó por CCF indicando que el compuesto estaba impuro. Por lo anterior, el compuesto se sometió a una recristalización en etanol con el objetivo de purificarlo. El compuesto 4-metilumbeliferona se obtuvo como un sólido color beige con un rendimiento de 90%, lo que sugiere que la reacción llevada a cabo fue eficiente y se aproxima a los porcentajes de rendimiento previamente reportados en la literatura.

Caracterización del compuesto

Se realizó una cromatografía en capa fina (CCF) del compuesto recristalizado y el sólido recuperado de las aguas madre (segunda cosecha del producto) para verificar su pureza. La cromatoplaca se muestra en la Figura 2, donde se observa que el sólido recristalizado (1, izquierda) no presenta ninguna impureza, mientras que el producto de la segunda cosecha (2, derecha) presenta una segunda mancha tenue en la parte inferior, indicando que presenta una impureza. Además, se observa que ambos productos de la 4-metilumbeliferona presentan valores de factor de retención distintos (R*f*= 0.82 y 0.77, primera y segunda cosecha respectivamente), lo cual al tratarse del mismo compuesto indica que la aplicación puedo tener variaciones importantes, como diferencias en la altura del punto de aplicación o la presencia de disolvente de la solución (etanol y/o agua). No obstante, la elección de la fase móvil para eluir la CCF fue apropiada, ya que el compuesto presenta alta polaridad, permitiendo analizar la posible presencia de impurezas.

Adicionalmente, se determinó el punto de fusión del compuesto obtenido (187 °C) y se comparó con lo reportado en la literatura (187 –191 °C), encontrando que ambos coinciden (Tabla 1). Además, dado que no se observó un intervalo amplio en el punto de fusión, es indicativo de que nuestro producto esta puro.



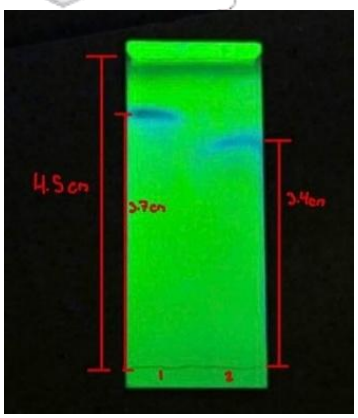


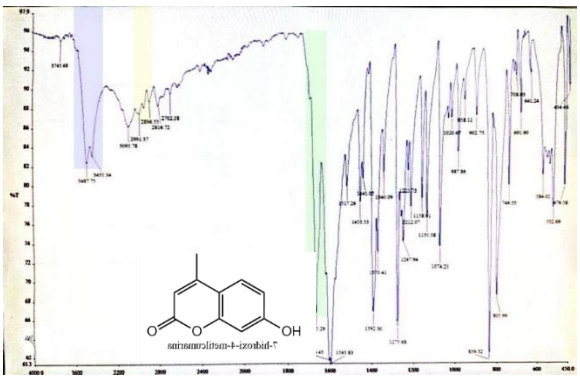
Figura 2. CCF realizada de la primera (1) y segunda (2) cosecha en Hex:AcOEt 5:5.

Tabla 1. Propiedades fisicoquímicas de la 4-metilumbeliferona.

Propiedad fisicoquímica	Reportado en la literatura	Resultado experimental
Punto de fusión	187–191°C	187 °C
Color y forma	Polvo color beige	Polvo color beige
Factor de retención (R*f*)	Sin datos	0.82
Rendimiento	≥98%	90%

Confirmación del producto

Finalmente, para corroborar la obtención del compuesto deseado se realizó el espectro de IR del producto y las materias primas. El espectro generado y las bandas características del producto se muestran en la Figura 3. Adicionalmente, el espectro obtenido se comparó con un espectro ya reportado (Figura 4), encontrando una total coincidencia, lo cual indica que obtuvimos exitosamente la cumarina 4-metilumbeliferona.



Grupo funcional	Frecuencia de vibración	Tipo de vibración
Fenol	3487	Estiramiento O-H
Éster	1665	Estiramiento C=O (sp^2)
Metilo	2896	Estiramiento asimétrico C-H

Figura 3. Espectroscopia de infrarrojo del compuesto 4-metilumbeliferona y sus bandas principales.

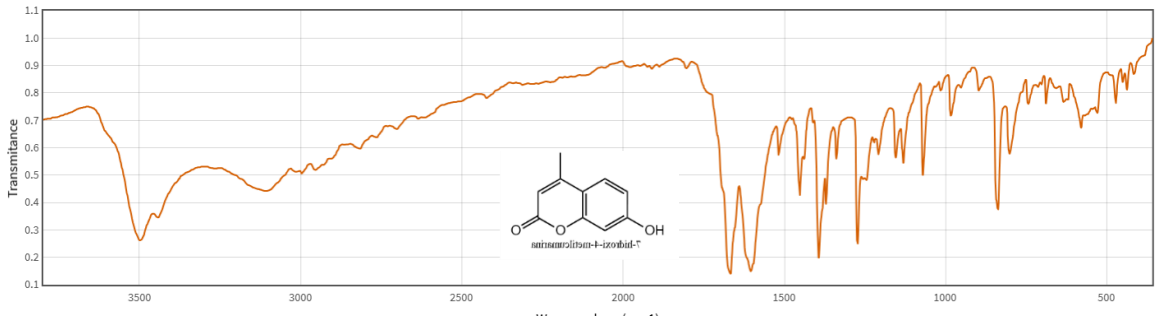


Figura 4. Espectroscopia de infrarrojo del compuesto 4-metilumbeliferona reportado en la literatura.

Conclusión

Se obtuvo de manera satisfactoria el compuesto de interés 4-metilumbelifereona, empleando la condensación Pechmann, se confirmó la síntesis del producto debido a que los resultados experimentales fueron similares a los ya reportados en la literatura. Además, se obtuvo un alto rendimiento (90%), una pureza adecuada y los resultados obtenidos mediante espectrometría de infrarrojo concuerdan con la literatura.



Referencias

- Al-Majedy, Y., Kadhum, A. A., Ibraheem, H., Al-Amiery, A., Moneim, A. A., & Mohamad, A. B. (2018). Systematic Review on
- Pharmacological Activities of 4-Methylumbelliferon. *Systematic Reviews in Pharmacy*, *9*(1), 49-54. https://doi.org/10.5530/srp.2018.1.10
- Alheety, K., Jamel, N., & Ahmed, B. 82019). Synthesis of coumarin by Pechmann Reaction- A review. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 11, 334-3347.
- *CAS de China:90-33-5| 4-Fabricantes y fábrica de metilumbeliferona—Grupo Alfa*. (s. f.). Recuperado 6 de noviembre de 2025, de *https*://es.alfa-industry.como/material-chemicals/industrial-chemicals/cas-90-33-5-4-methylumbelliferone.html
- Mustafa, Y., Aldabbagh, N., & Jasmin, M. (2021). 4-Methylumbelliferone And Its Derived Compounds: A Brief Review Of Their Cytotoxicity. *Egyptian Journal of Chemsitry*, 64, 1807-1816. https://doi.org/10.21608/ejchem.2021.59702.3281
- Sharifi-Rad, J.; Cruz-Martins, N.; López-Jornet, P.; Lopez, E.P.F.; Harun, N.; Yeskaliyeva, B.; Beyatli, A.; Sytar, O.; Shaheen, S.;
- Sharopov, F.; Taheri, Y.; Docea, A.O.; Calina, D.; Cho, W.C. Natural coumarins: Exploring the pharmacological complexity and
- underlying molecular mechanisms. Oxid. Med. Cell. Longev., 2021, 2021(1), 6492346. http://dx.doi.org/10.1155/2021/6492346



FOLIO # 12017

Obtención y purificación de pectinasas producidas por *Kluyveromyces marxianus*.	
Chávez Castañeda Janet Lizeth, Domínguez Zamora Arely, Higareda Gómez Karina y Sánchez Bello Zitlali Guadalupe. **Profesores:** De la Torre Hernández María Eugenia y Ramírez Saad Hugo Cesar.	
*** Autores para correspondencia:** 2212033917@alumnos.xoc.uam.mx mdelatorre@correo.xoc.uam.mx	**Módulo:** Obtención de metabolitos de interés industrial para la salud.

Resumen

Las pectinasas son enzimas de interés biotecnológico utilizadas en las industrias alimentaria, farmacéutica y biotecnológica debido a su capacidad para degradar pectinas y facilitar diversos procesos industriales. Se obtuvieron y purificaron pectinasas producidas por *Kluyveromyces marxianus* cultivado en un medio con pectina al 1%. El extracto libre de células se recuperó por centrifugación y se cuantificaron las proteínas extracelulares mediante el método de Lowry, además se evaluó su actividad pectinolítica con un ensayo enzimático (azúcares reductores). La purificación se realizó mediante una precipitación con sulfato de amonio al 70%, seguida de una diálisis. La fracción proteica semipurificada fue nuevamente cuantificada y sometida al ensayo enzimático. La comparación mostró menor concentración proteica pero mayor actividad específica en la fracción purificada, evidenciando que la precipitación al 70% permitió concentrar las pectinasas activas.

Palabras clave: pectinasas, precipitación, diálisis.

Introducción

Las pectinasas son enzimas extracelulares de alto valor biotecnológico debido a su capacidad para degradar la pectina, un polisacárido estructural presente en las paredes celulares de los tejidos vegetales. Estas enzimas tienen relevancia debido a sus múltiples aplicaciones en sectores como el alimentario, textil, de bebidas, papel, pulpa y biocombustibles, representando aproximadamente el 25 % del mercado global de enzimas industriales (Setegn y Abate, 2022; Afzia, et al., 2024).

Las pectinasas se obtienen a partir de microorganismos, principalmente de hongos filamentosos como *Aspergillus* y *Penicillium*. Sin embargo, diversas levaduras han cobrado importancia como fuentes alternativas debido a su rápido crecimiento y capacidad para secretar proteínas extracelulares. Entre ellas, *K. marxianus* destaca por su diversidad metabólica, alta tasa de crecimiento, termotolerancia y amplio espectro de sustratos, características que lo posicionan como un microorganismo de gran interés para la producción de enzimas como las pectinasas (Reina y Gonzáles, 2025).

El presente proyecto evalúa la capacidad de *K. marxianus* para la producción de pectinasas y la obtención de una fracción proteica semipurificada que permita determinar la concentración y actividad enzimática de las proteínas extracelulares, con el fin de valorar el potencial de esta levadura como fuente de enzimas pectinolíticas y la viabilidad de un método de purificación simple y accesible con aplicación en procesos biotecnológicos.

Objetivo general

Obtener y purificar pectinasas producidas por *Kluyveromyces marxianus*.

Objetivos particulares

- Cultivar *Kluyveromyces marxianus* en un medio con pectina y monitorear su crecimiento.
- Cuantificar las proteínas extracelulares y determinar su actividad enzimática.
- Precipitar el extracto libre de células con sales de amonio al 70 %, cuantificar las proteínas y determinar su actividad enzimática.
- Comparar la cantidad de proteínas y la actividad enzimática del extracto libre de células de la fracción proteica semipurificada.

Metodología

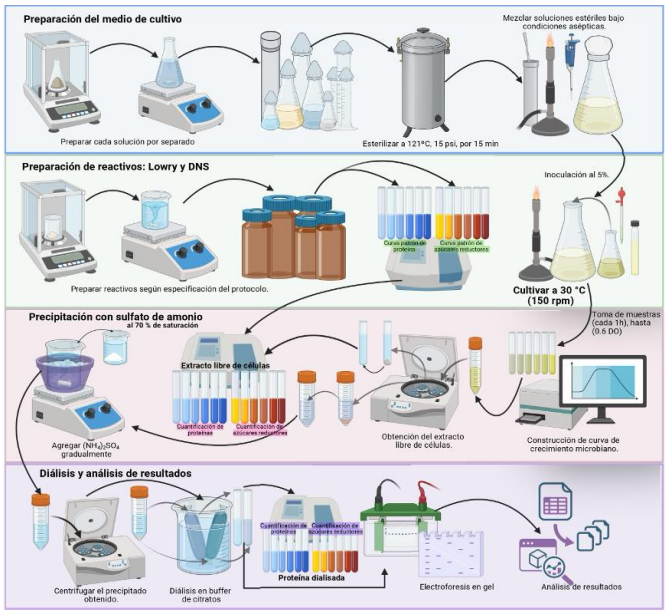


Figura 1. Proceso de obtención y semipurifacion de pectinasas producidas por *K. marxianus*.

Resultados y Discusión

Curva de crecimiento de K. marxianus y producción de proteínas extracelulares.

El crecimiento de *K. marxianus* mostró un incremento continuo en la densidad óptica (600nm) durante las 3.5 horas de monitoreo, pasando de 0.131 a 0.815. Estos valores indican que la levadura se mantuvo en fase exponencial. Lazaro et al., 2025, mencionan que cuando se registran valores de DO entre 0.6 y 0.8 (a esa longitud de onda) se asocian con una elevada actividad metabólica y con la producción de metabolitos primarios, incluidas las pectinasas.

En la figura 2 se observa que la concentración de proteínas extracelulares que se detectan en el tiempo 0 provienen del inóculo y se mantienen constantes, después disminuye porque las células aún no requieren sintetizar nuevas enzimas pectinoliticas. A partir de la hora 2 y hasta la hora 3.5 de cultivo la concentración de proteínas comienza a incrementarse, lo que coincide con el inicio de la fase exponencial de crecimiento de *K. marxianus*. En esta etapa, el metabolismo celular se intensifica y aumenta la secreción de proteínas extracelulares, entre ellas las pectinasas.

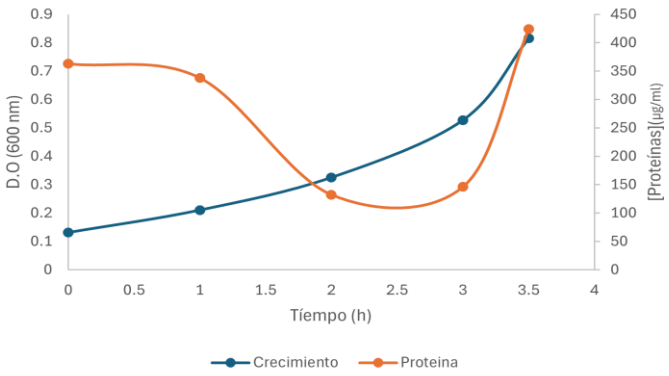


Figura 2. Relación entre el crecimiento de *K. marxianus* y la producción de proteínas extracelulares.

Concentración de proteínas y actividad pectinolítica del extracto libre de células.

En cuanto a la actividad enzimática, la figura 3 muestra la comparación entre la concentración de proteínas y la actividad pectinolítica detectadas durante el cultivo de la levadura; en la primera hora del cultivo, la concentración de proteínas extracelulares es elevada, mientras que la actividad pectinolítica se mantiene baja. En este periodo, las células aún aprovechan la actividad pectinolitica proveniente del inoculo, por lo cual no requieren sintetizar nuevas pectinasas.
A partir de la hora 1 comienza a disminuir la concentración de las proteínas (de 338 µg/mL a 132 µg/mL) y a aumentar la actividad enzimática (de 0.08 a 0.12 µmol/min). A las 3 horas de cultivo, la actividad enzimática alcanza su punto más alto (0.3 µmol/min). En la medición de las 3.5 horas la actividad disminuye 40% respecto a la medición anterior, mientras la concentración de proteínas



alcanza su punto máximo (424 µg/mL), esto puede deberse a que en esta etapa las pectinasas podrían estar en menor concentración respecto a otras proteínas extracelulares.

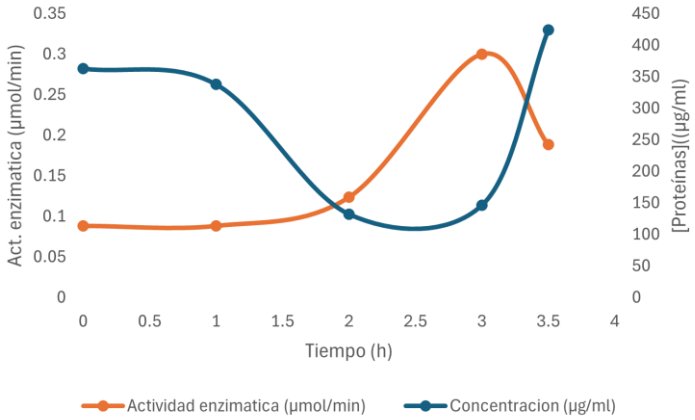


Figura 3. Relación entre la concentración de proteínas extracelulares y la actividad enzimática del extracto libre de células.

Cuantificación de las proteínas del medio de producción y de la proteína semipurificada.

La figura 4 muestra la cantidad total de proteína presente en el medio de producción, considerado como el 100 % de las proteínas disponibles para precipitar a una saturación del 70 % con sulfato de amonio. De esta cantidad, la proteína semipurificada corresponde al 22.64 %, mientras que el 77.36 % permaneció en el sobrenadante. Esto indica que con la precipitación se recuperó aproximadamente una cuarta parte de las proteínas presentes en el medio de producción. La fracción obtenida contiene las proteínas de interés, lo cual se confirma en la figura 4 mediante la comparación de la actividad enzimática específica antes y después del proceso de semipurificación (precipitación y diálisis).

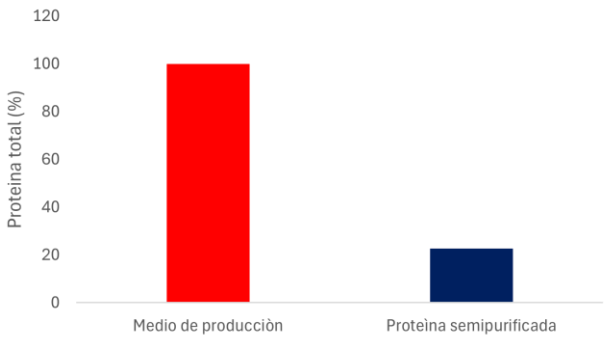
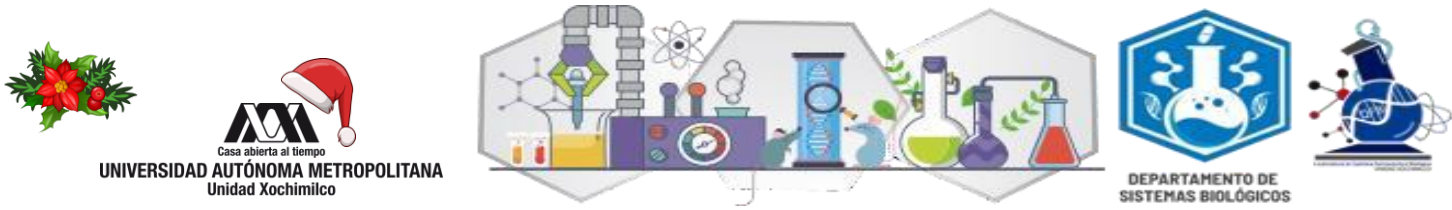
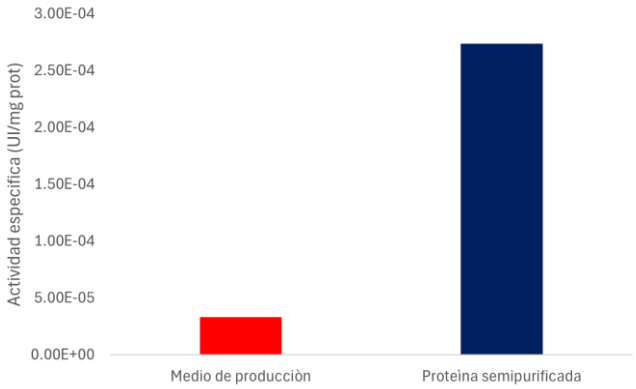


Figura 4. Comparación de la cantidad de proteína presente en el medio de producción y después del proceso de semipurificación.



Actividad enzimática especifica del medio de producción y de la fracción proteica semi purificada

Las actividades específicas del medio de producción, antes de la precipitación, y de la proteína extracelular semipurificada se comparan en la figura 5. La fracción obtenida por precipitación al 70 % de saturación y posteriormente dialisada, presenta una actividad específica 8.3 veces mayor que la del medio de producción. Esto indica que, aunque la precipitación recuperó solamente una cuarta parte de las proteínas totales, las que están presentes en esta fracción tienen la actividad pectinolítica que se buscaba purificar.



Gráfica 5. Actividad enzimática específica del medio de producción y de la proteína semipurificada.

Conclusiones

El crecimiento de *Kluyveromyces marxianus* se mantuvo en la fase exponencial durante 3.5 horas, llegando a una densidad óptica de 0.815 a 600 nm. Se detuvo el cultivo de *K. marxianus* a las 3.5 h (medio de producción) obteniendo una concentración de proteínas 424 µg/mL y una actividad pectinolítica de 0.188 µmol/min. La concentración de proteína obtenida después del proceso de semipurificación (precipitación y diálisis) fue de 727 µg/mL, y una actividad enzimática de 2.9×10^{-3} µmol/min. Del medio de producción se recuperaron 112 mL en los que había un total de 47.48 mg de proteína, con una actividad enzimática específica de $3.3\text{x}10^{-5}$ UI/mg proteína Del precipitado, después de la diálisis, se obtuvieron 14.8 mL con un contenido proteico total de 10.75 mg y una actividad enzimática específica de $2.7\text{x}10^{-4}$ UI/mg de proteína. El volumen final de Nsobrenadante de la precipitación fue de 156 mL que contenían 16.32 mg de proteína y una actividad enzimática específica de $1.9\text{x}10^{-5}$ UI/mg proteína. Por lo que se puede concluir que el método de semipurificación utilizado para las pectinasas de *K. marxianus* fue efectivo.



Referencias

- Afzia, N., Shill, N., Kalita, B. J., & Sit, N. (2024). Optimization of conditions for production of pectinase in solid-state fermentation with Aspergillus flavus using dried Assam lemon peel powder as substrate. Measurement: Food, 14, 100166. https://doi.org/10.1016/j.meafoo.2024.100166
- Haile, S., & Ayele, A. (2022). Pectinase from microorganisms and its industrial applications. The Scientific World Journal, 2022, 1881305. https://doi.org/10.1155/2022/1881305
- Lázaro, I., Rebelo, P., Santos, F., & Ferreira, E. C. (2025). *Characterization and optimization of mnn11Δ-mediated enhancement in heterologous protein production in Kluyveromyces marxianus*. Microbial Cell Factories, 24, 18. https://doi.org/10.1186/s12934-025-02676-2
- Reina-Posso, D., & Gonzales Zubiate, F. A. (2025). Expanding horizons: The untapped potential of Kluyveromyces marxianus in biotechnological applications. Fermentation, 11(2), 98. https://doi.org/10.3390/fermentation11020098



FOLIO # 12023

Propuesta de menú vegano económico y nutritivo para 5 días con 5 comidas por día para mujeres jóvenes mexicanas de 25 a 28 años asalariadas	
Vázquez Buendia Nayeli*, Avilés Reyes Isabel, Castro García José María, Bahena Villada Heidy Cristal, Jiménez Melendez Santiago **Profesores:** Vázquez Lizardi María Guadalupe Eugenia*, González Vázquez Raquel*	
***Autores para correspondencia:** 2243067630@alumnos.xoc.uam.mx rgonzalezv@correo.xoc.uam.mx gvazquez@correo.xoc.mx	**Módulo:** Energía y consumo de substancias fundamentales

Resumen

La alimentación es esencial para la salud y la calidad de vida. Aunque la dieta omnívora ha sido la más común, el interés por patrones veganos ha aumentado por motivos éticos y por sus beneficios potenciales. El reto principal de esta investigación fue demostrar que una dieta vegana puede ser completa, equilibrada y accesible para mujeres que viven con un salario mínimo. Para ello, se realizó un muestreo de alimentos y precios en distintos establecimientos de la CDMX y se utilizaron bases como Food Data Central del USDA y el Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes. Con esta información se elaboró un menú variado, económico y nutrimentalmente adecuado. Los resultados mostraron que es posible cubrir los requerimientos energéticos y de macronutrientes con un presupuesto semanal de $742. En conclusión, el menú diseñado es viable, nutritivo y útil para promover la alimentación basada en plantas

Palabras clave: Veganismo, Nutrición, Alimentación accesible, Mujeres jóvenes, Bajo costo

Introducción

La alimentación es un elemento fundamental para la salud, el bienestar y la calidad de vida, especialmente en mujeres jóvenes en edad productiva, quienes enfrentan mayores demandas energéticas y limitaciones económicas que dificultan mantener un patrón alimentario equilibrado y accesible (OPS, 2020). En México, donde el salario mínimo constituye el ingreso principal de muchas personas, es indispensable diseñar estrategias alimentarias que se ajusten a este presupuesto y contribuyan a estilos de vida saludables y sostenibles (CONASAMI, 2024). El veganismo, entendido como la exclusión total de productos de origen animal, ha crecido en popularidad por razones éticas, ecológicas y de salud. Este enfoque puede proporcionar una dieta equilibrada si se planifica adecuadamente, integrando alimentos que aporten nutrientes esenciales (Denigris, 2014). Además, los patrones basados en plantas se asocian con beneficios como menor riesgo de enfermedades crónicas, mejor control del peso y mayor ingesta de fibra, frutas y verduras, junto con una menor ingesta de grasas saturadas (González, 2023). A pesar de sus beneficios, persiste la idea de que una alimentación vegana es costosa y poco accesible, especialmente para personas con ingresos limitados

(Tuso et al., 2013; Satija & Hu, 2018). Por ello, resulta necesario evaluar su viabilidad económica en el contexto mexicano. Con este propósito, el presente trabajo elaboró un menú vegano económico y nutritivo para cinco días, con cinco comidas diarias, dirigido a mujeres de 25 a 28 años con salario mínimo. Para su diseño, se consideró el presupuesto alimentario establecido mediante el Modelo de Presupuesto Esencial por Prioridades, los precios de alimentos recolectados en distintos establecimientos de la Ciudad de México y las recomendaciones nutrimentales de la Guía de Alimentos para la Población Mexicana y el Plato del Bien Comer.

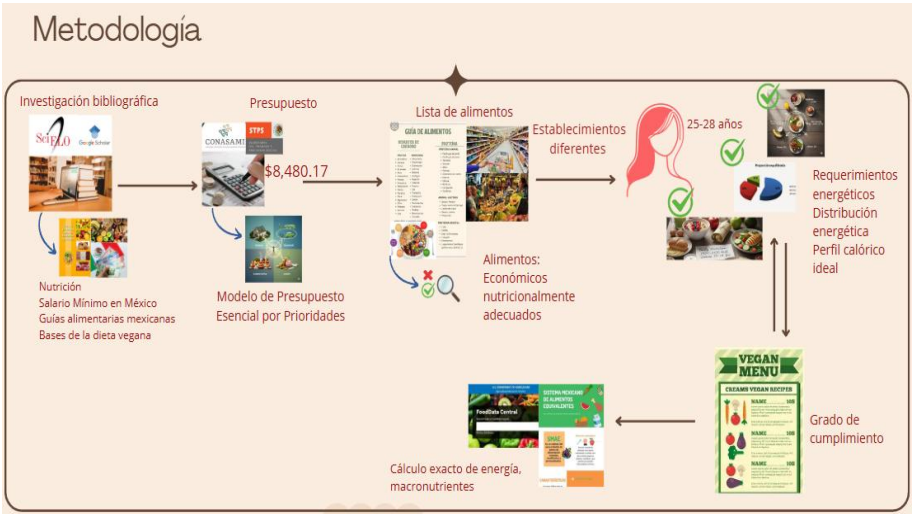
Objetivo general

Diseñar una propuesta de menú vegano económico y nutritivo para 5 días, con 5 comidas al día, dirigido a mujeres asalariadas de 25 a 28 años, y evaluar su capacidad para cubrir los requerimientos de macro y micronutrien esenciales, dentro de las limitantes económicas impuestas por un salario mínimo.

Objetivos específicos

- Investigar los requerimientos nutricionales diarios de mujeres adultas jóvenes de 25 a 28 años según las Guías Alimentarias Mexicanas.
- Identificar alimentos de origen vegetal accesibles económicamente y ricos en nutrientes, fibra y grasas saludables.

Crear un menú vegano para 5 días con las cinco comidas del día que cumpla con los requerimientos nutricionales de mujeres adultas jóvenes.





Resultados

Para obtener el presupuesto exclusivo para la alimentación, se tomó en cuenta el salario mínimo mensual en México (fuera de la Zona libre de la Frontera Norte), la distribución del recurso económico fue de acuerdo a un "Modelo de Presupuesto Esencial por Prioridades". Así pues, el presupuesto mensual para la alimentación se muestra en la siguiente tabla; que fue de $2,544 - $2,968, es decir el presupuesto semanal fue de $742

Distribución del Salario Mínimo Mensual (aproximado, asumiendo deducciones mínimas).

Categoría de gasto	**Porcentaje**	**Monto estimado (MXN)**
Vivienda	35% - 40%	$2,968 - $3,392
Alimentación	30% - 35%	$2,544 - $2,968
Transporte	10% -15%	$848 - $1,272
Servicios (Luz, agua, gas, internet)	5% - 10%	$424 - $848
Ahorro/Fondo de emergencia	3% - 5%	$254 - $424
Gastos personales/Higiene, salud, etc.)	2% - 5%	$170 - $424
Total	100%	$8,480 MXN



Con base en este límite, se realizó un análisis de precios en cinco establecimientos de la Ciudad de México, encontrando que los mercados tradicionales ofrecieron los costos más bajos, mientras que supermercados como Chedraui presentaron precios más elevados. Con esta información, se generó una lista de alimentos económicamente accesibles y nutricionalmente favorables. El promedio recabado de los cinco establecimientos fue de 713.818 pesos mexicanos

Posteriormente, se diseñó un menú vegano de cinco días, compuesto por cinco comidas diarias. El análisis nutrimental, realizado con Food Data Central y el Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes, confirmó que el menú cumplió con el requerimiento energético recomendado para mujeres de 25 a 28 años (1900–2100 kcal). Además, la distribución de macronutrientes se mantuvo dentro de los rangos ideales: 10–15% proteínas, 30–35% lípidos y 50% hidratos de carbono, evidenciando un adecuado balance nutricional.

En la siguiente tabla se muestran los primeros dos días de la propuesta de menú:

Desayuno	**Colación**	**Comida**	**Colación**	**Cena**
Avena trasnochada: ¾ taza avena 1 ½ taza leche de soya 1 plátano mediano 2 cucharadas semillas de chía	1 manzana 15 almendras	Tacos de frijol y nopal: ¾ taza frijoles negros 5 tortillas de maíz ¾ taza nopalitos 2 cdas salsa verde ⅓ aguacate	1 taza jícama 20 gr de cacahuates naturales	Tacos de Espinacas y Papa 4 tortillas de maíz 1 taza papa cocida 2 tazas espinacas Cebolla y ajo
Licuado energético: 1 ½ taza leche de soya 1 plátano completo ¾ taza avena 2 cdas crema de cacahuate	1 ½ taza melón 15 cacahuates	Sopa de lentejas: 2 tazas de sopa lentejas ¾ taza arroz blanco 2 tazas de espinacas Jugo de limón	Una taza de Tiras de zanahoria 20 cacahuates	Quesadillas de champiñones: 4 tortillas maíz 2 tazas champiñones ½ taza frijoles refritos



Discusión

Los hallazgos demuestran que sí es posible diseñar un menú vegano completo, variado y culturalmente pertinente dentro de un presupuesto limitado. La selección estratégica de alimentos como frijoles, lentejas, arroz, tortillas, avena, verduras frescas y frutas de temporada permitió maximizar la densidad nutrimental sin elevar los costos. Esto confirma que la alimentación vegana no es necesariamente costosa, sino dependiente de la planificación, el uso de alimentos básicos, compras a granel y la preferencia por mercados. Asimismo, el menú respeta la tradición culinaria mexicana mediante platillos adaptados como tacos, enchiladas, molletes o tinga vegetal, lo que favorece la aceptabilidad y adherencia dietética. No obstante, se identificó la necesidad de considerar la suplementación de vitamina B12 y prestar atención al aporte de calcio, ya que estos nutrientes pueden ser insuficientes en dietas exclusivamente vegetales. En conjunto, los resultados indican que una dieta vegana económica, nutritiva y adecuada es viable en el contexto mexicano siempre que exista una correcta organización y selección de ingredientes.

Conclusión

La propuesta del menú vegano cumple con ser nutricionalmente suficiente, variado y equilibrado para una mujer en un rango de edad de 25 a 28 años cumpliendo con los requerimientos calóricos (1900-2100 kcal) y de macronutrientes (Proteínas 10-15%, Lípidos 30-35%, Hidratos de carbono 50%), demostramos que es económicamente factible con el presupuesto asignado de $742 siempre y cuando se realice una compra inteligente de alimentos. Esta investigación es una buena opción para promover la alimentación vegana como una opción accesible, sostenible y sobre todo saludable en un contexto de una economía limitada en México.

Referencias

- Bundros, J., Clifford, D., Silliman, K., & Neyman Morris, M. (2016). Vegan diet perceptions: Calculador de calorías. (s. f.). https://www.imss.gob.mx/salud-en-linea/apps-sano/calculadora-calorias#tmb
- Comisión Nacional de los Salarios Mínimos (CONASAMI). (2024).
- Denegri, M. J. S. (2014). Evaluación del estado nutricional, composición corporal y distribución de grasa en una población vegana. Alétheia, 2(1), 164-173.
- U.S. Department of Agriculture. (2024). FoodData Central. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. https://fdc.nal.usda.gov/
- Ejeda Manzanera, J. M., & Rodrigo Vega, M. (2017). Un estudio sobre la ingesta de energía, perfil calórico y contribución de las fuentes alimentarias a la dieta de futuras maestras. Nutr. clin. dieta. hosp, 57-66.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2023).
- Gaspar, T. V., Moreno, S. D. P., de la CER, T. J., & Moreiras, G. V. (2014). Guía nutricional de la carne. Fedecarne
- Groppa, O. (2015). Las necesidades humanas y su determinación. Erasmus, 7(1).



- González-Ortiz, José Alfredo. (2023). Las dos caras del veganismo: beneficios y riesgos en la salud de una dieta vegana. Ciencia ergo sum, 30(1), e188. Epub 06 de septiembre de 2024.https://doi.org/10.30878/ces.v30n1a6
- -Health beliefs and attitudes of a convenience sample. Organización Panamericana de la Salud (OPS). (2020).
- -Rojas Allende, Daniela, Figueras Díaz, Francisca y Durán Agüero, Samuel. (2017). Ventajas y desventajas nutricionales de ser vegano o vegetariano. Revista chilena de nutrición, 44 (3), 218-22
- -Satija, A., & Hu, F. B. (2018). Plant-based diets and cardiovascular health. Trends in Cardiovascular Medicine.
- -SMAE. (n.d.). MediaFire. https://www.mediafire.com/file/szlscbh381n2mjo/SMAE.xlsx/file
- -Tuso, P., Ismail, M., Ha, B., & Bartolotto, C. (2013). Nutritional update for physicians



FOLIO # 12026

Elaboración y evaluación de la calidad de suspensiones magistrales de amlodipino 0.5 mg/mL para población neonatal	
Estrada Romero Miguel Ángel, Figueroa Velázquez Luisa Alejandra, Jiménez Carreto Estrella Guadalupe, Tobón Mendoza Antonio, Ibarra Cázares Alma Elena, García Casas Mireya **Profesores:** Ibarra Cázares Alma Elena 5, García Casas Mireya	
*** Autores para la correspondencia:** aibarra@correo.xoc.uam.mx 2212032492@alumnos.xoc.uam.mx	**Módulo:** Farmacoepidemiología, atención y servicios farmacéuticos

Resumen

El manejo de la hipertensión en neonatos representa un desafío clínico debido a sus diferencias fisiológicas y farmacocinéticas respecto a adultos. El amlodipino, bloqueador de canales de calcio, eficaz para el control de la presión arterial, aunque no existen formulaciones neonatales comerciales que permitan una dosificación precisa. Se desarrollaron dos suspensiones orales magistrales de amlodipino a 0.5 mg/mL correspondiente a InPer y otra de Micromedex® con una modificación añadiéndole etanol, ambas partiendo de tabletas y disolviendo a 50 °C, incorporando excipientes seguros como metilparabeno y jarabe de sacarosa para mejorar la estabilidad. Las formulaciones fueron evaluadas por pruebas fisicoquímicas (pH, viscosidad, sedimentación, espectroscopía UV); confirmando su valoración y actitud de uso a temperatura ambiente. Estas formulaciones magistrales ofrecen una alternativa clínica personalizada para el manejo de la hipertensión neonatal, cubriendo la ausencia de presentaciones comerciales adecuadas y cumpliendo con estándares normativos y de alta calidad, contribuyendo a optimizar la farmacoterapia pediátrica.

Palabras clave: Suspensión magistral, Neonatos.

Introducción

La hipertensión neonatal es una condición poco frecuente, con una incidencia estimada entre 0.2 % y 3.2 % en unidades de cuidados intensivos neonatales, pero con importantes implicaciones clínicas debido al riesgo de daño renal, cardiovascular y neurológico al no identificarse y manejarse de manera oportuna (Dionne et al., 2012). Su etiología es multifactorial y puede incluir prematuridad, displasia broncopulmonar, enfermedad renal, cardiopatías congénitas y exposición a fármacos como corticosteroides o metilxantinas. El diagnóstico se establece cuando las cifras de presión arterial superan el percentil 95 para la edad gestacional y peso en mediciones repetidas.

El manejo farmacológico en neonatos es limitado por la escasez de formulaciones diseñadas específicamente para esta población y por la falta de ensayos clínicos robustos, lo que obliga a basarse en reportes clínicos y extrapolaciones de poblaciones mayores. En este contexto, el amlodipino —un bloqueador de canales de calcio tipo dihidropiridina— se ha utilizado como alternativa eficaz para el control de la hipertensión sostenida en pacientes pediátricos, gracias a su vida media prolongada y adecuada tolerabilidad. Sin embargo, su uso en neonatos continúa siendo off-label, y la ausencia de presentaciones líquidas comerciales obliga al fraccionamiento o manipulación de tabletas, generando riesgo de variabilidad en la dosis y eventos adversos (Flynn, 2012). Frente a esta problemática, las formulaciones magistrales representan una opción fundamental para garantizar una dosificación segura y precisa, especialmente en neonatos prematuros que requieren cantidades muy pequeñas de fármaco. Estudios farmacotécnicos han demostrado que es posible elaborar suspensiones estables de amlodipino adecuadas para pediatría, siempre que se evalúen parámetros como pH, viscosidad, estabilidad fisicoquímica y contenido real del principio activo (Friciu et al., 2016).

Objetivo general

Desarrollar y evaluar una suspensión magistral de amlodipino en concentración adecuada para población neonatal, asegurando su calidad fisicoquímica y estabilidad, con el propósito de ofrecer una forma farmacéutica segura y adecuada para el tratamiento de la hipertensión neonatal.

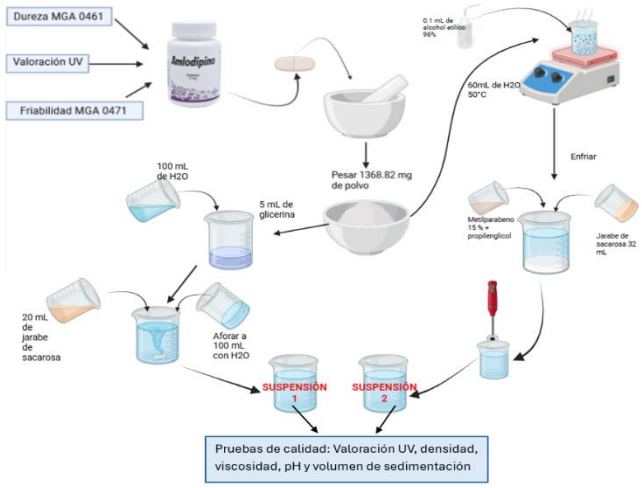
Objetivos particulares

Diseñar y elaborar formulaciones de suspensión de amlodipino empleando excipientes compatibles y seguros

para población neonatal.

- Evaluar los parámetros fisicoquímicos (pH, viscosidad, densidad, sedimentación y características organolépticas) para determinar la calidad de cada formulación.
- Cuantificar el contenido de amlodipino mediante espectrofotometría UV-Vis utilizando un método analítico validado para conocer su concentración real.

Metodología





Resultados y Discusión

Para asegurar la obtención de una suspensión magistral segura para uso neonatal, primero se evaluaron las tabletas comerciales de amlodipino (5 mg). Todas las pruebas farmacotécnicas cumplieron con los criterios establecidos: la friabilidad fue baja (0.3024 %), la dureza adecuada (2.08 kgf) y la valoración UV mostró una concentración de 23.7 mg/mL, equivalente a –5.2 % respecto al valor teórico, aceptable para su uso magistral.

Tabla 1. Evaluación de tabletas de amlodipino

Prueba	Resultado Experimental	Criterios
Friabilidad	0.3024 %	Cumple. Resistencia mecánica adecuada para trituración.
Dureza	2.08 kgf (promedio)	Conforme. Uniformidad en la compresión.
Valoración UV	23.7 mg/mL (Abs 0.555)	Aceptable. En el límite inferior del rango permitido (–5.2%).

Posteriormente, se analizaron cuatro vehículos para la elaboración de la suspensión, seleccionándose dos por su mejor comportamiento fisicoquímico: InPer y Micromedex + Etanol. La formulación Micromedex + Etanol mostró la mayor viscosidad (2280 cP) y menor sedimentación (3.75 %), indicando mayor estabilidad física; sin embargo, el contenido alcohólico implica precauciones en población neonatal. La formulación InPer, basada en glicerina, presentó un pH fisiológico (5.48) y estabilidad aceptable (5 % de sedimentación).

Tabla 2. Caracterización fisicoquímica de las formulaciones evaluadas

Formulación	Densidad (g/mL)	Viscosidad (cP)	pH Final Ajustado	% Sedimentación
InPer	1.095	1560	5.48	5%
Micromedex + Etanol	1.131	2280	5.38	3.75%

En la valoración UV, comparada con la solución estándar (Abs = 0.555), las formulaciones InPer y Micromedex® mostraron absorbancias mayores (0.679 y 0.691), lo que indica buena recuperación del principio activo. En contraste, Micromedex® + Etanol presentó la absorbancia más baja (0.507), posiblemente por interferencia del etanol o menor liberación del fármaco. Esto confirma que la mayor estabilidad física no garantiza necesariamente una mejor disponibilidad del API.

Tabla 3. Porcentaje de pureza

Formulación	ABS medida	Pureza / recuperación relativa (%)
InPer	0.679	≈ 122 %
Micromedex + Etanol	0.507	≈ 91 %
Micromedex	0.691	≈ 125 %



Finalmente, el costo de producción de un lote de 5 frascos fue de $241.77 MXN, integrando insumos, equipo, mano de obra (1 h a $38.85), uso del establecimiento, control de calidad y desperdicio técnico. Este costo demuestra que la formulación magistral de amlodipino 0.5 mg/mL es viable y accesible para su implementación hospitalaria.

Tabla 4. Presupuesto general	
Concepto	Costo
Insumos	$64.08
Equipos	$40.00
Mano de obra	$38.85
Uso del establecimiento	$50.00
Control de calidad	$45.00
Desperdicio tecnico	$3.84
Total	$241.77 ($50 c/frasco)

Este costo reducido demuestra que la elaboración magistral de suspensiones de amlodipino 0.5 mg/mL es viable, accesible y clínicamente necesaria para cubrir la ausencia de formulaciones neonatales

Conclusiones

Las tabletas de amlodipino demostraron una calidad adecuada para su empleo en formulación magistral. Entre las suspensiones evaluadas, Micromedex® mostró el mejor desempeño farmacéutico en términos de viscosidad, densidad, volumen de sedimentación y valoración, mientras que InPer destacó por ser libre de etanol y presentar un pH fisiológico. Ambas permitieron una recuperación adecuada del principio activo mediante análisis UV.

Se desarrolló y evaluó satisfactoriamente una suspensión magistral de amlodipino 0.5 mg/mL, idónea para la población neonatal y conforme a los parámetros de calidad fisicoquímica, estabilidad y valoración del API. Además, el análisis económico confirmó que su elaboración es viable y representa una alternativa necesaria ante la falta de formulaciones comerciales pediátricas disponibles.



Referencias

- Dionne, J. M., Abitbol, C. L., & Flynn, J. T. (2012). Hypertension in infancy: Diagnosis, management and outcome. Pediatric Nephrology, 27, 17–32.
- Flynn, J. T. (2012). Evaluation and management of hypertension in childhood. Progress in Pediatric Cardiology, 34(1), 3–11.
- Friciu, A., Bouchard, A., & Carrier, D. (2016). Development and stability study of an amlodipine oral solution for pediatric use. Journal of Pharmaceutical Sciences, 105(2), 1044–1052.



FOLIO # 12028

Identificación de *Pseudomonas spp.* y enterobacterias en dispensadores de jabón en baños de la UAM Xochimilco.

Arriaga Simón Luis Fabián, Bautista Puga Yauhtli Meredith, Carbajal Sánchez Adrián Alejandro, Rivera Grande Nancy Jimena.
Profesores: Palacios Rodríguez Yadira, Martínez Gopar Pablo Eliasib.

Autores para la correspondencia:
2213055140@alumnos.xoc.uam.mx
ypalacios@correo.xoc.uam.mx

Módulo: Prevención y control de la propagación microbiana

Resumen

La higiene de manos es una de las medidas más efectivas para prevenir infecciones; sin embargo, los dispensadores de jabón líquido, al ser superficies de alto contacto, pueden convertirse en fuentes de contaminación microbiana si no reciben limpieza adecuada. El objetivo de este estudio fue determinar la presencia de *Pseudomonas* spp. y enterobacterias en dispensadores de los baños de la UAM-Xochimilco mediante su aislamiento e identificación fenotípica. Se realizó un muestreo por hisopado estéril en diez botones de dispensadores y las muestras se transportaron en solución isotónica. Posteriormente, se sembraron en medios selectivos (MacConkey, EMB y Cetrimida) mediante estriado por agotamiento e incubación a 37 °C. Las colonias obtenidas se evaluaron por tinción de Gram y pruebas bioquímicas. Los resultados mostraron crecimiento microbiano en la mayoría de las muestras, identificándose enterobacterias, *Pseudomonas* spp. y crecimiento fúngico secundario. Esto confirma que algunos dispensadores pueden actuar como reservorios contaminados.

Palabras clave: Higiene de manos, Contaminación microbiana, Salud pública, Riesgo sanitario, Dispensadores de jabón rellenables, Enterobacterias, *Escherichia* coli, *Pseudomonas* aeruginosa, UAM-Xochimilco.

Introducción

La higiene de manos es reconocida como la medida más importante para prevenir la transmisión de patógenos, de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2022). Sin embargo, la falta de limpieza continua en los servicios higiénicos públicos favorece la formación de reservorios microbianos derivados de secreciones y heces (Yaguancela & Toapanta, 2023).

Los dispensadores rellenables de jabón líquido representan un punto crítico de contaminación. Zapka et al. (2011) reportaron que el 25% de estos dispositivos en espacios públicos contenían cargas mayores a 10^6 UFC/mL, identificando microorganismos como *Klebsiella pneumoniae*. De igual manera, *Escherichia coli* y *Pseudomonas aeruginosa* son de especial relevancia sanitaria debido a su resistencia y persistencia en ambientes húmedos (Mueller & Tainter, 2023; Centers for Disease Control and Prevention [CDC], 2025). En la UAM-Xochimilco, el uso frecuente y compartido de estos dispositivos incrementa el riesgo de contaminación cruzada. Mediante un enfoque cuantitativo experimental y el método de hisopado con siembra en agar McConkey, E.M.B. y cetrimida, se pretende caracterizar la microbiota presente. Esto conduce a la siguiente pregunta de investigación: ¿Qué microorganismos se encuentran presentes en los dispensadores de jabón de los baños de la UAM-Xochimilco?

Objetivo general

Determinar la presencia de *Pseudomonas* spp. y Enterobacterias en los dispensadores de jabón de los baños de la UAM-Xochimilco.

Objetivos particulares

- Aislar y obtener cultivos de bacilos Gram-negativos a partir de las muestras superficiales de los dispensadores de jabón.
- Diferenciar los aislados en grupos de Enterobacterias y *Pseudomonas spp.*
- Identificar a nivel de especie los aislados predominantes, con especial énfasis en *E. coli* y *Pseudomonas aeruginosa*, utilizando pruebas bioquímicas convencionales.

Metodología

Para la selección de muestreo se seleccionaron exclusivamente los sanitarios ubicados en la planta baja, criterio basado en su mayor accesibilidad y el alto tránsito de usuarios. Se incluyeron instalaciones masculinas, femeninas y mixtas para garantizar la representatividad de los distintos tipos de uso. El tamaño muestral se estableció en 10 sanitarios (n=10), ajustado de acuerdo a la disponibilidad de insumos (cajas Petri) y el tiempo operativo.



Figura 1. Plano de baños de la UAM-X

Los puntos de muestreo se identifican en el mapa con un marcador naranja. La distribución por edificio y tipología es la siguiente:

- A, Ba y Bb: baños de hombres y mujeres
- B y M: baños mixtos
- P: baño de hombres
- O: baño de mujeres

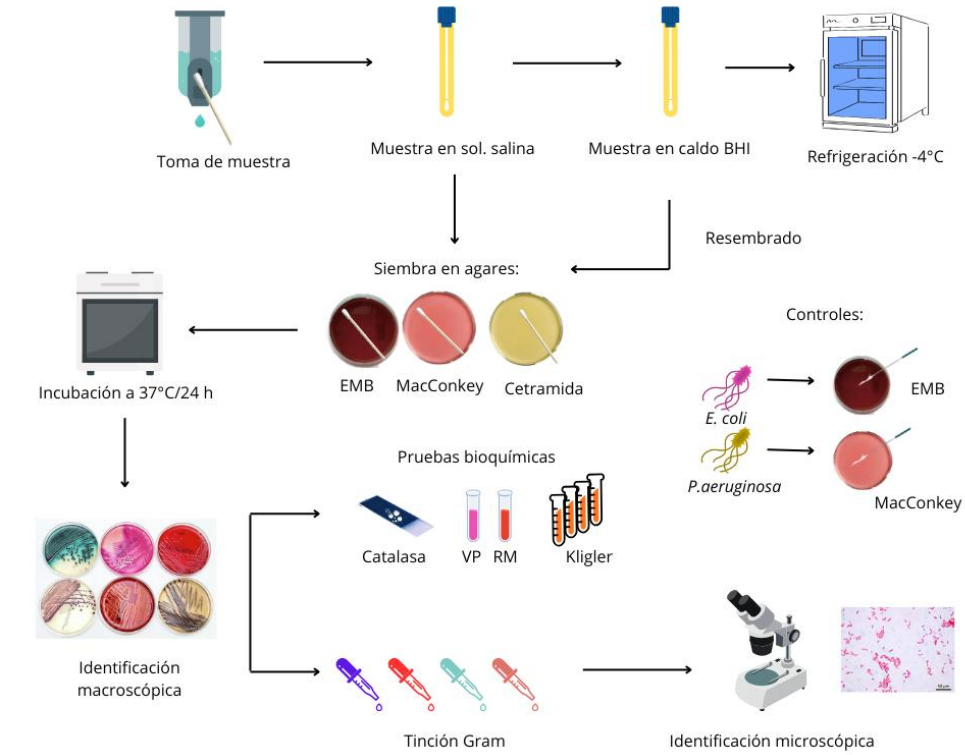


Figura 2. Metodología seguida en el proyecto

Resultados y discusión

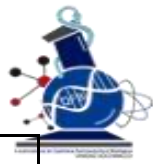
La tabla 1 presenta la interpretación macroscópica y microscópica de los cultivos obtenidos en el proyecto. En el análisis macroscópico se describen las características generales de las colonias, incluyendo forma, coloración, borde y elevación. Para la caracterización microscópica, se realizó tinción de Gram con el fin de identificar la morfología bacteriana (cocos o bacilos) y determinar su reacción Gram (+ o –).

Tabla 1. Interpretación macroscópica y microscópica de los cultivos obtenidos de los botones de los dispensadores de jabón.

Edificio	Género	Agar	Descripción	Gram
A	H	EMB	Puntiforme, Pequeña, Circular Entera, Moradas, Verdes brillantes, Lisa, Plana	Bacilos -
		McC	Puntiforme, Pequeñas, Circulares, Enteras, Blancas, Lisa, Plana	Bacilos -



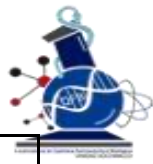




		C	Pequeñas, Puntiformes, Circulares, Enteras, Blancas Lisas, Planas	Bacilos -
	M	EMB	Puntiforme, Pequeña, Incolora	Cocos +
		McC	S/C	S/C
		C	Irregular, Lobulado, Opaca, Blanca, Lisa, Elevada	Bacilos -
Ba	H	EMB	S/C	S/C
		McC	Pequeña, Puntiforme, Entera, Circular, Rugosa, Naranja	Bacilos -
		C	Puntiforme, Circular, Entera, Opaca, Lisa, Plana	Bacilos -
	M	EMB	Puntiforme, Circular, Entera, Opaca, Morada, Plana	Cocos +
		McC	S/C	S/C
		C	S/C	S/C
Bb	H	EMB	Puntiforme, Circular, Lisa, Plana	Bacilos -
		McC	Puntiforme, Pequeña, Circular, Entero, Opaca, Lisa, Plana	Bacilos -
		C	S/C	S/C
	M	EMB	S/C	S/C
		McC	Puntiforme, Circular, Entera, Sin brillo, Transparente, No pigmentado, Liso, Plana	Cocos +
		C	S/C	S/C
P	H	EMB	Pequeña, Circular, Entera, Lisa, Morada, Plana, Convexa	Bacilos -







		McC	Pequeñas, Puntiformes, Circular, Entera, Opaca, Naranja, Lisa, Plana	Bacilos -
		C	Pequeñas, Puntiformes, Circular, Entera, Opaca, Lisa, Plana	Bacilos -
O	M	EMB	Mediana, Circular, Irregular, Ondulado, Opaca, Morada, Lisa, Plana	Bacilos -
		McC	* Puntiforme, Circular, Entera, Transparente, No Pigmentada, Lisa, Plana	Bacilos -
		C	S/C	S/C
B	Mx	EMB	Mediana, Circular, Entera, Opaca, Blanca, Lisa, Convexa	Bacilos -
		McC	Puntiforme, Pequeña, Circular, Entero, Rojo, Liso, Convexo	Bacilos -
		C	Mediana, Circular, Entero, Opaco, Sin brillo, Lisa Convexa	Bacilos -
M	Mx	EMB	Grande, Fusiforme, Entero, Translucido, Naranja, Lisa, Elevada, Mucoide	Bacilos -
		McC	Puntiforme, Circular, Entero, Transparente, Amarillo, Rojo, Lisa, Convexa	Bacilos -
		C	Mediana, Circular, Entero, Opaca, Sin brillo, Blanca, Lisa, Convexa	Bacilos -

En la columna correspondiente al género del baño muestreado, se emplearon las abreviaciones H para hombres, M para mujeres y Mx para baños mixtos. En los casos donde el crecimiento fue mínimo, y las colonias se observaron puntiformes, incoloras o prácticamente transparentes, se marcó con S/C (sin crecimiento) indicando que no fue posible efectuar la morfología y tinción. Respecto a los medios de cultivo, las siglas utilizadas son: EMB para agar eosina–azul de metileno, McC para agar MacConkey y C para agar cetrimida.

Durante el proceso de identificación bioquímica no fue posible completar todas las pruebas programadas. En el caso de la prueba Voges–Proskauer (VP), el reactivo de α-naftol presentó contaminación, lo que impidió obtener resultados válidos o repetir la determinación en condiciones controladas. Adicionalmente, algunos tubos de ensayo sufrieron derrames durante el ciclo de autoclave, ocasionando la pérdida parcial de muestras destinadas a otras pruebas bioquímicas.

Ante estas limitaciones técnicas, se optó por seleccionar únicamente aquellas muestras que presentaron un crecimiento bacteriano más abundante en placa, con el fin de asegurar resultados confiables. Asimismo, se equilibró la representatividad entre edificios y tipos de agar utilizados,



permitiendo mantener una distribución uniforme de las muestras analizadas y garantizar la consistencia del proceso de identificación. Los resultados obtenidos de las pruebas bioquímicas se presentan en la tabla 2.

Tabla 2. Resultados de las Pruebas Bioquímicas

	Género	Hombres				Mujeres				Mixto		Agares
	Edificio	A	Ba	Bb	P	A	Ba	Bb	O	B	M	
PRUEBAS	Catalasa	+	+		+					+	+	EMB
		+	+	+	+					+	+	McC
		+	+		+	+				+	+	C
	Kligler (fermenta- ción)	G+, L+	G +		G +					G+	G+	EMB
		G+	G+	L+	G+					G+	G+	McC
		G+	G+		G+	G+				G+, L+	G+	C
	RM	+	+								+	EMB
				-	+						+	McC
		+				-				+		C
	VP	Rechazo de resultados por α-naftol contaminado										

Para interpretar los resultados de la Tabla 2. Resultados de Pruebas Bioquímicas, se utilizó la siguiente simbología: “+” indica una prueba positiva y “–” una negativa. En la fermentación, las letras L y G corresponden a lactosa y glucosa, respectivamente; se reportan con “+” si la fermentación fue positiva.

Los resultados obtenidos permiten confirmar que los dispensadores de jabón evaluados funcionan como reservorios microbianos, principalmente de enterobacterias y Pseudomonas spp.,



microorganismos de relevancia sanitaria asociados con contaminación fecal, condiciones de humedad y fallas en la higiene de superficies. La presencia constante de bacilos Gram negativos en la mayoría de los cultivos, junto con el crecimiento en medios selectivos como MacConkey, EMB y cetrimida, refuerza esta interpretación.

Las enterobacterias se detectaron en casi todas las muestras analizadas. Su crecimiento característico indica la presencia de bacterias compatibles con *Escherichia coli, Klebsiella spp.* o *Enterobacter spp.* Estas especies suelen asociarse con contaminación por materia orgánica y prácticas de limpieza insuficientes en superficies de alto contacto. Su hallazgo en los dispensadores sugiere una posible contaminación cruzada entre usuarios, así como la transferencia directa desde manos o superficies cercanas.

En relación con lo encontrado por Zapka et al. (2011), observamos que los dispensadores rellenables pueden albergar poblaciones bacterianas significativas, asociadas a contaminación fecal o ambiental. Los autores demostraron que el uso de jabón proveniente de dispensadores contaminados puede incrementar la carga bacteriana en las manos de los usuarios, lo que coincide con nuestra detección frecuente de enterobacterias en los distintos baños muestreados.

La detección de *Pseudomonas spp.* en varios dispensadores, particularmente en aquellos donde hubo crecimiento evidente en agar cetrimida, manifiesta la capacidad de este género para persistir en ambientes húmedos y en superficies expuestas a residuos de jabón. La presencia de colonias translúcidas, mucoides o de pigmentación tenue coinciden con el fenotipo típico descrito para *Pseudomonas aeruginosa*.

Del mismo modo, la presencia de *Pseudomonas spp.* , observada en varias de nuestras muestras, se alineó con lo reportado por Lucassen et al. (2023), quienes encontraron que ciertos diseños de dispensadores presentan puntos que facilitan la intrusión de agua o contaminantes, favoreciendo la colonización por estas bacterias Gram negativas. Este hallazgo es relevante, dado que estas bacterias presentan una alta tolerancia a desinfectantes y pueden sobrevivir por tiempos prolongados en biofilm, lo que incrementa el riesgo de exposición indirecta.

La identificación de cocos Gram positivos en algunas muestras indican contaminación por flora cutánea, lo cual ha sido descrito como común en superficies de contacto frecuente. La coexistencia de bacterias ambientales, flora humana y microorganismos oportunistas en un mismo dispositivo refuerza la importancia de la vigilancia microbiológica en dispensadores de uso compartido.

En conjunto, la similitud entre nuestros resultados y los reportados en la literatura sugiere que los dispensadores rellenables representan un riesgo sanitario potencial cuando no se gestionan adecuadamente. Aunque nuestro estudio enfrentó limitaciones metodológicas, los patrones observados fueron consistentes y permitieron clasificar los grupos bacterianos predominantes.



La investigación demostró que los dispensadores de jabón evaluados contenían microorganismos de importancia sanitaria, principalmente enterobacterias y *Pseudomonas spp.*, lo que coincide con lo reportado en estudios previos sobre la contaminación microbiana en sistemas de jabón rellenables. Esta situación resalta la necesidad de mejorar las prácticas de mantenimiento, considerar el uso de dispensadores con recambio sellado y establecer protocolos de vigilancia microbiológica periódica. En conjunto, la evidencia sugiere que la adecuada gestión de estos dispositivos es esencial para reducir el riesgo de transmisión de microorganismos en espacios públicos de alto tránsito.

Agradecimientos

Al Inter-Laboratorista Tomás González Hernández del laboratorio G-002, 003 del turno vespertino por su apoyo constante para el desarrollo adecuado en cada una de las etapas experimentales. Valoramos especialmente su paciencia, profesionalismo y la seguridad que nos brindó dentro del laboratorio.

Referencias

- Centers for Disease Control and Prevention. (2025, 12 de junio). *About Pseudomonas aeruginosa*. https://www.cdc.gov/pseudomonas-aeruginosa/about/index.html
- Instituto Nacional de Salud Pública. (2022, 4 de mayo). *La higiene de manos salva vidas*. https://www.insp.mx/avisos/la-higiene-de-manos-salva-vidas
- Lucassen R, van Leuven N, Bockmühl D. A loophole in soap dispensers mediates contamination with Gram-negative bacteria. Microbiologyopen. 2023 Oct;12(5):e1384. doi: 10.1002/mbo3.1384. PMID: 37877653; PMCID: PMC10541457.
- Mueller, M., & Tainter, C. R. (2023, 13 de julio). *Escherichia coli* infection. En *StatPearls*. StatPearls Publishing. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK564298/
- Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. (s.f.). *Mapa*. Recuperado el 26 de noviembre de 2025, de https://www.xoc.uam.mx/mapa/
- Yaguancela, M. A. S., & Toapanta, V. H. G. (2023). Carga microbiana en los servicios higiénicos: Una revisión bibliográfica. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, 4*(2). https://doi.org/10.56712/latam.v4i2.693
- Zapka, C. A., Campbell, E. J., Maxwell, S. L., Gerba, C. P., Dolan, M. J., Arbogast, J. W., & Macinga, D. R. (2011). Bacterial hand contamination and transfer after use of contaminated bulk-soap-refillable dispensers. *Applied and Environmental Microbiology, 77*(9), 2898–2904. https://doi.org/10.1128/aem.02632-10



FOLIO # 12030

Obtención y caracterización del acetilsalicilato de metilo a partir del ácido acetilsalicílico de uso	
Avila Almazan Meztli, Escobar Rodríguez Armando Aimar, González Reséndiz Linda Citlali, Mendoza Olvera Roberto*. **Profesores**: López Méndez Luis José, Salud Pérez María	
Autores para correspondencia: 2243026335@alumnos.xoc.uam.mx ljlopez@correo.xoc.uam.mx	**Módulo:** Síntesis y reactividad de compuestos orgánicos farmacéutico

Resumen

Los salicilatos son un grupo de compuestos derivados del ácido salicílico, frecuentemente utilizados como analgésicos, antipiréticos y antiinflamatorios. Para este trabajo, se sintetizó y caracterizó acetilsalicilato de metilo (ASAMe) a partir de ácido acetilsalicílico (AAS) extraído de tabletas de Aspirina. El AAS se aisló con etanol, para posteriormente ser transformado en ASAMe mediante esterificación de Fischer con metanol y ácido sulfúrico. El proceso se evaluó mediante cromatografía en capa fina y espectroscopía IR. La obtención de ASAMe a partir de AAS fue llevada a cabo de manera correcta; se logró obtener el principio activo de la aspirina y se sintetizó el ASAMe.

Palabras clave: acetilsalicilato de metilo, ácido acetilsalicílico, esterificación.

Introducción

La Aspirina, derivada originalmente de la salicina extraída de la corteza de sauce, evolucionó hasta convertirse en ácido acetilsalicílico, un fármaco ampliamente utilizado como analgésico, antiinflamatorio y antipirético. Además, ha demostrado aplicaciones en odontología, regeneración ósea y prevención de enfermedades cardiovasculares (Chuang et al., 2025). También se ha investigado su posible efecto en la reducción de la replicación de SARS-CoV-2 (Vinod et al., 2024), por lo que la modificación de su estructura puede resultar útil para la salud al desarrollar compuestos sin agresivos efectos secundarios.

De esta manera, los derivados del ácido salicílico, como el AAS, son conocidos por sus propiedades analgésicas, antiinflamatorias y antipiréticas (Vane & Botting, 2003). Ejemplos de estos son el ASAMe y el MeSA, los cuales incluso se han utilizado en la agricultura para conservar frutas y verduras (De La Asunción-Romero et al., 2024).

La esterificación es una de las reacciones usadas para la modificación de fármacos ya existentes que transforma ácidos carboxílicos en ésteres mediante el control de temperatura, catalizadores y eliminación de agua. Dentro de este tipo de reacciones destaca la esterificación de Fischer-Speier debido a su versatilidad, al permitir diversas combinaciones de materiales de partida, y su facilidad operativa (Mannu & Mele, 2024). Su estudio facilita la comprensión de la reactividad y de métodos de síntesis, así como la caracterización del producto mediante técnicas como TLC, espectroscopía IR

y pruebas cualitativas (Suliburska et al., 2025). Por ello, este proyecto se enfocó en obtener y caracterizar acetilsalicilato de metilo a partir de AAS aislado de tabletas de Aspirina, esto mediante la aplicación metodologías fundamentales de síntesis y análisis en un contexto de química farmacéutica aplicada.

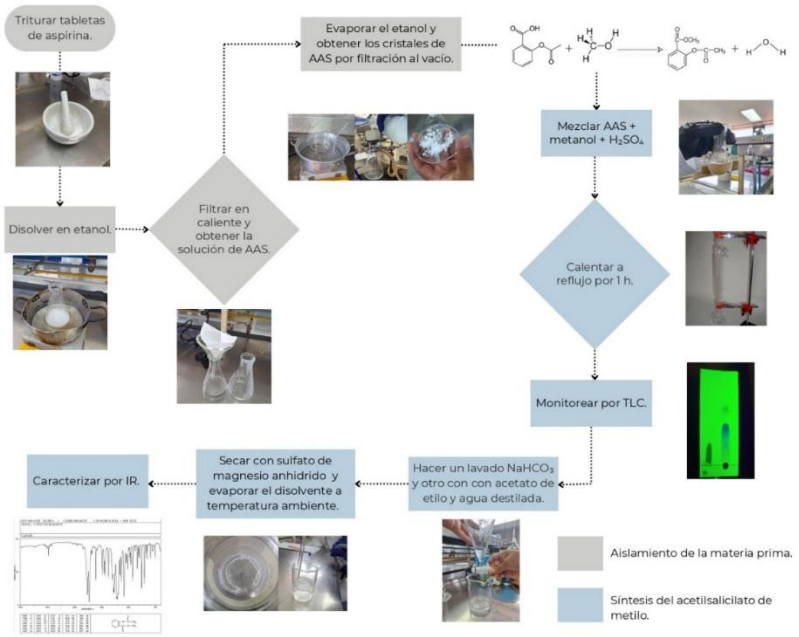
Objetivo General

Obtener y caracterizar acetilsalicilato de metilo a partir del ácido acetilsalicílico (AAS) aislado de tabletas de aspirina comercial.

Objetivos Particulares

- Aislar y purificar el ácido acetilsalicílico (AAS) a partir de tabletas de aspirina comercial mediante etanol y posterior cristalización.
- Sintetizar acetilsalicilato de metilo mediante la esterificación del AAS aislado con metanol en medio ácido catalítico.
- Caracterizar el producto obtenido mediante análisis por cromatografía en capa fina (CCF) y espectroscopía infrarroja (IR).
- Determinar los rendimientos porcentuales del aislamiento del AAS y de la síntesis del acetilsalicilato de metilo.

Metodología





Resultados y Discusión

1.- Aislamiento y Síntesis

El aislamiento del ácido acetilsalicílico, a partir de tabletas comerciales, con etanol y posterior purificación mediante cristalización permitió obtener un producto sólido de color blanco con un rendimiento de 62.7%. Después de la esterificación del AAS aislado con metanol, utilizando ácido sulfúrico como catalizador, se obtuvo de acetilsalicilato de metilo, con un rendimiento del 25.6% (tabla 1). El bajo rendimiento puede atribuirse a pérdidas durante la etapa de purificación (lavados con NaHCO3, acetato de etilo y agua destilada) o también a una posible deficiencia del catalizador en la reacción. No obstante, la obtención del producto confirma la viabilidad de la transformación de AAS en su éster metílico mediante una esterificación ácida.

Tabla 1. Rendimientos del proceso de aislamiento y síntesis.

Etapa	Masa obtenida (g)	Rendimiento (%)
Aislamiento de AAS	4.26	62.7
Síntesis de acetilsalicilato de metilo	0.216	25.6

2.- Caracterización Fisicoquímica

El análisis por cromatografía en capa fina (CCF) evidenció la formación de un nuevo compuesto. Se observó un valor de Rf de 0.62 para el producto, el cual es notablemente mayor al del AAS de partida, cuyo Rf fue de 0.25 (Figura 1). Esta diferencia significativa en la movilidad en la CCF se debe a la menor polaridad del ASAMe. Este cambio en polaridad es consecuencia de la transformación del grupo carboxilo ácido (-COOH) en un grupo éster metílico (-$COOCH_3$), mientras se conserva el grupo éster acetilo (-O-CO-CH_3) original del AAS. La comparación de los Rf confirma la conversión del AAS en su éster metílico (acetilsalicilato de metilo). Así mismo, se reveló una mancha por encima de la banda cromatográfica del acetilsalicilato de metilo, que puede indicar la presencia de un segundo compuesto dentro del producto obtenido



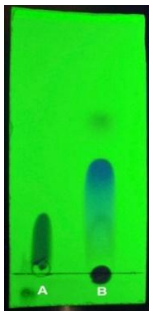


Figura 1. Cromatografía de capa fina, A) corresponde al AAS y B) corresponde a ASAMe

3.-Análisis Espectroscópico

Por medio de la espectroscopía infrarroja (IR) se confirmó la estructura del ASAMe. En contraste con el espectro del AAS, el producto mostró cambios significativos, se observó la desaparición de la banda ancha característica del grupo hidroxilo del ácido carboxílico, la cual se ubica entre 3000-2500 cm^{-1}. Por otra parte, se detectó la aparición de una banda intensa en 1742 cm^{-1}, lo que se le atribuye al estiramiento del grupo carbonilo de un éster alifático. Este hallazgo es una evidencia espectroscópica directa de la esterificación del grupo carboxilo del AAS. La región de la banda del carbonilo es consistente para la presencia del éster metílico formado y del éster acetilo original, cuyas bandas pueden superponerse en dicha región del espectro (SDBS, n.d.).

Conclusión

La obtención de ASAMe a partir de AAS se llevó a cabo de manera exitosa; fue posible aislar y purificar el principio activo de la aspirina, así como sintetizar el acetilsalicilato de metilo mediante esterificación de Fisher. Se confirmó la síntesis con la caracterización de cromatografía en capa fina y un análisis de espectroscopia IR. Por otra parte, por medio de la detección olfatoria y espectrofotometría IR se detectó la presencia de un segundo compuesto que sugiere la posible existencia de salicilato metilo, aunque en menor proporción, esto debido a la competencia de reacción de AAS, el metanol y el ácido sulfúrico. Los resultados obtenidos comprueban que la modificación de un fármaco de venta libre es posible en el ámbito académico, permitiendo reconocer pruebas de purificación y análisis. Todo esto en conjunto valida la viabilidad y eficacia de esta síntesis a través de un fármaco comercial.



Referencias

- Chuang, T.-L., Chang, C.-C., Yeh, C.-L., & Lin, C.-P. (2025). Development of zinc partially-stabilized cement carrying growth factor and anti-inflammatory drug for vital pulp therapy. Journal of Dental Sciences, 20(4), 2250–2257. https://doi.org/10.1016/j.jds.2025.05.029
- De La Asunción-Romero, R., Jiménez-Elizondo, N., & Morales-Herrera, I. (2024). Effects of postharvest abiotic stress on the accumulation of bioactive compounds. In Agronomia Mesoamericana (Vol. 35). Universidad de Costa Rica. https://doi.org/10.15517/am.2024.60233
- Mannu, A., & Mele, A. (2024). Fischer-Speier Esterification and Beyond: Recent Mechanicistic Advances. In Catalysts (Vol. 14, Issue 12). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). https://doi.org/10.3390/catal14120931
- SDBS. (n.d.). Spectral Database for Organic Compounds, SDBS. Retrieved December 3, 2025, from https://sdbs.db.aist.go.jp/SearchInformation.aspx
- Suliburska, J., Cholik, R. S., Karaźniewicz-Łada, M., Wronka, D., Karlik, A., Wa´skiewicz, A., Skrypnik, K., Kolodziejski, P., Cieslak, A., & Przybyl, Ł. (2025). Impact of dietary salicylates on angiogenic factors and biochemical parameters in a rat model of preeclampsia. PLOS ONE, 20(9 September). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0333543
- Vane, J. R., & Botting, R. M. (2003). The mechanism of action of aspirin. Thrombosis Research, 110(5–6), 255–258. https://doi.org/10.1016/S0049-3848(03)00379-7
- Vinod, P., Krishnappa, V., Rathell, W., Amir, S., Sundil, S., Dogbey, G., Patel, H., & Herzog, W. (2024). Effect of Aspirin Use on the Adverse Outcomes in Patients Hospitalized for COVID-19. Cardiology Research, 15(3), 179–188. https://doi.org/10.14740/cr1645



Evaluación de la actividad antimicrobiana de bacterias con potencial probióticos aisladas del tracto gastrointestinal sobre bacterias nosocomiales	
Cipriano Damián Emiliano, Esquivel Campos Ana Laura, Mendoza Pérez Felipe, Gonzáles Vázques Raquel, Reyes Castillo Pedro Antonio, Mayorga Reyes Lino, Córdoba Espinosa María Guadalupe	
Autores para la correspondencia: lmayorga@correo.xoc.uam.mx aesquivel@correo.xoc.uam.mx	Servicio social

Resumen

Este estudio evaluó la actividad antimicrobiana de tres cepas probióticas (*Bifidobacterium pseudocatenulatum JCL3, Lactobacillus rhamnosus LBUX2312* y LBUX2304) en diferentes formas celulares frente a bacterias nosocomiales mediante la técnica de Kirby–Bauer. *B. pseudocatenulatum* JCL3 mostró la mayor potencia, con zonas de inhibición de hasta 20 mm e impacto sobre bacterias Gram negativas y especies de *Candida*, mientras que las cepas de *L. rhamnosus* también presentaron actividad relevante. Estos resultados apoyan el potencial terapéutico de estas cepas como complemento a los antibióticos en el contexto de la resistencia antimicrobiana.

Palabras clave: Probióticos, Actividad antimicrobiana, Resistencia bacteriana

Introducción

La resistencia a los antimicrobianos es una de las principales amenazas para la salud pública y podría causar hasta 10 millones de muertes anuales hacia 2050 si no se implementan medidas de control efectivas (Organización Mundial de la Salud, 2024). El uso indiscriminado de antibióticos, intensificado durante la pandemia de COVID-19, ha favorecido la propagación de bacterias resistentes y limitado la eficacia de los tratamientos convencionales (Castañeda Guillot, 2018; Organización Mundial de la Salud, 2021).

En este contexto, los probióticos han emergido como una alternativa prometedora para la prevención y el control de infecciones, mediante la producción de compuestos antimicrobianos, la competencia por nutrientes y sitios de adhesión y la modulación de la respuesta inmune (Sanders et al., 2019; Kleerebezem & Vaughan, 2009; Stene et al., 2022). Dentro de ellos, especies de *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* destacan por su amplia actividad frente a patógenos multirresistentes y por sus efectos beneficiosos sobre la microbiota intestinal (Gasbarrini et al., 2016; Gebhart et al., 2024; Liu et al., 2024).

Objetivo general

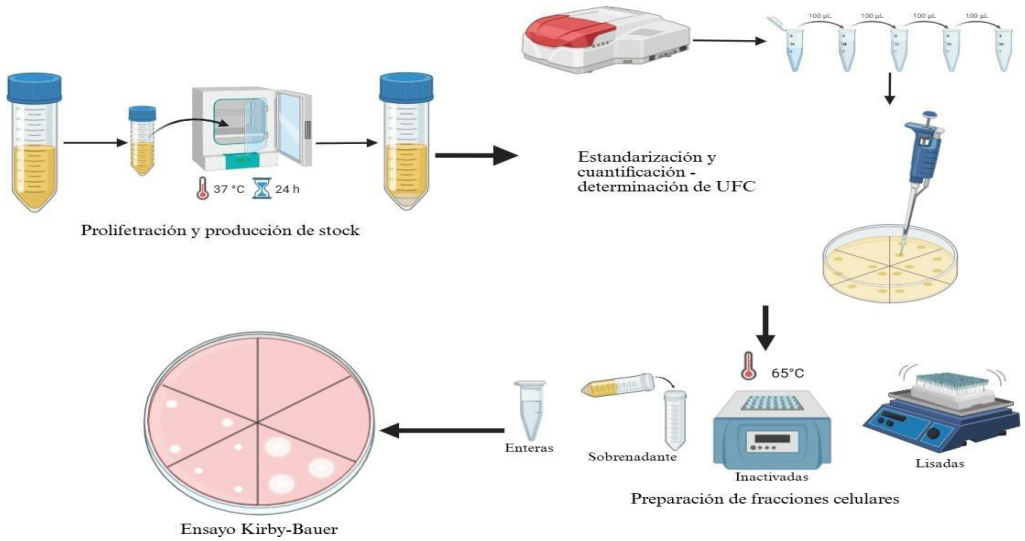
Determinar la actividad antibacteriana de probióticos aislados del tracto gastrointestinal frente a bacterias nosocomiales mediante técnicas estandarizadas.

Objetivos particulares

- Proliferar distintas cepas nosocomiales, *Lactobacillus spp* y *Bifidobacterium spp*
- Estandarizar los cultivos de probióticos y patógenos a una concentración de 0.5 DO y determinar las Unidades Formadoras de Colonias (UFC) correspondientes.
- Obtener preparaciones de Lactobacillus spp. y *Bifidobacterium spp* en forma de células enteras, sobrenadante, células inactivadas y lisados.
- Determinar la capacidad antibacteriana de los probióticos mediante la técnica de Kirby-Bauer.

Metodología

La evaluación de la actividad antimicrobiana de las cepas con potencial probiótico se realizó mediante un flujo experimental que incluyó: proliferación y producción de stocks de probióticos y patógenos, estandarización de la concentración celular y determinación de UFC, preparación de diferentes fracciones celulares (células enteras, sobrenadantes, lisados e inactivadas) y, finalmente, el montaje del ensayo de difusión en agar tipo Kirby-Bauer para determinar los halos de inhibición. El esquema general de este procedimiento se presenta en la Figura 1.



Resultados y discusión

B. pseudocatenulatum JCL3 presentó la actividad antimicrobiana más amplia, inhibiendo seis patógenos distintos con zonas de inhibición de hasta 20 mm en sus cuatro preparaciones. Mostró inhibición significativa contra *Pseudomonas putida*, *Citrobacter freundii*, *Pseudomonas aeruginosa* y especies de *Candida* (*C. glabrata*, *C. tropicalis*, *C. albicans*) (Gebhart et al., 2024; Liu et al., 2024). Su capacidad para inhibir tanto bacterias nosocomiales como levaduras representa un hallazgo importante, considerando la mayor resistencia de estos patógenos a compuestos antimicrobianos

(Georgieva et al., 2015; Makras & De Vuyst, 2006).

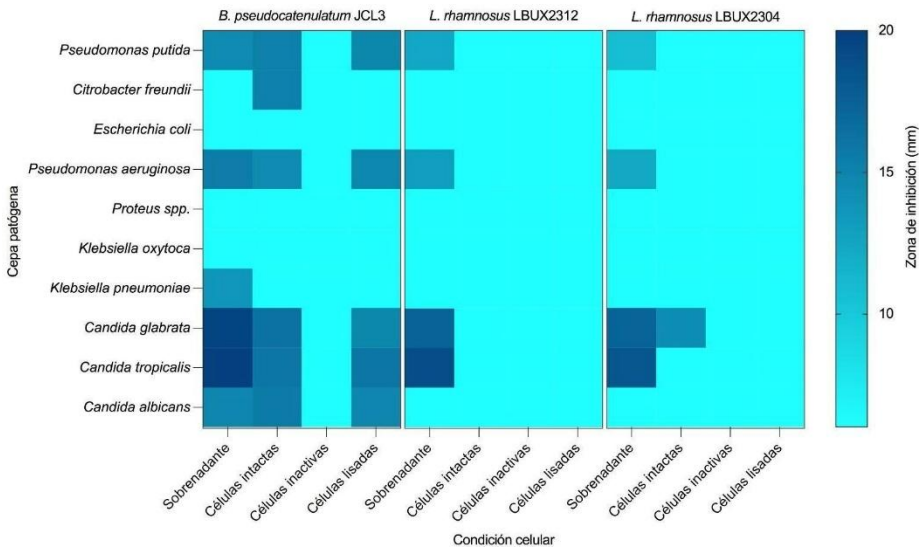


Figura 1. Zona de inhibición (mm) de *B. pseudocatenulatum JCL3* y *L. rhamnosus LBUX2312* y *LBUX2304* frente a bacterias nosocomiales y levaduras según condición celular.

L. rhamnosus LBUX2312 demostró actividad significativa contra cuatro patógenos, con zonas de inhibición de 12–15 mm, siendo particularmente efectiva en forma de sobrenadante y células intactas, inhibiendo *Pseudomonas* spp. y *Candida* spp. (Hrytsaienko et al., 2023; Sánchez et al., 2024). Esta actividad es consistente con reportes previos que describen la producción de ácido láctico, peróxido de hidrógeno y bacteriocinas como responsables de la acción antimicrobiana (Hrytsaienko et al., 2023; Sánchez et al., 2024; Wang et al., 2022).

L. rhamnosus LBUX2304 exhibió actividad más específica contra especies de *Candida* (zonas de 10–12 mm), siendo efectiva en células intactas y lisado celular. Esta capacidad anti-*Candida* es relevante, considerando que infecciones por *Candida* frecuentemente ocurren después del tratamiento con antibióticos y con la creciente resistencia a antifúngicos (Hrytsaienko et al., 2023; Falagas et al., 2006; Georgieva et al., 2015).

Conclusión

Este estudio demostró que las cepas probióticas evaluadas, particularmente *Bifidobacterium pseudocatenulatum JCL3*, *Lactobacillus rhamnosus LBUX2312* y *Lactobacillus rhamnosus LBUX2304*, poseen actividad antimicrobiana significativa contra bacterias nosocomiales y especies de *Candida*. *B. pseudocatenulatum JCL3* destacó como la cepa con mayor espectro, inhibiendo seis patógenos distintos con zonas de inhibición de hasta 20 mm en sus diferentes preparaciones.

Las cepas identificadas representan candidatos prometedores para el desarrollo de probióticos funcionales destinados a la prevención y tratamiento de infecciones bacterianas y fúngicas, contribuyendo así a estrategias de control de resistencia antimicrobiana sin promover su desarrollo.



Referencias

- Castañeda Guillot, C. (2018). Probióticos, puesta al día. *Revista Cubana de Pediatría*, *90*(2), 286–298.
- Falagas, M. E., Betsi, G. I., & Athanasiou, S. (2006). Probiotics for prevention of recurrent vulvovaginal candidiasis: A review. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, *58*(2), 266–272.
- Gasbarrini, G., Bonvicini, F., & Gramenzi, A. (2016). Probiotics history. *Journal of Clinical Gastroenterology*, *50*(Suppl 2), S116–S119.
- Gebhart, D., Sorg, R. A., Glatzel, M., et al. (2024). Pseudocin 196, a novel lantibiotic produced by *Bifidobacterium pseudocatenulatum* elicits antimicrobial activity against clinically relevant pathogens. *Gut Microbes*, *16*(1), 2387139.
- Georgieva, R., Yocheva, L., Tserovska, L., et al. (2015). Antimicrobial activity and antibiotic susceptibility of *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* spp. intended for use as starter and probiotic cultures. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, *29*(1), 84–91.
- Hrytsaienko, K., Havrylianchyk, N., Yaremchuk, K., Rud, V., & Hrytsaienko, M. (2023). Antimicrobial activity of dietary supplements based on bacterial lysate of *Lactobacillus rhamnosus* DV. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, *13*, 1211952.
- Kleerebezem, M., & Vaughan, E. E. (2009). Probiotic and gut lactobacilli and bifidobacteria: Molecular approaches to study diversity and activity. *Annual Review of Microbiology*, *63*, 269–290.
- Liu, J., Gu, Z., Song, Q., et al. (2024). The anti-inflammatory potential of a strain of probiotic *Bifidobacterium pseudocatenulatum* G7: In vitro and in vivo evidence. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *72*(15), 8471–8484.
- Makras, L., & De Vuyst, L. (2006). The in vitro inhibition of Gram-negative pathogenic bacteria by bifidobacteria is caused by the production of organic acids. *International Dairy Journal*, *16*(9–10), 1049–1057.
- Organización Mundial de la Salud. (2024). *Global antimicrobial resistance and use surveillance system (GLASS) report 2024*. https://www.who.int/publications/i/item/WHO-UHL-AMR-2024.1
- Reyes-Castillo, P. A., González-Vázquez, R., Torres-Maravilla, E., et al. (2023). *Bifidobacterium longum* LBUX23 isolated from feces of a newborn: Potential probiotic properties and genomic characterization. *Microorganisms*, *11*(7), 1648.



FOLIO # 12040

Obtención del éster metílico de naproxeno a partir tabletas comerciales	
Arroyo Vázquez Ana Sophia, Dario Victoriano Monserrath, Hernández Santiago Cesar Yair, Rodríguez Calzada Ketzali Ximena. **Profesores:** Gutiérrez Pérez María Salud, López Méndez Luis José	
***Autores para correspondencia:** msperez@correo.xoc.uam.mx 2243023870@alumnos.xoc.uam.mx	**Módulo:** Síntesis y reactividad de compuestos orgánicos farmacéutico

Resumen

El naproxeno es uno de los fármacos antinflamatorios no esteroideos (AINES) más eficaces, al interactuar bloqueando sustancias en el cuerpo que causan dolor, fiebre e inflamación. En este proyecto se realizó una esterificación de Fischer a partir del principio activo extraído de tabletas comerciales de naproxeno. La materia prima y el producto obtenido fueron caracterizados mediante cromatografía en capa fina (CCF), espectroscopía de infrarrojos (IR) y determinación del punto de fusión. Los resultados como la desaparición de la banda característica del -OH del grupo carboxilo de la materia prima en IR, la diferencia de factores de retención en CCF permitió verificar la formación de un éster de naproxeno. Se obtuvo un rendimiento del 61%.

Palabras clave: naproxeno, esterificación, espectroscopía IR.

Introducción

El naproxeno, se utiliza comúnmente para tratar diversos dolores musculares, artritis, dolores menstruales, dolor de dientes y de espalda (Li et al., 2013; Brutzkus y Varacallo, 2018). A pesar de ser una solución eficiente ante distintos síntomas, el uso de naproxeno tiene efectos secundarios adversos como la aparición de ulceras gastrointestinales y enfermedades relacionadas con el corazón (GoodRx, 2024) estos efectos se pueden llegar a minimizar mediante el uso de derivados del naproxeno en los que el grupo carboxilo permanece protegido por reacciones como esterificación modificando las propiedades del compuesto original, así como su comportamiento metabólico y efectos adversos (Sánchez Hernández, 2017; Wade, 2025). En esta investigación se sintetizo el éster metílico de naproxeno, mediante una reacción de Fischer ya que es el método más efectivo para obtener esteres de ácidos carboxílicos aromáticos. Su formación facilita la purificación del compuesto, pues mejora su estabilidad química y permite una caracterización más precisa mediante técnicas como IR (Smith, 2020; Michael piuring peterson 2012)

Objetivo general

Obtener el éster metílico de naproxeno por reacción de Fischer a partir del principio activo de tabletas comerciales.

Objetivos particulares

- Extraer y purificar el principio activo del naproxeno a partir de tabletas comerciales.
- Realizar una reacción de esterificación de Fischer sobre el principio activo del naproxeno.
- Identificar el éster metílico de naproxeno mediante métodos de cromatografía en capa fina (CCF) y espectroscopía infrarroja (IR).

Metodología

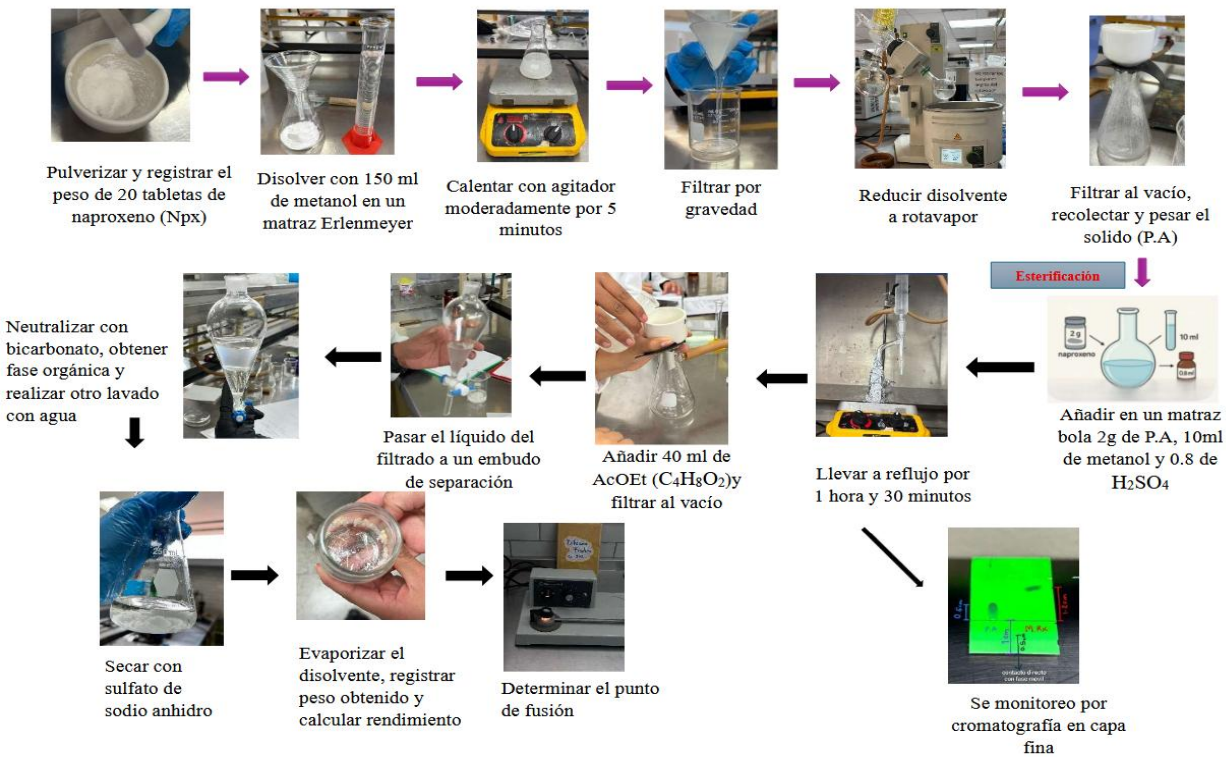


Figura 1 Metodología aplicada para extracción y esterificación de principio activo de tabletas de naproxeno



Resultados y Discusión

Extracción y purificación del principio activo del naproxeno.

Tabla 1 Datos de la extracción del P.A del naproxeno

Datos	Medidas	Observaciones/ discusión
Tabletas de naproxeno utilizadas	20 de 250 mg	
Peso neto (rendimiento teórico)	5 g	Peso del principio activo esperado.
Peso bruto	5.935 g	Peso total de tabletas: principio activo + excipientes
Metanol	150 ml	Disolvente utilizado
Gramos de producto obtenido (rendimiento experimental)	2.418 g	Peso obtenido después de la extracción de principio activo.

A partir de los datos obtenidos se calculo el rendimiento:

$$\%R_{(P.A)} = \frac{2.418\ g}{5\ g} * 100 = 48.36\%$$

Figura 2 Cálculo del rendimiento teórico y del porcentaje de rendimiento total de la extracción del P.A

Esterificación de Fischer del principio activo del naproxeno.

La reacción se llevó a cabo con 2 g de principio activo de naproxeno (P.A), metanol y ácido sulfúrico (H_2SO_4), Se registro el peso final y se calculó el rendimiento:

$$\%R_{(M.Rx)} = \frac{1.220\ g}{2\ g} * 100 = 61\%$$

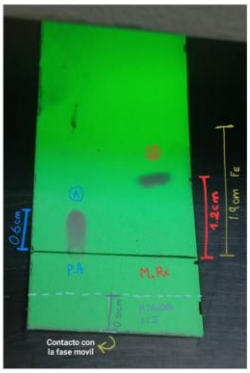
Figura 3 Cálculo del rendimiento

Se cree que la disminución de rendimiento fue por causa de un exceso de traspasados que propiciaron la perdida de producto, así como el filtrado extra realizado para eliminar impurezas insolubles.

Cromatografía en capa fina (CCF)

Se colocó durante un minuto la placa en el eluyente 7:3 de hexano y acetato de etilo respectivamente y se reveló bajo luz UV. Reactivo inicial (A: azul) y producto de la reacción (B: rojo).

a) **b)**



$$R_f = \frac{\text{Distancia migrada por el soluto}}{\text{Distancia migrada por el frente}}$$

$$R_{F(A)} = \frac{0.6Cm}{1.9Cm} = 0.3 \qquad R_{F(B)} = \frac{1.2Cm}{1.9Cm} = 0.6$$

Figura 4. Cromatografía en capa fina: a) placa revelada bajo luz UV con anotaciones de medidas b) cálculo de Rf de las dos muestras.

Tabla 2 2. Datos de cromatografía en capa fina

Datos	Medidas	Polaridad	Observaciones/discusión
$R_{F\,(A)}$: P.A (Principio activo)	0.3	Mayor polaridad	Tiene una mayor interacción con la fase estacionaria, se desplaza menos.
$R_{F\,(B)}$: M.Rx (Muestra de reacción)	0.6	Menor polaridad	Mayor afinidad de por la fase móvil, se desplaza más.
Eluyente	7:3 hexano/ AcOEt	Polaridad intermedia	Ofrece un equilibrio de polaridad que maximiza la resolución de compuestos

Determinación de punto de fusión

Tabla 3. Datos de punto de fusión

Muestra	Punto de fusión alcanzado (°C)	Observaciones/ discusión
Naproxeno (materia prima)	152°	El punto de fusión coincide con el reportado en literatura (INAME, 2022).
Ester metílico de naproxeno (producto)	95°	Los esteres poseen un punto difusión menor debido a que no forman puentes de hidrogeno.

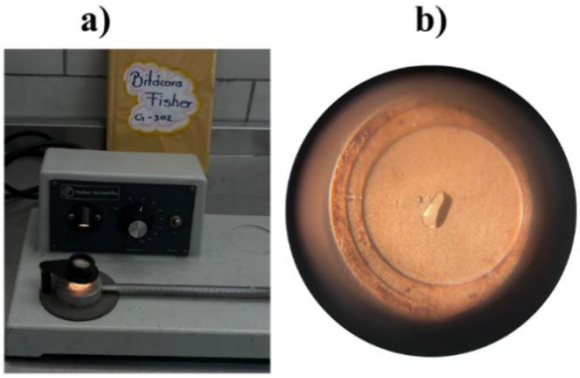
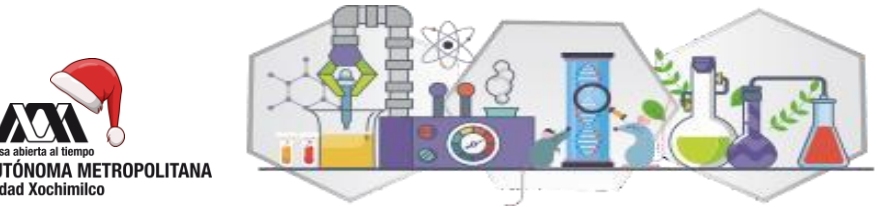
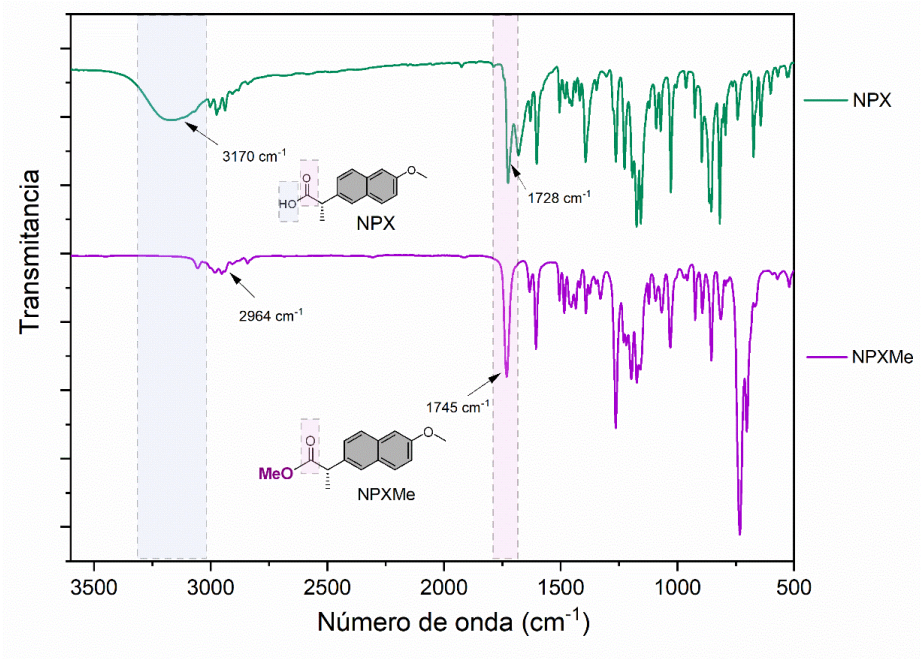


Figura 5. a) aparato de Fisher para punto de ebullición b) apariencia de la muestra de NPXMe al llegar a 95°C

Espectroscopía de infrarrojos (IR)

Se analizaron muestras de la materia prima (NPX) y del producto obtenido de esterificación (NPXMe) en un equipo de espectroscopía de infrarrojo de laboratorio G303, UAM-X. Los datos obtenidos se clasificaron a partir de tablas de literatura citada (QUIORED,2002). La coincidencia de bandas nos indicó que el producto se trataba de un éster.





Espectroscopía IR 1. NPX: naproxeno (materia prima) y NPXMe: Ester metílico de naproxeno (producto)

Tabla 5. Datos de espectroscopía IR

Grupo funcional	NPX	NPXMe	observaciones
-OH (hidroxilo)	3170 cm^{-1}	*2964 cm^{-1}	Se evidencia la ausencia de la señal de del grupo -OH
-C=O (carbonilo)	1728 cm^{-1}	1745 cm^{-1}	La señal del grupo carbonilo de un éster esta más desplazada (1730-1750cm^{-1}) con respecto a la de un ácido carboxílico (1700-1730 cm^{-1})

*No hay grupo hidroxilo, pero se coloca el recorrido de la señal.

Conclusiones

La extracción del principio activo a partir de tabletas comerciales permitió obtener naproxeno con un rendimiento de 48.36%, demostrando la eficacia de los procesos de disolución y filtración empleados. El material purificado se utilizó exitosamente como sustrato en una reacción de esterificación de Fischer obteniendo el 61% de producto esperado. Los resultados de métodos de identificación aplicados demostraron que el compuesto formado corresponde al éster metílico de naproxeno. En conclusión, el proyecto se desarrolló de manera satisfactoria y cumplió los objetivos planteados.



Referencias

- Alibaba.com. (s. f.). Alibaba.com – Leading global B2B marketplace. https://www.alibaba.com/Smith, J. G. (2020). Organic chemistry (6.ª ed.). McGraw-Hill Education.
- Brutzkus, J. C., Shahrokhi, M., & Varacallo, M. A. (2018). Naproxen. In StatPearls [Internet]. StatPearls Publishing. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30247840/
- Good RX(2024). Efectos secundarios naproxeno. Recuperado de https://share.google/
- Instituto Nacional de Medicamentos (INAME). (2022). Naproxeno: Sustancia de referencia para ensayos físico-químicos (Control Nº 121051). Gobierno de Argentina. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/naproxeno_control_ndeg_121051_0.pdf
- Morales Gragales, A. E. (2025). [Título del documento]. Repositorio Institucional UNAM. https://ru.dgb.unam.mx/server/api/core/bitstreams/e8f48635-7831-4075-ac63-bfa7421adeaf/content
- Recursos Educativos de Química Orgánica (QUIORED). (2002, agosto). Tablas de espectroscopía — Absorciones IR para grupos funcionales representativos. Universidad de Granada. https://www.ugr.es/~quiored/lab/tablas_espec/ir.htm
- Sánchez Hernández, A. (2017). Título de la tesis [Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio UNAM. https://rdu.iquimica.unam.mx/bitstream/20.500.12214/736/1/Sanchez_Hernandez_tesisM_2017.pdf
- Smith, J. G. (2020). Organic chemistry (6.ª ed.). McGraw-Hill Education.
- The Editors of Encyclopaedia Britannica. (2025). Esterification. In Britannica. https://www.britannica.com/science/esterification
- X., Zheng, W., & Kelly, W. R. (2013). Occurrence and removal of pharmaceutical and hormone contaminants in rural wastewater treatment lagoons. Science of the Total Environment, 445–446, xx–xx.



FOLIO # 12043

Identificación, caracterización y sensibilidad antimicrobiana de actinobacterias patógenas oportunistas aisladas de pacientes inmunocomprometidos

Avante Morales Aaron, Luna Gallardo Kevin Ramiro, Rivera Mondragón Sandra Paola, Vázquez Moreno Yeray*

Profesores: González Nava Janette Berenice*, González García Samuel

***Autores para correspondencia**: jbgonzalez@correo.xoc.uam.mx 2223021496@alumnos.xoc.uam.mx

Módulo: Prevención y control de la propagación microbiana

Resumen

El objetivo de este estudio fue caracterizar e identificar actinobacterias patógenas oportunistas de los géneros *Nocardia*, *Streptomyces* y *Rhodococcus*, aisladas de pacientes inmunocomprometidos. La metodología integró la caracterización morfológica, pruebas bioquímicas y ensayos de sensibilidad antimicrobiana. Para la identificación definitiva, se realizó la amplificación por PCR del gen ARNr 23S. Los resultados morfológicos permitieron una diferenciación preliminar y las pruebas bioquímicas no fueron concluyentes. Los perfiles de antibiograma revelaron sensibilidad limitada y Gentamicina como el tratamiento ideal. La PCR confirmó la identidad de todos los aislados como actinobacterias. Se concluye que, ante la ambigüedad de las pruebas bioquímicas tradicionales, es indispensable complementar el diagnóstico con herramientas moleculares para asegurar una identificación precisa y un tratamiento clínico adecuado.

Palabras clave: *Actinobacteria*, actinomicetoma, gen ARNr 23S

Introducción

En los últimos años, la incidencia de infecciones oportunistas ha aumentado en personas con enfermedades subyacentes, autoinmunes o sometidas a quimioterapia. Entre estos patógenos, es fundamental identificar correctamente a las especies que son miembros de las actinobacterias, como *Nocardia*, *Streptomyces* y *Rhodococcus*, debido a su capacidad de causar infecciones graves en estos pacientes (Rahdar et al., 2019).

Las actinobacterias son bacterias Gram positivas con un alto contenido de ADN G+C que constituyen uno de los filos bacterianos más extensos y se distribuyen ampliamente en ecosistemas acuáticos y terrestres (Barka et al., 2015). Su patogenicidad se relaciona con la capacidad de formar granulomas, producir enzimas hidrolíticas y sobrevivir dentro de células fagociticas, características que justifican su estudio y caracterización en laboratorio (Engelbrecht et al., 2021)

Objetivo general

Caracterizar e identificar tres cepas de actinobacterias del género *Nocardia*, *Streptomyces* y *Rhodococcus.*

Objetivos particulares

- Describir la morfología celular y colonial de las cepas de actinobacteria.
- Realizar una identificación bioquímica clínica de las cepas de actinobacterias.
- Determinar el tratamiento correcto para las cepas de actinobacterias patógenas oportunistas.
- Comprobar la identidad de las cepas clínicas como bacterias del filo *Actinobacteria.*

Metodología

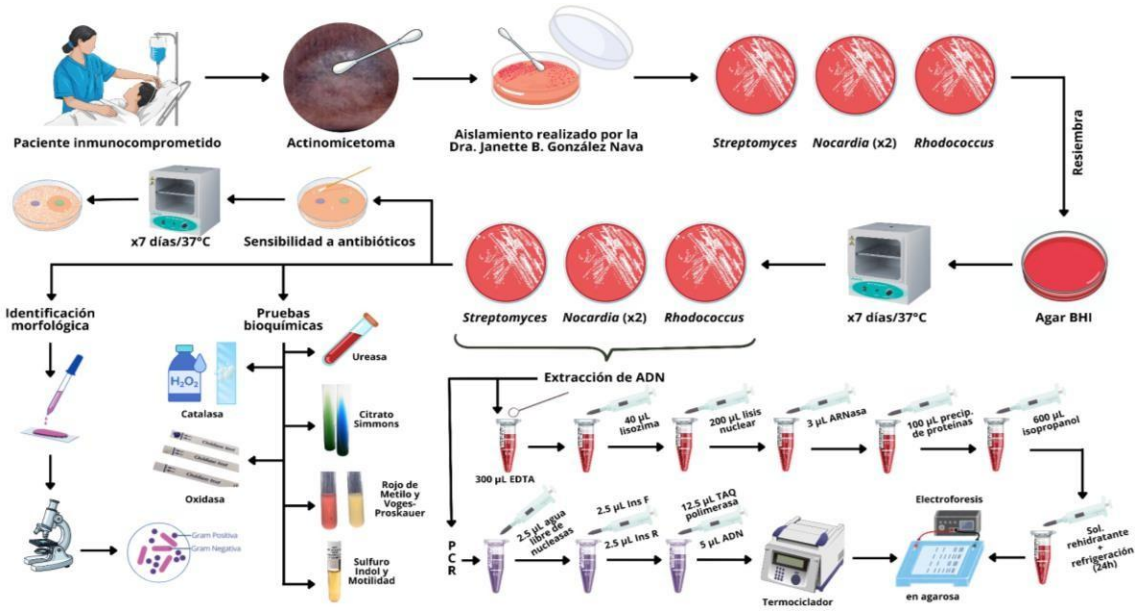


Figura 1. Metodología general empleada para la realización del estudio.

Resultados y Discusión

Morfología

Las cepas estudiadas crecieron con éxito en el medio correspondiente, tardando aproximadamente una semana en crecer, los datos observados de su morfología macroscópica se describen en la Tabla 1

Tabla 1. Caracterización macroscópica realizada a las 4 cepas de estudio.

Cepa	Tamaño	Forma	Elevación	Margen	Color	Textura
Streptomyces	Grande	Circular-Irregular	Convexa-cupuliforme	Ondulado	Blanco	Dura
Rhodococcus	Mediano	Circular-Irregular	Mamelonada	Ondulado	Rosa tenue	Suave
Nocardia 1	Mediano	Circular-Irregular	Mamelonada	Ondulado	Blanco	Dura
Nocardia 2	Mediano	Circular-Irregular	Convexa-cupuliforme	Ondulado	Blanco	Dura

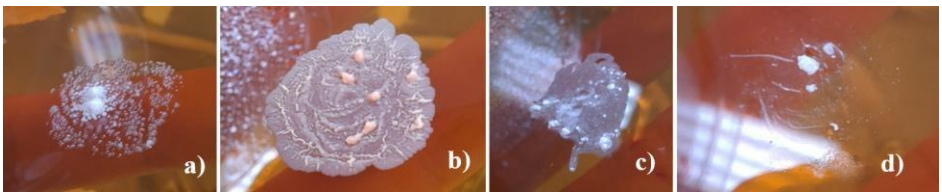


Figura 2. Morfología macroscópica diferencial de actinobacterias (crecimiento colonial). a) *Streptomyces*, b) *Rhodococcus*, c) *Nocardia* 1 y d) *Nocardia* 2 y en la figura 2.

La caracterización morfológica diferenció las cuatro cepas analizadas. *Streptomyces* mostró un crecimiento grande, color blanco y textura dura, típico de este género que forma colonias secas y pulverulentas por el micelio aéreo (Franco y Correa, 2008). *Rhodococcus* presentó colonias medianas, rosa tenue y textura suave, consistente con su pigmentación y aspecto más húmedo (Beaman y Saubolle, 2015). Las dos cepas de *Nocardia* tuvieron colonias blancas, tamaño mediano y textura dura, lo cual es habitual en medios sólidos (Rathish y Zito, 2023).

En cuanto a la morfología microscópica se describe en la Tabla 2 y en la figura 3.

Tabla 2. Caracterización microscópica realizada a las 4 cepas de estudio.

Cepa	Gram	Forma microscópica
Streptomyces	Negativa	Hifas ramificadas
Rhodococcus	Positiva	Bacilos empalizados
Nocardia 1	Positiva	Hifas ramificadas
Nocardia 2	Positiva	Hifas ramificadas

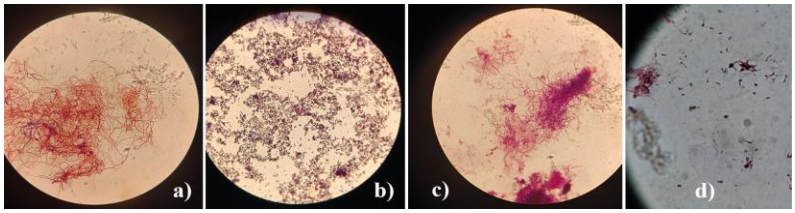


Figura 3. Morfología microscópica diferencial de actinobacterias (tinción de gram). a) *Streptomyces*, b) *Rhodococcus*, c) *Nocardia* 1 y d) *Nocardia* 2

La morfología microscópica reforzó las observaciones de la morfología macroscópica. *Streptomyces* y ambas *Nocardia* mostraron hifas ramificadas, característico de los actinomicetos filamentosos (Zerouki et al., 2021; Rathish y Zito, 2023). *Rhodococcus* se observó como bacilos empalizados y resultó Gram positivo, acorde con la morfología típica del género (Beaman y Saubolle, 2015; García, 2010). El caso particular de *Streptomyces*, que se reportó como Gram negativo, se debe a que son Gram variables (García, 2010).

Identificación bioquímica

Las pruebas bioquímicas se observan en la Tabla 3 y en la figura 4, siendo 7 las realizadas.

Tabla 3. Resultados de pruebas bioquímicas realizadas a las 4 cepas de estudio.

Cepa	Catalasa	Oxidasa	Ureasa	Citrato	RM	VP	SIM
Streptomyces	+	-	-	-	-	-	-
Rhodococcus	+	-	-	+	-	-	-
Nocardia 1	+	-	-	-	-	-	-
Nocardia 2	+	-	-	-	-	-	-

RM: Rojo de Metilo, VP: Voges-Proskauer, SIM: Sulfuro Indol y Motilidad



Figura 4. Resultados de las pruebas bioquímicas realizadas a las cepas de estudio. a) *Streptomyces*, b) *Rhodococcus*, c) *Nocardia* 1 y d) *Nocardia* 2

Las pruebas bioquímicas se utilizaron para confirmar y establecer los perfiles metabólicos diferenciales de las cepas de estudio. El análisis demostró la existencia de patrones metabólicos distintivos:

- Catalasa: El resultado Positivo (+) en todos los aislados confirmó su naturaleza como actinobacterias aeróbicas (Brown-Elliott et al., 2006).
- Citrato de Simmons: El resultado Positivo (+) exclusivo para *Rhodococcus* fue el marcador más claro al ser el único género que utiliza citrato como fuente de carbono (Ventura et al., 2007).
- Los resultados negativos en las demás pruebas indican que es necesario complementar con otras pruebas bioquímicas o moleculares para su correcta identificación (García, 2010).



Sensibilidad a antibióticos

Los resultados de sensibilidad a antibióticos que presentaron las cepas de estudio se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4. Resultados obtenidos de la prueba de sensibilidad a antibióticos.

	Cepa			
Antibiótico	*Streptomyces*	*Rhodococcus*	*Nocardia* 1	*Nocardia* 2
Ácido nalidíxico (NA 30)	R	R	R	-
Amoxicilina/Ácido clavulánico (AmC 30)	R	R	R	-
Ampicilina (AM 10)	R	R	R	-
Cefotaxima (CTX 30)	R	R	R	-
Ciprofloxacino (CIP 5)	I	R	R	-
Estreptomicina (S 10)	R	R	R	-
Gentamicina (GM 10)	S	S	I	-
Imipenem (IMP 10)	R	S	R	-
Sulfametoxazol/Trimetoprim (SXT)	R	R	R	-
Tetraciclina (Te 30)	R	R	R	-

I: intermedio, S: sensible, R: resistente

El tratamiento de elección para un actinomicetoma, según la literatura, es Sulfametoxazol con Trimetoprim, o incluso estreptomicina y amikacina (Galindo-Talamantes et al., 2023). Sin embargo, el antibiograma realizado reveló que el mejor fármaco fue la Gentamicina, lo cual es relevante ya que indica un comportamiento diferente de los actinomicetos ante un mismo fármaco, dependiendo de la especie.

Identificación molecular mediante PCR

Los resultados de la amplificación del gen 23S de las cepas de estudio se observan en la Figura 5.

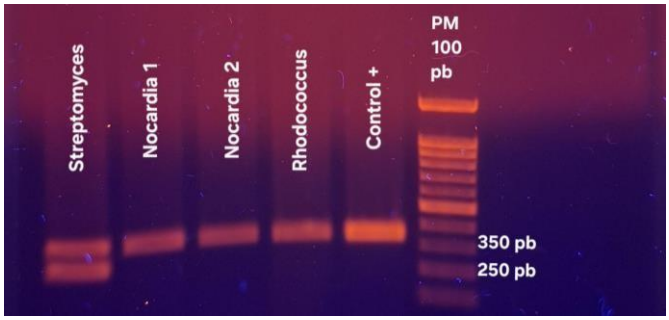


Figura 5. Fotografía de electroforesis en gel de agarosa realizada a las cepas de estudio, para visualizar la amplificación del gen 23S.

Los resultados en la Figura 5 muestran que, las 4 cepas amplificaron exitosamente el gen 23S, sus bandas se encuentran en 350 pb en contraste con las bandas del marcador de peso molecular, el control positivo (+) de igual manera se encuentra en 350 pb, lo anterior demuestra la presencia de *Actinobacterias*; adicionalmente, *Streptomyces* amplificó una banda de 250 pb, lo que sugiere presencia de *Actinobacteria* y *Eubacteria* (Zaragoza Bastida et al., 2014).

Conclusiones

Se logró la caracterización morfológica de los aislados clínicos, permitiendo una diferenciación inicial de los géneros *Streptomyces*, *Rhodococcus* y *Nocardia*. Sin embargo, los perfiles bioquímicos demostraron una capacidad discriminatoria muy limitada, evidenciando el riesgo clínico de basar el diagnóstico únicamente en pruebas fenotípicas tradicionales, las cuales resultaron insuficientes para una identificación concluyente.

Por el contrario, la identificación molecular mediante la PCR del gen ARNr 23S se consolidó como la herramienta determinante del estudio, validando con precisión la pertenencia de todas las cepas al filo *Actinobacteria*. La integración de este análisis molecular con la identificación morfológica fue fundamental para superar las ambigüedades fenotípicas. Finalmente, la sensibilidad escasa a los antibióticos presentada en los 3 géneros subraya la importancia crítica de un diagnóstico temprano, rápido y preciso para establecer terapias antibióticas efectivas en pacientes inmunocomprometidos.



Referencias

- Barka, E. A., Vatsa, P., Sanchez, L., Gaveau-Vaillant, N., Jacquard, C., Meier-Kolthoff, J. P., Klenk, H. P., Clément, C., Ouhdouch, Y., & van Wezel, G. P. (2015). Taxonomy, Physiology, and Natural Products of Actinobacteria. *Microbiology and molecular biology reviews : MMBR*, *80*(1), 1–43. https://doi.org/10.1128/MMBR.00019-15
- Beaman, B. L., & Saubolle, M. A. (2015). Nocardia, Streptomyces, Rhodococcus, and similar organisms. En Basic Medical Key. https://basicmedicalkey.com/nocardia-streptomyces-rhodococcus-and-similar-organisms/
- Brown-Elliott, B. A., Brown, J. M., Conville, P. S., & Wallace, R. J., Jr (2006). Clinical and laboratory features of the Nocardia spp. based on current molecular taxonomy. Clinical microbiology reviews, 19(2), 259–282. https://doi.org/10.1128/CMR.19.2.259- 282.2006
- Engelbrecht, A., Saad, H., Gross, H., & Kaysser, L. (2021). Natural products from Nocardia and their role in pathogenicity. Microbial Physiology, 31(3), 217–232. https://doi.org/10.1159/000516864
- Franco Correa, M. (2008). Evaluación de caracteres PGRP en actinomicetos e interacciones de estas rizobacterias con hongos formadores de micorrizas. Universidad de Granada. https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/2110/17716093.pdf?sequence=1
- Galindo-Talamantes, F. J., Valdez-García, J. E., Galaviz-Chaparro, O., Chacón-Ruiz, M. A., del Mar Terronez-Girón, A., Montes de Oca-Sánchez, G., & Bonifaz, A. (2023). Actinomicetoma de causa poco frecuente en México: la histopatología como herramienta clave para normar una terapéutica adecuada. *Dermatología Revista Mexicana*, *67*(1), 133-138. https://doi.org/10.24245/dermatolrevmex.v67i1.8565
- Garcia, L. S. (2010). 6. Aerobic Actinomycetes. En *Clinical Microbiology Procedures Handbook* (Vol. 1, 3rd ed). American Society for Microbiology (ASM). https://appknovel.uam.elogim.com/kn/resources/kt0091U9A7/kpCMPHVE03/pdf?kpromoter=federation
- Rahdar, H. A., Salehi, M. R., Bahador, A., Jasemi, S., Karami-Zarandi, M., Nejad, M. H., Shahraki-Zahedani, S., Amani, J., Feyisa,
- S. G., Kardan-Yamchi, J., & Feizabadi, M. M. (2019). Detection of Nocardia, Streptomyces and Rhodococcus from bronchoalveolar lavage specimens of patients with HIV by Multiplex PCR Assay. *Ethiopian Journal of Health Sciences*, *29*(6), 737–744. https://doi.org/10.4314/ejhs.v29i6.10
- Rathish, B., & Zito P. M. (2023). Nocardia. StatPearls Publishing. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK560872/
- Ventura, M., Canchaya, C., Tauch, A., Chandra, G., Fitzgerald, G. F., Chater, K. F., & van Sinderen, D. (2007). Genomics of Actinobacteria: tracing the evolutionary history of an ancient phylum. Microbiology and molecular biology reviews : MMBR, 71(3), 495–548. https://doi.org/10.1128/MMBR.00005-07
- Zaragoza Bastida, A., Karam Calderón, M. A., Bustamante Montes, L. P., Sandoval Trujillo, Á. H., & Ramírez Durán, N. (2014). Marcador molecular de actinomicetos utilizado para detectar micobacterias en muestras de esputo. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*,*45*(1), 35–40. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-01952014000100005&lng=es&tlng=es
- Zerouki, C., Bensalah, F., Kuittinen, S., Pappinen A., Turunen O. Whole-genome sequencing of two Streptomyces strains isolated from the sand dunes of Sahara. BMC Genomics 22, 578 (2021). https://doi.org/10.1186/s12864-021-07866-x



FOLIO # 12045

Diseño de Péptidos Terapéuticos Dirigidos a la Estructura Proteica del Oncogén E6 del Virus del Papiloma Humano: Un Enfoque Bioinformático

Katya F. Carpio Gonzalez[1], M. Jonathan Fragoso Vázquez[1], Humberto L Mendoza Figueroa[2*].

Autores para la correspondencia:	Servicio social
kcarpiod1700@alumno.ipn.mx mjfragoso@ipn.mx hmendozaf@ipn.mx	

Introducción

El Virus del Papiloma Humano (VPH) es universalmente reconocido como el agente causal primario del cáncer de cuello uterino, la cuarta causa de muerte por cáncer en mujeres a nivel global y la segunda en México y Latinoamérica (Instituto Nacional del Cáncer, 2021). Clasificado como un virus oncogénico con tropismo por mucosas y tejidos epiteliales, el VPH posee más de 200 genotipos, de los cuales al menos doce son de alto riesgo, destacando las cepas VPH-16 y VPH-18 por su alta prevalencia en la patogénesis tumoral. La transformación maligna se asocia directamente con la expresión sostenida de dos oncoproteínas E6 y E7, codificadas en el genoma viral. En el proceso de integración del ADN viral al genoma del huésped, el gen E2 es frecuentemente replicado, lo que resulta en la sobreexpresión desregulada de E6 y E7. Estas oncoproteínas actúan de manera sinérgica para neutralizar las principales vías de supresión tumoral del huésped, llevando a la inmortalización y proliferación celular descontrolada (Okunade K. S., 2020).

1.1.Mecanismo molecular del proceso oncogénico del VPH

La oncogenicidad de alto riesgo del VPH reside en su capacidad para anular las dos proteínas supresoras de tumores más importantes, p53 y la proteína del retinoblastoma (pRb) (Lehoux, M., *et al.*, 2009). Concretamente, la oncoproteína E6 se une a una ligasa de ubiquitina celular, conocida como *E6-Associated Protein* (E6AP). La formación del complejo E6/E6AP/p53 dirige a p53 hacia la degradación por el sistema proteasomal. Al degradarse p53, la célula pierde su "guardián genómico", permitiendo la acumulación de mutaciones y la evasión de la apoptosis (Chauhan, S., *et al.*, 2024) Por otro lado, E7 se dirige a la proteína pRb la cual es clave en la regulación del ciclo celular. En su forma activa, se une al factor de transcripción E2F, impidiendo la progresión de la fase G1 a la fase S. Al unirse E7 a pRb, se forma el heterodímero E7/pRb, lo que conduce a la liberación de E2F y al avance incontrolado del ciclo celular, promoviendo la proliferación (Kajitani *et al.*, 2022).

1.2.Limitaciones de la Terapia Actual

Las principales herramientas para combatir el VPH son las vacunas profilácticas (L1 VLP), las cuales son altamente efectivas en la prevención de la infección, pero carecen de utilidad terapéutica una vez que la infección y las lesiones precancerosas o cancerosas están establecidas. Mientras que los tratamientos para el cáncer cervical avanzado (quimioterapia, radioterapia)









presentan toxicidad sistémica significativa. Esta necesidad terapéutica justifica la exploración de nuevas modalidades de fármacos (Liu *et al.*, 2024).

1.3. Péptidos terapéuticos como alternativa

El diseño de moléculas pequeñas inhibidoras para las interacciones proteína-proteína (PP) de E6 y E7 es poco explorado (Soumia, M., *et al.*, 2022). No obstante, los péptidos terapéuticos ofrecen una alternativa prometedora. Sus ventajas incluyen alta especificidad, baja toxicidad y capacidad para imitar las regiones de unión clave de las proteínas naturales (Lu, Z., *et al*., 2024; Wang, L., *et al.*, 2022). El presente estudio se enfoca en diseñar péptidos que actúen como "señuelos" o inhibidores competitivos sobre los sitios de reconocimiento proteína-proteína (P-P) de E6 y E7, restaurando la función de p53 y pRb.

Objetivo

Diseñar una serie de péptidos terapéuticos dirigidos a la inhibición de interacciones de las proteínas oncogénicas HPV-E6 y HPV-E7, del virus del papiloma humano, con proteínas supresoras de tumores humanos aplicando una estrategia bioinformática estructural.

Metodología

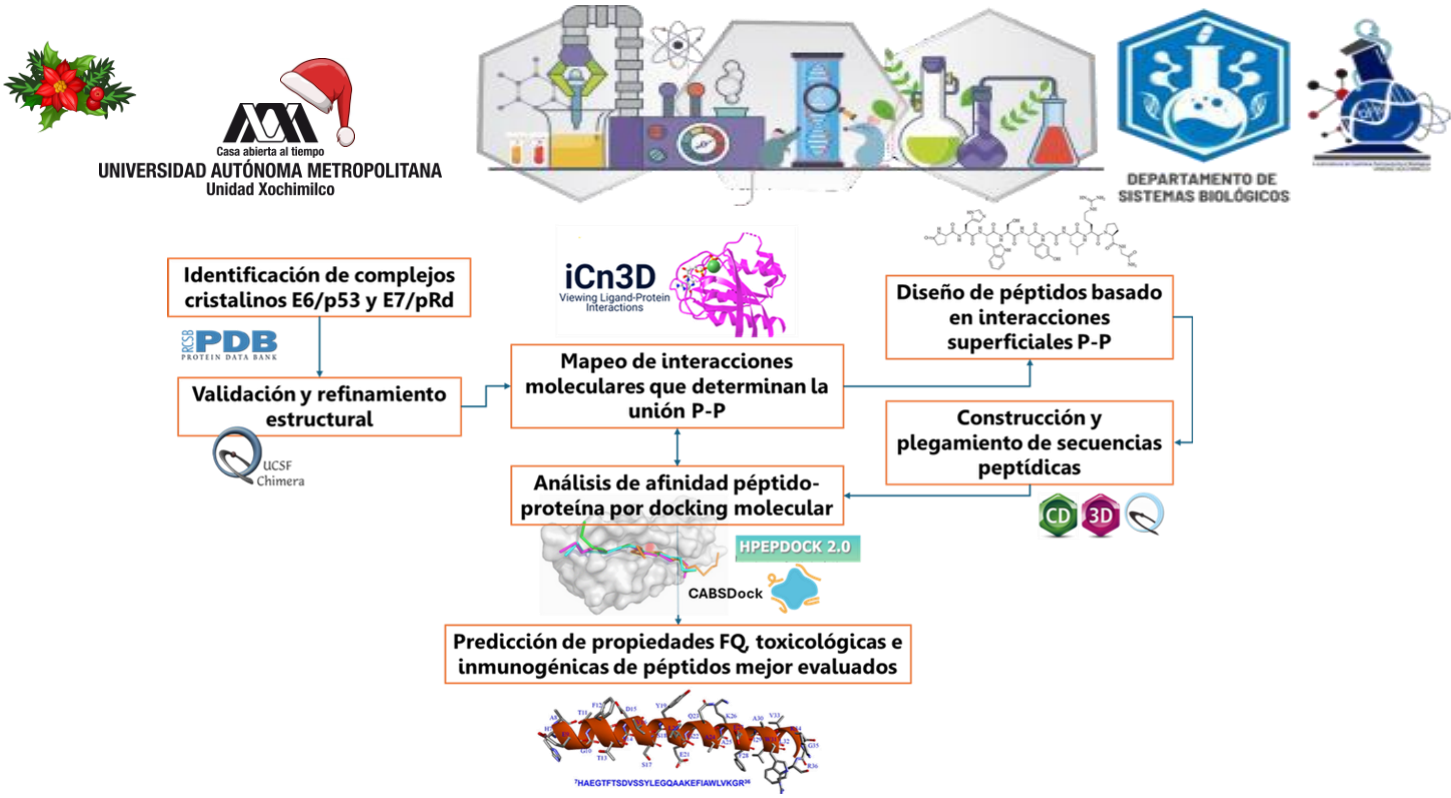
El flujo de trabajo desarrollado en nuestra propuesta de diseño se resume en la figura 1.

Identificación de complejos proteicos

Los datos cristalográficos de las oncoproteínas E6 y E7, de los genotipos VPH-16 y VPH-18, así como de sus socios proteicos (E6AP, p53, pRb), se recuperaron de Protein Data Bank (PDB, https://www.rcsb.org/). Las estructuras de los dominios específicos de interés se refinaron empleando el software Chimera 1.15 (https://www.cgl.ucsf.edu/chimera/download.html), aplicando un campo de fuerza Amber ff14SB y corrigiendo aquellos errores estructurales de aminoácidos.

Mapeo de puntos de contacto (hotspots) proteína-proteína

El éxito del diseño de un péptido inhibidor depende de la identificación precisa de los aminoácidos que contribuyen con la mayor energía de unión en la interfaz proteína-proteína (Chen, X., *et al*., 2024). En este sentido se aplicó el servidor iCn3D (https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Structure/icn3d/) para mapear estos puntos de contacto (*hotspots*) de unión. Con ello, se identifican los *hotspots* en E6 y E7 que corresponden a las regiones que interactúan con el dominio de p53 y con el motivo de unión de pRb, respectivamente.



F

Figura 1. Flujo de trabajo para el diseño de péptidos terapéuticos contra el VPH.

Diseño de péptidos basados en hotspots

Los péptidos iniciales se diseñaron tomando como plantilla las secuencias peptídicas endógenas de los supresores tumorales (p53 o pRb) que interactúan directamente con las oncoproteínas. Por ejemplo, el péptido candidato contra E6 puede estar basado en la región de p53 que se une a E6, con una secuencia prototípica modificada para mejorar su estabilidad y afinidad considerando mutaciones conservativas y semiconservtivas. Una vez construidos fueron sometidos la predicción de propiedades fisicoquímicas (ProtParam, https://web.expasy.org/protparam/) y toxicológicas (AllerTOP, https://www.ddg-pharmfac.net/allertop_test/ y ToxinPred2, https://webs.iiitd.edu.in/raghava/toxinpred2/).

Acoplamiento (docking) molecular

Los péptidos diseñados que presentaron las mejores propiedades fisicoquímicas y menos alergénicas fueron evaluados mediante acoplamiento molecular para analizar la interacción péptido-proteína, el valor de ΔG y el modo de unión. La estructura terciaria de los complejos proteínas (obtenidos de PDB) y de los péptidos construidos se les asignó el estado de protonación considerando un pH de 7.4 y se optimizaron mediante el campo de fuerza MMFF94. Las simulaciones de acoplamiento molecular ejecutaron con el servidor CABS-dock (https://biocomp.chem.uw.edu.pl/CABSdock). Los resultados fueron refinados con el servidor FlexPepDock (http://flexpepdock.furmanlab.cs.huji.ac.il/) y visualizados empleando ChimeraX (https://www.rbvi.ucsf.edu/chimerax/).

Resultados

Tras realizar el análisis de *"hotspots"* con los complejos cristalinos identificados, se obtuvo una secuencia de aminoácidos en ICn3D, por cada complejo (PDB IDs: 9HTC, 8GCR y 8R1F). Para cada uno se generó una red de interacciones, donde se muestran los aminoácidos superficiales ente p53 y E6 representados por código de colores, siendo azul-puentes de hidrogeno, verde-puentes iónicos y rojo- enlaces pi catión (Figura 2).

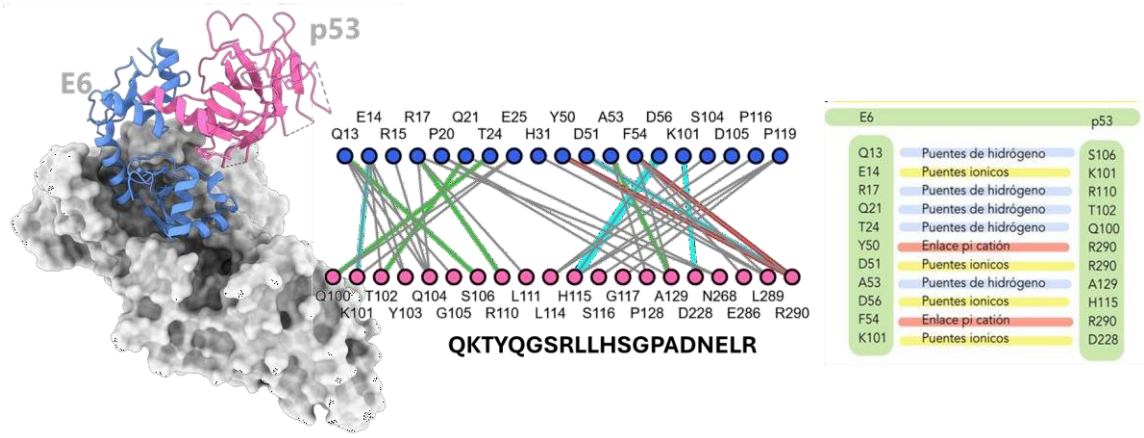


Figura 2. Análisis de *hotspots* del complejo cristalino trimétrico E6AP/E6/p53 (PDB ID: 8GCR).

Una vez analizados los tres complejos: 9HTC, 8GCR y 8R1F, se identificaron tres secuencias peptídicas relevantes. Por lo que, con el programa Clustal Omega se realizó un alineamiento para identificar los aminoácidos conservados, sustituciones conservativas y sustituciones semiconservativas. Este alineamiento nos permitió conocer los espacios en la secuencia en donde podríamos realizar las mutaciones correspondientes para generar nuevas secuencias que mejoraran las propiedades fisicoquímicas, de afinidad y toxicológicas.

Considerando los resultados del alineamiento, se crearon dos familias de péptidos con una subfamilia cada una. Finalmente, para el análisis de docking molecular fue necesario eliminar la cadena proteica correspondiente a p53 y realizar el docking en CABS-dock de los péptidos diseñados sobre el complejo EA3/E6. Se obtuvieron 10 modelos donde se muestran los mejores confórmeros de cada secuencia peptídica con diferentes modos de unión. Se identificó el modelo que presentó un reconocimiento molecular sobre la cavidad de unión a p53, esto se realizó alineando los 10 modelos en Chimera 1.15, con el complejo ternario completo (Figura 3).

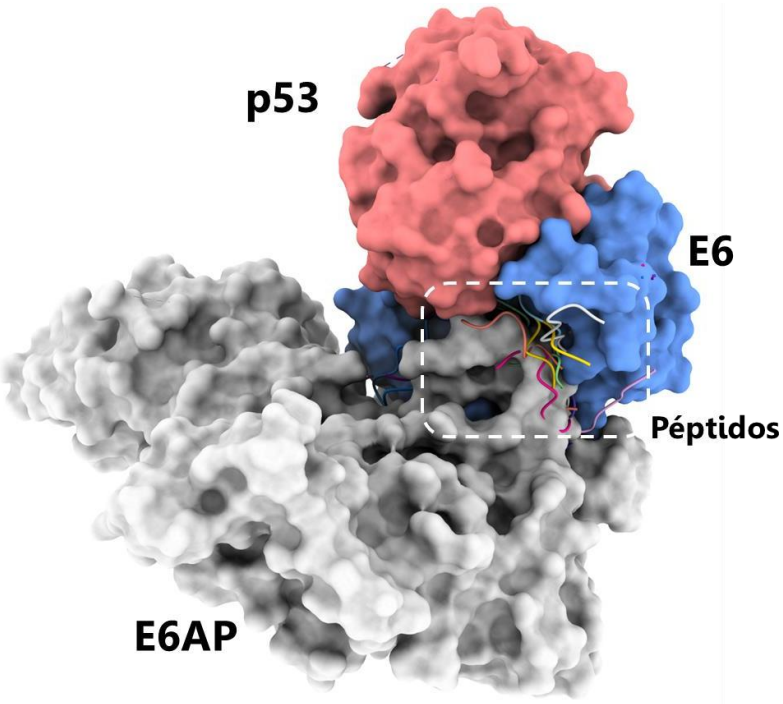


Figura 3. Alineamiento de los 10 mejores modos de unión del péptido evaluado.

Conclusión

De acuerdo con análisis bioinformático, los péptidos diseñados presentan interacciones complementarias con las zonas de reconocimiento E6AP/E6/p53. Lo que sugiere una alta probabilidad de inhibición de interacciones proteína-proteína. Este enfoque bioinformático, permitió identificar una secuencia peptídica prometedora, la cual se ha considerado para una síntesis química en fase sólida, para que en un futuro se pueda corroborar su actividad biológica.

Referencias

- Instituto Nacional del Cáncer. (2021). Estadísticas de cáncer de cuello uterino. National Cancer Institute; Cancer.gov. https://www.cancer.gov/espanol/tipos/cuello-uterino/estadisticas.
- Okunade K. S. (2020). Human papillomavirus and cervical cancer. Journal of obstetrics and gynaecology: the journal of the Institute of Obstetrics and Gynaecology, 40(5), 602–608. https://doi.org/10.1080/01443615.2019.1634030.
- Lehoux, M., D'Abramo, C. M., & Archambault, J. (2009). Molecular mechanisms of human papillomavirus-induced carcinogenesis. Public health genomics, 12(5-6), 268–280. https://doi.org/10.1159/000214918.
- Kajitani, N., Satsuka, A., Kawate, A., & Sakai, H. (2012). Productive Lifecycle of Human



- Papillomaviruses that Depends Upon Squamous Epithelial Differentiation. *Frontiers in microbiology*, 3, 152. https://doi.org/10.3389/fmicb.2012.00152.
- Chauhan, S., Jaiswal, S., Jakhmola, V., Singh, B., Bhattacharya, S., Garg, M., & Sengupta,
- S. (2024). Potential role of p53 deregulation in modulating immune responses in human malignancies: A paradigm to develop immunotherapy. *Cancer letters*, 588, 216766. https://doi.org/10.1016/j.canlet.2024.216766.
- Liu, R., He, X., Bao, W., & Li, Z. (2024). Enhancement of HPV therapeutic peptide-based vaccine efficacy through combination therapies and improved delivery strategies: A review. *Human vaccines & immunotherapeutics*, 20(1), 2396710.
- https://doi.org/10.1080/21645515.2024.2396710.
- Lu, Z., Haghollahi, S., & Afzal, M. (2024). Potential Therapeutic Targets for the Treatment of HPV-Associated Malignancies. *Cancers*, 16(20), 3474.
- https://doi.org/10.3390/cancers16203474.
- Wang, L., Wang, N., Zhang, W., Cheng, X., Yan, Z., Shao, G., Wang, X., Wang, R., & Fu, C. (2022). Therapeutic peptides: current applications and future directions. *Signal transduction and targeted therapy*, 7(1), 48. https://doi.org/10.1038/s41392-022-00904-4.
- Soumia, M., Hajji, H., El Mzibri, M., Younes, F. Z., Mohammed, B., Mohamed, B., & Benaissa, M. (2022). In-Silico Molecular Modeling Studies to Identify Novel Potential Inhibitors of HPV E6 Protein. *Vaccines*, 10(9), 1452.
- https://doi.org/10.3390/vaccines10091452.
- Chen, X., Zhao, Z., Laster, K. V., Liu, K., & Dong, Z. (2024). Advancements in therapeutic peptides: Shaping the future of cancer treatment. *Biochimica et biophysica acta. Reviews on cancer*, 1879(6), 189197. https://doi.org/10.1016/j.bbcan.2024.189197.



FOLIO # 12047

Identificación de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* en las botellas de botellas de polietileno tereftalato (PET) y de polipropileno	
Briseño Hernández Ana Mayra, Cortez Tamayo Gregorio, González Álvarez Diego Antonio, Parra Corona Rubén. **Profesores**: Pablo Eliasib Martínez Gopar, Yadira Palacios Rodriguez	
Autores para la correspondencia: 222033303@alumnos.xoc.uam.mx pmartinezg@correo.xoc.uam.mx	**Módulo**: Prevención y control de la propagación microbiana

Resumen.

Las botellas de agua que se utilizan para beber a diario son un objeto habitual en la vida cotidiana y ofrecen una forma práctica de mantenerse hidratado. Sin embargo, aunque se prioriza beber agua limpia y segura, el recipiente o botella empleada para su consumo rara vez se considera completamente higiénico. El objetivo del estudio fue identificar la diversidad bacteriana presente en boquillas de botellas PET y polipropileno, evaluando el impacto del lavado. Se cultivaron las muestras en medios selectivos como EMB, MacConkey y MSA para identificar enterobacterias y bacterias Gram positivas prestando especial atención a *Escherichia Coli y Staphylococccus Aureus*. Se observó que las botellas sin lavar presentaron una mayor cantidad de colonias y crecimiento bacteriano. El análisis bioquímico (con resultados como Citrato positivo, Catalasa positiva y fermentación de lactosa positiva) y las colonias amarillas en MSA sugieren la presencia de bacterias Gram positivas (*Staphylococcus aureus*) y Gram negativas (*Escherichia coli* o *Klebsiella*) en las muestras no lavadas. En conclusión, las botellas PET y polipropileno sin lavar pueden albergar microorganismos potencialmente patógenos, evidenciando que la falta de higiene en botellas de uso común para beber agua representa un riesgo para la salud.

Palabras clave: Botellas de agua, *Escherichia Coli*, *Staphylococcus aureus*, boquillas, polietileno tereftalato (PET), polipropileno.

Introducción.

El uso cotidiano de botellas de PET y recipientes de polipropileno ha incrementado la exposición del consumidor a riesgos microbiológicos asociados a su higiene deficiente. Estas superficies, sometidas a humedad constante, contacto oral y acumulación de residuos, favorecen la adhesión bacteriana y la formación de biopelículas capaces de albergar microorganismos potencialmente patógenos, entre ellos *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*. Ante la falta de hábitos de limpieza estandarizados, resulta indispensable evaluar cómo el lavado influye en la presencia y diversidad microbiana en las boquillas de estos recipientes, con el fin de evidenciar su impacto en la seguridad del usuario y reforzar la importancia de prácticas adecuadas de higiene. Las botellas de agua de uso diario, aunque prácticas, rara vez se consideran higiénicas (Hariharan & Sankar, 2024). Sus superficies favorecen la adhesión microbiana y la formación de biopelículas,



que son comunidades complejas de microorganismos rodeadas por una matriz resistente, adheridas a superficies sólidas (Hariharan & Sankar, 2024). Diversos estudios indican que las botellas reutilizables sin limpieza adecuada albergan una cantidad significativamente alta de bacterias, incluyendo patógenos como *Escherichia coli y Staphylococcus Aureus*, superando los límites de microorganismos de superficies muy sucias (Pro Sciences, 2024).

El uso generalizado de botellas de agua reutilizables como alternativa sostenible ha generado un desafío de salud pública poco reconocido. Estos recipientes, al ser usados a diario y rellenados constantemente sin una desinfección adecuada, se transforman en fómites ideales para la colonización y proliferación microbiana. La humedad residual, el agua estancada, el contacto con la microbiota oral del usuario y la manipulación con manos no siempre limpias contribuyen a la formación de biopelículas complejas y densas en las superficies internas (Pro Sciences, 2024).

El problema central radica en la incertidumbre sobre la frecuencia de lavado mínima necesaria para mitigar eficazmente este riesgo. La falta de un régimen de limpieza estandarizado y basado en evidencia lleva a muchos usuarios a incurrir en prácticas de higiene insuficientes. Esta negligencia resulta en una acumulación excesiva de unidades formadoras de colonias (UFC), que a menudo incluyen bacterias indicadoras de contaminación (como coliformes) y, potencialmente, patógenos oportunistas.

Objetivo general.

Evaluar el impacto del lavado en la presencia de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* en boquillas de botellas de PET y polipropileno usadas para beber agua.

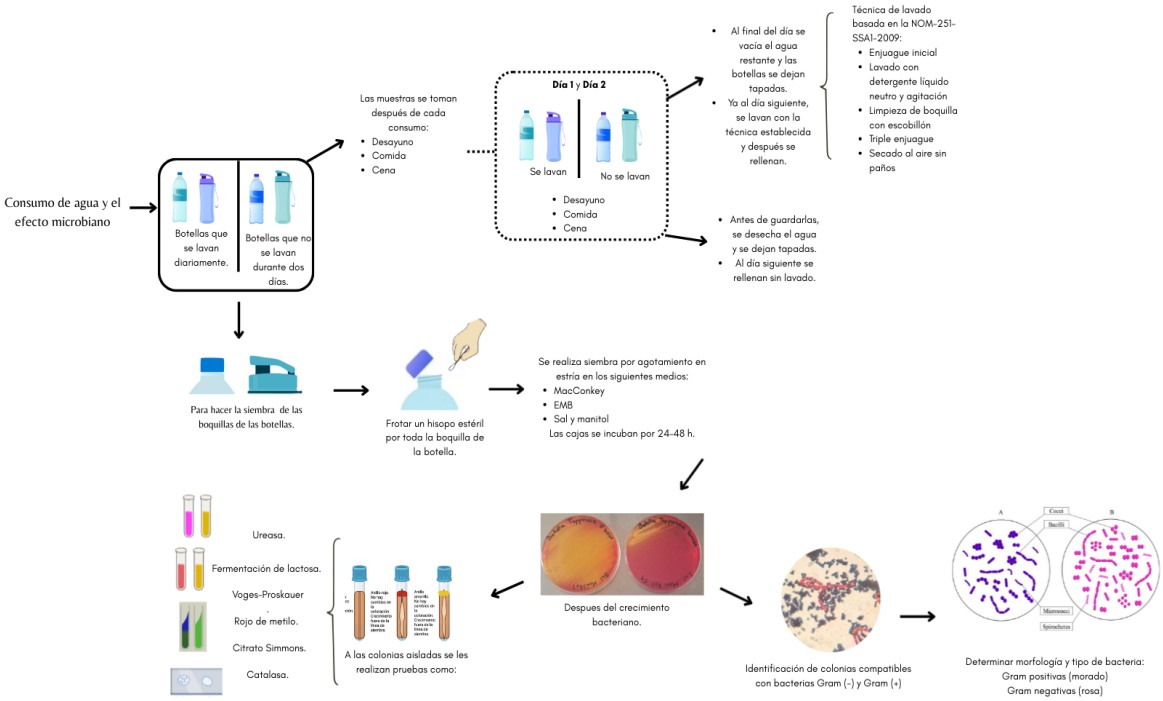
Objetivos específicos.

- Evaluar la presencia de *Escherichia coli* en boquillas de botellas de PET y polipropileno lavadas con jabón comercial y no lavadas.
- Evaluar la presencia de *Staphylococcus aureus* en boquillas de PET y polipropileno lavadas con jabón comercial y no lavadas.
- Comparar la presencia de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* en boquillas de botellas lavadas y sin lavar con un jabón comercial, tanto de PET como de polipropileno.

Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Xochimilco

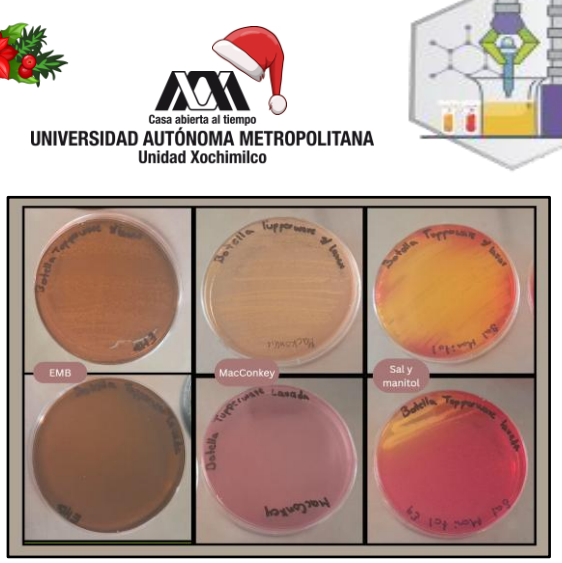
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS BIOLÓGICOS

Metodología.



Resultados y discusión.

Después de realizar la resiembra, se observó crecimiento bacteriano en las boquillas de polipropileno, como se muestra en la figura 1, mientras que en la Figura 2 se observa el crecimiento en las boquillas de las botellas de PET. Las boquillas de polipropileno sin lavar presentaron la mayor diversidad bacteriana, con presencia simultánea de cocos Gram positivos compatibles con *Staphylococcus spp*. y bacilos Gram negativos, mientras que en el PET sin lavar predominó un solo morfotipo. El lavado disminuyó la diversidad microbiana en ambos materiales, aunque persistieron cocos Gram (+), lo cual concuerda con estudios recientes que muestran que *Staphylococcus spp.* tolera la desecación y puede permanecer viable en superficies secas e inertes (Feng et al., 2022).



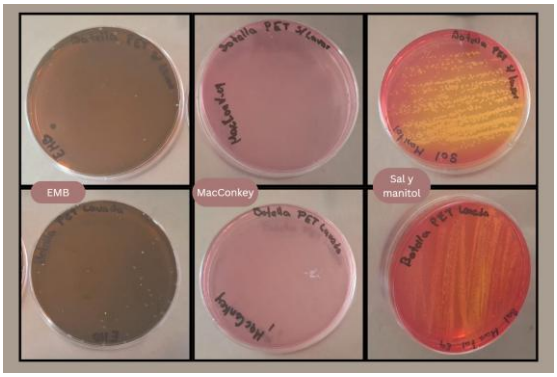
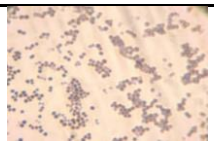
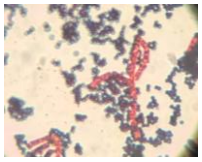
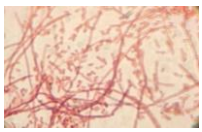
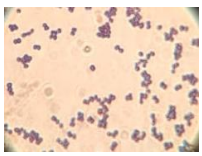


Figura 1. Crecimiento bacteriano observado en agar Eosina-Azul de Metileno (EMB), agar MacConkey y agar Sal y Manitol, procedente de muestras tomadas de las boquillas de botellas polipropileno. En la fila superior se muestran las boquillas de polipropileno sin lavar y en la fila inferior las boquillas lavadas.

Los resultados de la tinción de Gram indicaron que en las boquillas de polipropileno sin lavar, las colonias obtenidas en agar EMB, MacConkey y Sal y Manitol fermentadoras fueron Gram (+), mientras que en las colonias no fermentadoras de Sal y Manitol se observaron tanto Gram (+) como Gram (-). En el polipropileno lavado no hubo crecimiento en EMB ni en MacConkey, por lo que no se realizó la tinción, aunque en Sal y Manitol las colonias fermentadoras y no fermentadoras resultaron Gram (+). En las botellas PET sin lavar, las colonias desarrolladas en EMB fueron Gram (-), en MacConkey no se observó crecimiento y en Sal y Manitol se identificaron bacterias Gram (+). Finalmente, en el PET lavado tampoco hubo crecimiento en EMB ni en MacConkey, y en Sal y Manitol se obtuvieron resultados Gram (+). Estos datos se presentan en la Tabla 1. Figura 2. Crecimiento bacteriano observado en agar Eosina-Azul de Metileno (EMB), agar MacConkey y agar Sal y Manitol, procedente de muestras tomadas de las boquillas de botellas pet En la fila superior se muestran las boquillas de pet sin lavar y en la fila inferior las boquillas lavadas.

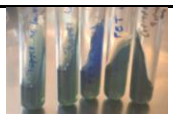


Tabla 1. Resultados de la tinción de Gram con imágenes del medio de cultivo y del resultado obtenido.

Medio de cultivo.	Resultados.	Observación.
● POLIPROPILENO SIN LAVAR (EMB, MacConkey y Sal y manitol). ● POLIPROPILENO LAVADO (Sal y manitol)	Cocos Gram (+), redondos y organizados en agrupaciones tipo racimo, lo que podría corresponder a *Staphylococcus*.	
● POLIPROPILENO SIN LAVAR (Sal y manitol): colonias no fermentadoras.	La tinción de Gram revela dos tipos celulares: bacilos Gram (-), visibles en tono rosado, y cocos Gram (+) agrupados en racimos, teñidos de morado, lo que evidencia la presencia de un cultivo mixto.	
● PET SIN LAVAR (EMB).	Bacilos Gram (-) delgados y teñidos de rosa, característicos de enterobacterias como *E. coli*.	
● PET sin lavar (agar Sal y Manitol) con presencia de colonias fermentadoras y no fermentadoras. ● PET LAVADO (Sal y manitol)	Cocos Gram (+), redondos y organizados en agrupaciones tipo racimo, lo que podría corresponder a *Staphylococcus*.	

Los resultados de las pruebas bioquímicas en las boquillas de las botellas sin lavar, tanto de PET como de polipropileno, mostraron un mayor número de reacciones positivas y una mayor diversidad microbiana, mientras que las botellas lavadas presentaron resultados mayoritariamente negativos. Esto indica que el lavado reduce de manera importante la actividad metabólica y la diversidad bacteriana en las boquillas, lo cual puede observarse en la Tabla 2. Sin embargo, la mayor diversidad observada en el polipropileno podría relacionarse con las propiedades del material, pues la adhesión bacteriana depende del tipo de polímero y PP y PET muestran comportamientos distintos frente a la colonización microbiana (Setiyawan et al., 2023). Además, se ha descrito que la rugosidad, microgrietas y desgaste del polipropileno reutilizado favorecen la adhesión y formación de biopelículas en comparación con superficies más lisas como el PET (Čuk et al., 2024).

Tabla 2. Observación de las pruebas bioquímicas.

PRUEBA BIOQUIMICA.	RESULTADOS.	IDENTIFICACIÓN.
Ureasa.	Polipropileno lavado (-) Polipropileno s/ lavar (+) Pet lavado (+) Pet s/ lavar (-)	
Fermentación de lactosa.	Pet s/ lavar (+) Pet lavado (+) Polipropileno s/ lavar (+) Polipropileno lavado (+)	
Voges-Proskauer.	Polipropileno lavado (-) Polipropileno s/ lavar (+) Pet lavado (-) Pet s/ lavar (-)	
Rojo de metilo.	Polipropileno lavado (-) Polipropileno s/ lavar (+) Pet lavado (-) Pet s/ lavar (-)	
Citrato Simmons.	Polipropileno s/ lavar (-) Polipropileno lavado (-) Pet s/ lavar (+) Pet lavado (-)	
Catalasa.	Polipropileno s/ lavar (+) Polipropileno lavado (-) Pet s/ lavar (+) Pet lavado (-)	

Conclusiones

En las botellas sin limpieza hubo una mayor diversidad de microorganismos, destacando la presencia de cocos Gram positivos compatibles con *Staphylococcus aureus* y bacilos Gram negativos asociados a enterobacterias como *Escherichia coli*. Estas observaciones se confirmaron mediante el crecimiento en medios selectivos, la tinción de Gram y las pruebas bioquímicas realizadas.

La limpieza redujo de forma evidente la carga bacteriana en ambos tipos de material, en especial la presencia de bacterias Gram negativas, lo que confirma que tener una práctica de higiene lo reduce. No obstante, la presencia de cocos Gram positivos sobre todo en el polipropileno podría ser un polímero que a lo mejor facilita una mayor adhesión microbiana, posiblemente debido a su textura o desgaste.



En este estudio se identificó que las boquillas de las botellas de PET y de polipropileno se pueden convertir en un foco de acumulacion microbiana cuando no se someten a un lavado adecuado, y en conjunto, los resultados refuerzan la importancia de mantener una rutina de lavado frecuente y apropiada de las botellas reutilizables, ya que la falta de higiene incrementa significativamente la probabilidad de contacto con microorganismos potencialmente patógenos.

Bibliografía.

- Alihosseini, S., Jaberinezhad, M., SadeghpourHeravi, F., Ghotaslou, R., & Leylabadlo, H. E. (2020). Invasive and non-invasive Helicobacter pylori diagnostic methods in Iran. Gene Reports, 20, 100749. https://doi.org/10.1016/j.genrep.2020.100749
- Aryal, S. (2022, August 10). Methyl Red (MR) test- principle, procedure and result interpretation. Microbiology Info.com. https://microbiologyinfo.com/methyl-red-mr-test-principle-procedure-and-result-interpretation/
- Aryal, S. (2022, August 10). Fermentation Test – Principle, procedure, uses and interpretation. Microbiology Info.com. https://microbiologyinfo.com/fermentation-test/
- Aryal, S. (2022, August 10). Citrate Utilization Test- principle, media, procedure and result. Microbiology Info.com. https://microbiologyinfo.com/citrate-utilization-test-principle-media-procedure-and-result/
- CDC. (2023). *Guidelines for disinfection and sterilization in healthcare facilities*. Centers for Disease Control and Prevention.
- CLSI. (2022). *Performance standards for antimicrobial susceptibility testing* (32nd ed.). Clinical and Laboratory Standards Institute.
- Hariharan, A. V., & Sankar, M. M. (2024). Daily use water bottles as a hub for microbial population: A comparative study of PET vs. stainless steel water bottles and outcome of washing strategy intervention. *Journal of Pharmacy & Bioallied Sciences*, *16*(Suppl 2), S1242–S1245.
- Infobae. (2025). *Las botellas de agua reutilizables son un caldo de cultivo para bacterias, según un estudio*.
- Ogodo, A. C., Agwaranze, D. I., Daji, M., & Aso, R. E. (2021). Microbial techniques and methods: basic techniques and microscopy. In Elsevier eBooks (pp. 201–220). https://doi.org/10.1016/b978-0-12-822654-4.00003-8
- Prescott, L., Harley, J., & Klein, D. (2022). *Microbiology* (12th ed.). McGraw-Hill Education.
- Pro Sciences. (2024). Análisis de la limpieza y la desinfección de las botellas plásticas reutilizables y su influencia en el desarrollo bacteriano. *Revista de Producción, Ciencias e Investigación*, *8*(53), 265–271. https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol8iss53.2024pp265-271
- Tortora, G. J., Funke, B. R., & Case, C. L. (2020). *Microbiology: An Introduction* (13th ed.). Pearson.
- El Litoral. (2025). *El riesgo de las botellas reutilizables: cada cuánto se deben lavar para evitar bacterias*.



- Touaitia, R., Mairi, A., Ibrahim, N. A., Basher, N. S., Idres, T., & Touati, A. (2025). *Staphylococcus aureus*: A Review of the Pathogenesis and Virulence Mechanisms. Antibiotics (Basel, Switzerland), 14(5), 470.
- Mueller, M., & Tainter, C. R. (2023, 13 julio). *Escherichia coli Infection*. StatPearls - NCBI Bookshelf.



FOLIO # 12049

Extracción y derivatización del principio activo del ibuprofeno	
Arellano Felipe Kevin, Leyva Cazares Vania Janet, Martínez Márquez Ximena. **Profesores:** López Méndez Luis José, Pérez Gutiérrez María Salud*	
***Autores para correspondencia:** msperez@correo.xoc.uam.mx 2242030086@alumnos.xoc.uam.mx	**Módulo:** Síntesis y reactividad de compuestos orgánicos

Resumen

El ibuprofeno es un fármaco antiinflamatorio con fórmula molecular $C_{13}H_{18}O_2$. Es utilizado para tratar una vasta diversidad de afecciones y es ampliamente utilizado en el ámbito clínico. El presente trabajo tiene como objetivo la síntesis de un derivado del ibuprofeno, mediante una reacción de esterificación con metanol en condiciones ácidas. Para ello, se aisló el ácido 2 -(4-isobutilfenil)propanoico a partir de tabletas comerciales mediante la técnica de extracción sólido-líquido con un rendimiento de 28.25%, posteriormente este compuesto fue sometido a una reacción de esterificación utilizando metanol en presencia de ácido sulfúrico como catalizador. El producto final se aisló y mediante técnicas analíticas se confirmó la formación del éster metílico con un rendimiento de 60%.

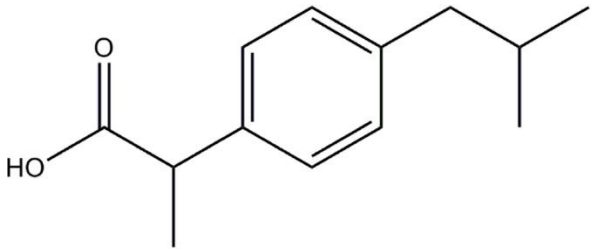
Palabras clave: Ibuprofeno, principio activo, esterificación.

Introducción

El ibuprofeno es un fármaco perteneciente al grupo de los antiinflamatorios no esteroideos (AINEs), empleado principalmente en el tratamiento de múltiples condiciones, debido a que posee propiedades analgésicas, antipiréticas y antiinflamatorias. Las formulaciones típicas incluyen cápsulas orales, suspensión oral, soluciones intravenosas, entre otras (Ngo & Bajaj, 2024). El descubrimiento de la patente del compuesto ácido 2-(4-isobutilfenil)propiónico, que más tarde recibiría el nombre de ibuprofeno, se llevó a cabo el 19 de diciembre de 1961 por el Dr. Stewart Adams, el Dr. John Nicholson y el Sr. Colin Burrows en Boots Co., Nottingham, Reino Unido. Ellos lo desarrollaron con la finalidad de tratar enfermedades reumáticas, como una alternativa a la terapia con corticosteroides para pacientes con artritis reumatoide, a fin de obtener un fármaco más seguro y con menos efectos gastrointestinales que los antiinflamatorios disponibles en ese momento (Rainsford, 2011).

El mecanismo principal del ibuprofeno consiste en inhibir los precursores de las prostaglandinas tras un estímulo fisiológico o patológico, actuando como un inhibidor reversible y no selectivo sobre las isoenzimas ciclooxigenasa COX-1 y COX-2 (Zappaterra et al., 2021).

Con el objetivo de optimizar la eficacia del fármaco y minimizar efectos secundarios, la síntesis de derivados del ibuprofeno constituye una línea de investigación de alto interés. Entre las estrategias más empleadas para modificar su estructura se encuentran las transformaciones químicas que permiten obtener compuestos con propiedades mejoradas, como los pro-fármacos o ésteres funcionalizados. Estas aproximaciones suelen apoyarse en rutas sintéticas que parten del ibuprofeno original o de precursores estructuralmente relacionados (Abualhasan et al., 2015).
Dentro de estas estrategias de modificación estructural, la esterificación destaca como una de las reacciones más utilizadas en la síntesis de derivados del ibuprofeno. Esta transformación, consiste en la formación de un éster a partir de un ácido carboxílico y un alcohol, en presencia de un catalizador ácido como el ácido sulfúrico concentrado. Se trata de una reacción de condensación, ya que implica la eliminación de una molécula de agua (López et al., 2020). En el caso del ibuprofeno, su grupo funcional ácido carboxílico puede reaccionar con distintos alcoholes para generar una variedad de ésteres, los cuales pueden modificar sus propiedades farmacológicas o mejorar su biodisponibilidad (Carey & Sundberg, 2007).



Estructura del ibuprofeno

Objetivo general

Sintetizar el éster metílico del ibuprofeno a través de la esterificación del ácido 2 -(4-isobutilfenil) propanoico previamente aislado de tabletas comerciales.

Objetivos particulares

- Extraer el principio activo del ibuprofeno a partir de tabletas comerciales mediante la técnica de extracción sólido-líquido.
- Realizar una reacción de esterificación de Fischer utilizando metanol y HCl como reactivos.

- Caracterizar el éster metílico del ibuprofeno mediante técnicas de CCF y espectroscopia IR.

Metodología:



Resultados y Discusión

Extracción

La disolución del ibuprofeno con acetona y su posterior filtración permitió obtener cristales blancos. Al haberse eliminado el disolvente se calculó que el rendimiento de obtención del principio activo fue de 28.25%. Este proceso se fundamenta en la naturaleza química del ibuprofeno y en los excipientes presentes en las tabletas comerciales. El ibuprofeno es una molécula orgánica relativamente apolar, lo que le confiere una alta solubilidad en disolventes orgánicos como la acetona. En contraste, muchos de los excipientes (usualmente almidón, celulosas, sales) son altamente polares haciendo que estos permanezcan insolubles o presenten una solubilidad muy baja en acetona, por lo que permanecen como residuos sólidos tras la dilución del fármaco (Pratama et al.2007).

Esterificación

Una vez que el ibuprofeno fue sometido a una reacción de esterificación con metanol bajo condiciones ácidas, aproximadamente a los 100 minutos se confirmó que había concluido la reacción (transformación de un ácido carboxílico a un éster) con una CCF con un valor de Rf de 0.6, tal y como se muestra en la figura 1.

Al finalizar la reacción se llevó a cabo una extracción líquido-líquido (Figura 2), seguido de la eliminación del disolvente. El producto final fue el éster de ibuprofeno, un líquido incoloro, con un rendimiento de 60%.



Figura 1. Placa de confirmación



Figura 2. Extracción liquido-liquido

Espectroscopia IR

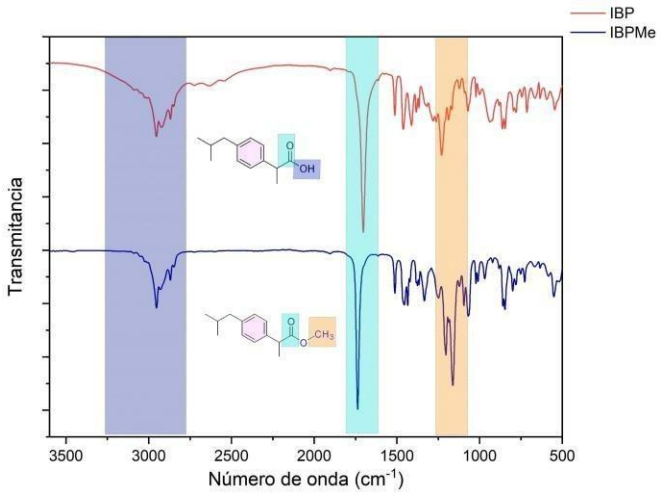


Figura 3. Espectro de infrarrojo del ibuprofeno

En el espectro de infrarrojo correspondiente al ibuprofeno (figura 3, parte superior), se observa una banda ancha e intensa alrededor de 2500-3083 cm^{-1}, característica del estiramiento O-H de un grupo carboxílico (- COOH). Así mismo, se identifica una banda definida alrededor de 1704 cm^{-1} correspondiente al estiramiento del enlace C=O del ácido carboxílico. Estas señales nos indican la presencia del ácido 2 -(4- isobutilfenil)propanoico sin modificar. Por otro lado, el espectro de infrarrojo del éster metílico del ibuprofeno (figura 3, parte inferior) muestra la desaparición de la banda ancha del grupo -OH observada previamente, confirmando la ausencia de grupo carboxílico tras la reacción de esterificación. Se aprecia el estiramiento C=O en 1740 cm^{-1}, además se registra una señal muy definida en 1168 cm^{-1} correspondiente al estiramiento C-O del grupo metoxi.

Conclusiones

La extracción del principio activo a partir de tabletas comerciales permitió aislar el ibuprofeno mediante su solubilización selectiva en acetona, aprovechando la diferencia de polaridad entre el fármaco y los excipientes presentes en la formulación. El sólido recuperado y su posterior esterificación permitió obtener el derivado éster metílico del ibuprofeno. El uso de cromatografía en capa fina y espectroscopia IR proporcionó evidencia sobre la conversión funcional del grupo carboxílico a éster. La obtención de este éster resulta relevante ya que la derivatización de fármacos permite modificar propiedades fisicoquímicas como solubilidad o estabilidad, abriendo la posibilidad de optimizar su administración o desarrollar nuevas formulaciones.



Referencias

- Abualhasan, M., Assali, M., Jaradat, N., Tarayra, R., Hamdan, A., Ardah, R., & Zaid, A. N. (2015). *Synthesis and formulation of ibuprofen pro-drugs for enhanced transdermal absorption.* International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, 7(2), 352–354. (journals.innovareacademics.in)
- Carey, F. A., & Sundberg, R. J. (2007). Advanced Organic Chemistry: Part B: Reaction and Synthesis (5th ed.). Springer.
- Linn, H., Elaamoun, A., Lee T., Pratama, D., Chen W. (2020). Recovery of Active Pharmaceutical Ingredients from Unused Solid Dosage-Form Drugs. ACS Omega, 45(5), 29149-29151. (https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsomega.0c03878)
- López, E. P., Guerrero, J. C., & Zamora, H. B. (2020). Evaluación de parámetros de calidad en tabletas de ibuprofeno que se consumen en Costa Rica. Pensamiento Actual, 20(34). https://doi.org/10.15517/pa.v20i34.41787
- Ngo, V. T. H., & Bajaj, T. (2024, actualización 11 de agosto). Ibuprofen. En StatPearls [Internet]. StatPearls Publishing. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK542299/
- Rainsford, K. D. (2011). Fifty years since the discovery of ibuprofen. Inflammopharmacology, 19(6), 293–297. https://doi.org/10.1007/s10787-011-0103-7
- Zappaterra, F., Rodriguez, M. E. M., Summa, D., Semeraro, B., Costa, S., & Tamburini, E. (2021). Biocatalytic approach for direct esterification of ibuprofen with sorbitol in biphasic media. International Journal of Molecular Sciences, 22(6), 3066.



FOLIO # 12061

Esterificación de Fischer del losartán para mejorar su solubilidad	
Bernal Bernal Luis Fernando, Rojas Perea Eduardo, Rómulo López María Fernanda *, Sotelo Cortés Itzel. **Profesores:** Méndez Cuesta Carlos Alberto, Fuentes Moreno Evelyn	
*** Autores para correspondencia:** 2233062927@alumnos.xoc.uam.mx cmendezc@correo.xoc.uam.mx	**Módulo**: Obtención de compuestos orgánicos de interés farmacéutico

Resumen

El objetivo de modificar el losartán mediante una esterificación de Fischer con ácido acético tuvo la finalidad de mejorar su solubilidad. Primero se realizó el aislamiento del losartán a partir de tabletas comerciales, posteriormente, se llevó a cabo la síntesis de Fischer, disolviendo el losartán en ácido acético y catálisis con HCl, monitoreando el avance mediante CCF. La caracterización incluyó punto de fusión, cromatografía en capa fina y espectroscopía IR.

Los resultados mostraron un rendimiento del 77% en el aislamiento de losartán y 66% en la reacción de esterificación. El producto final presentó un punto de fusión de 176–180 °C y la CCF indicó pocas impurezas. El análisis del espectro de IR reveló una señal no muy pronunciada del carbonilo, probablemente por tiempo insuficiente de reacción.

Palabras clave: Losartán, Esterificación, Solubilidad

Introducción

El losartán es un antihipertensivo perteneciente a los antagonistas del receptor de angiotensina II (ARA II). Se presenta como un sólido cristalino blanquecino con un punto de fusión entre 183-185 °C; su sal potásica es más soluble en agua que la forma libre (PubChem, 2024). Su función principal es bloquear los receptores AT1, impidiendo los efectos de la angiotensina II, como la vasoconstricción y la liberación de aldosterona y vasopresina, lo que produce una disminución de la presión arterial (Córdova, 2023). Tras su administración oral, se absorbe con una biodisponibilidad cercana al 33% y comienza a actuar alrededor de seis horas, manteniendo su efecto por casi 24 horas. Se une ampliamente a proteínas plasmáticas y se distribuye con un volumen moderado. En el hígado se metaboliza mediante enzimas como CYP2C9 y CYP3A4 para formar el metabolito activo EXP-3174, mucho más potente que el compuesto original, y también EXP-3179, que posee efectos antiinflamatorios, pero no actúa sobre los receptores AT1 (Mulla, 2024). Su

eliminación es renal y hepática, con vidas medias de 1.5 a 2 horas para el losartán y de 6 a 9 horas para su metabolito activo; ninguno se acumula en el organismo a dosis terapéuticas. En conjunto, al bloquear selectivamente el receptor AT1, el losartán reduce la resistencia vascular y favorece la excreción de sodio y agua, contribuyendo al control eficaz de la presión arterial *(DrugBank, 2020)*. El proyecto tuvo como propósito aislar el losartán potásico, para posteriormente realizar una esterificación de Fischer y de esta forma, mejorar su solubilidad con la finalidad de modificar la polaridad y lipofilicidad para favorecer la permeabilidad a través de membranas biológicas.

Objetivo general:

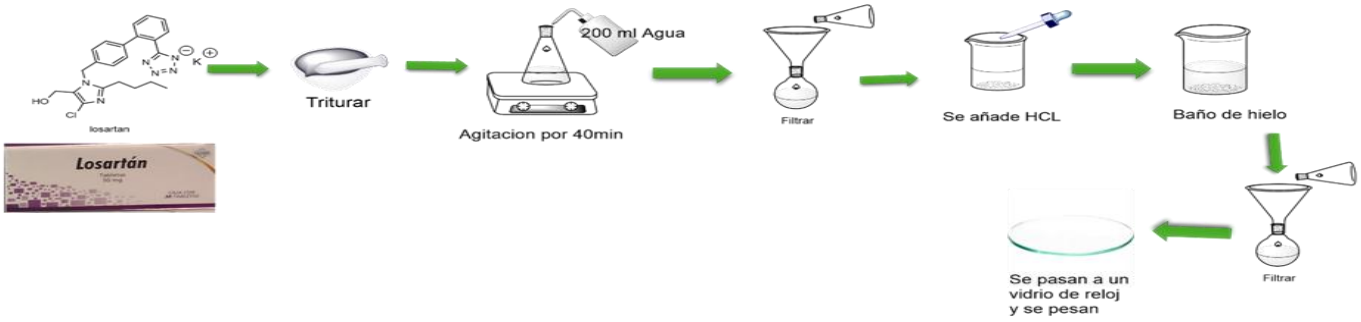
Realizar la esterificación del losartán utilizando ácido acético y ácido clorhídrico como catalizador, con el propósito de mejorar su solubilidad.

Objetivos específicos:

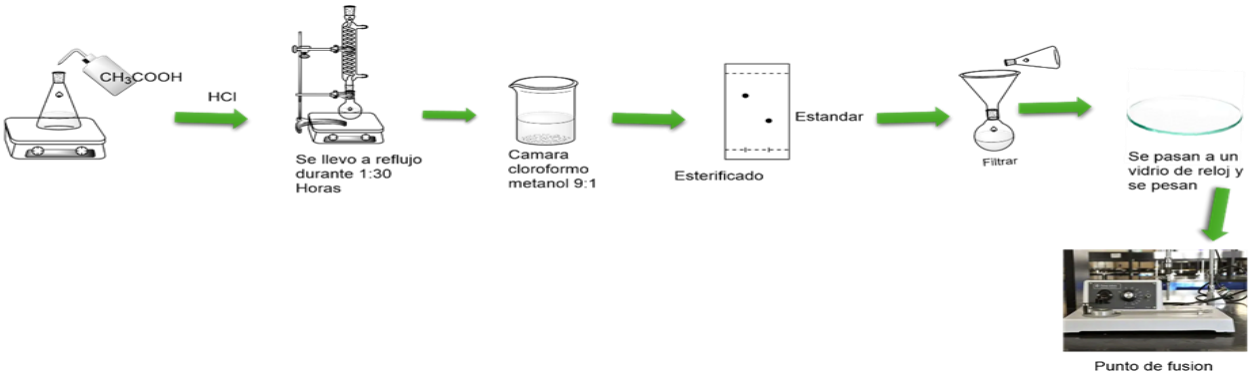
- Aislar el losartán libre a partir de tabletas de la marca Ultra laboratorios, mediante disolución en agua, acidificación controlada y separación de excipientes.
- Realizar la esterificación del losartán utilizando la síntesis de Fischer con ácido acético.
- Determinar la identidad del producto esterificado con el punto de fusión, la pureza mediante CCF y espectroscopía por IR
- Predecir sus propiedades mediante servidores en línea tales como ProTox y Deep-PK

Metodología

Aislamiento



Esterificación



Reacción



Resultados y Discusión

Durante el aislamiento se obtuvieron 1.4 g de losartán con un rendimiento del 77%. Con este producto aislado se realizó la reacción de esterificación de Fischer con ácido acético para obtener un gramo de producto, lo que equivale a un rendimiento del 66%. Por último, para verificar que la modificación se realizó exitosamente, se realizó la caracterización, tomando el punto de fusión del compuesto obtenido que se obtuvo en un rango de 176- 180 °C (Figura 1).



Figura 1. Producto de la esterificación del losartán

Posteriormente se hizo una cromatografía en capa fina en sistema de elución $CHCl_3$-MeOH 9:1, se tuvo un Rf de 0.6 comparándolo con la materia prima, donde se pudo ver que el compuesto si se había modificado, pero con impurezas (Figura 2).

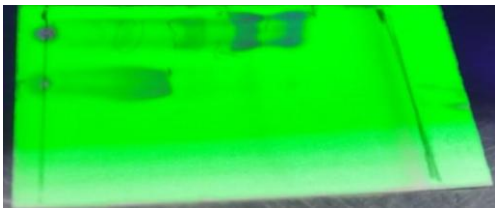


Figura 2. Cromatografía en capa fina de losartán modificado. El señalado con el círculo blanco es el producto de esterificación; el señalado con el círculo rojo es el losartán aislado.

Para confirmarlo se realizó un infrarrojo del producto, y se pudo ver que, si bien se tienen señales del grupo carbonilo, también se presentan señales del grupo -OH, lo que indica que se obtuvo el producto, pero aún se tenía presencia de materia prima, por lo que la reacción fue incompleta (Figura 3).

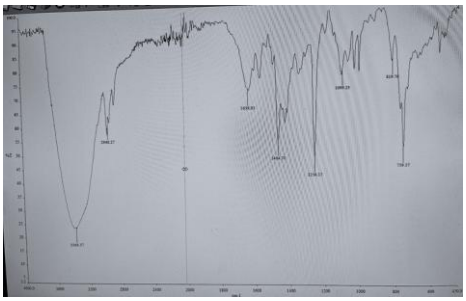


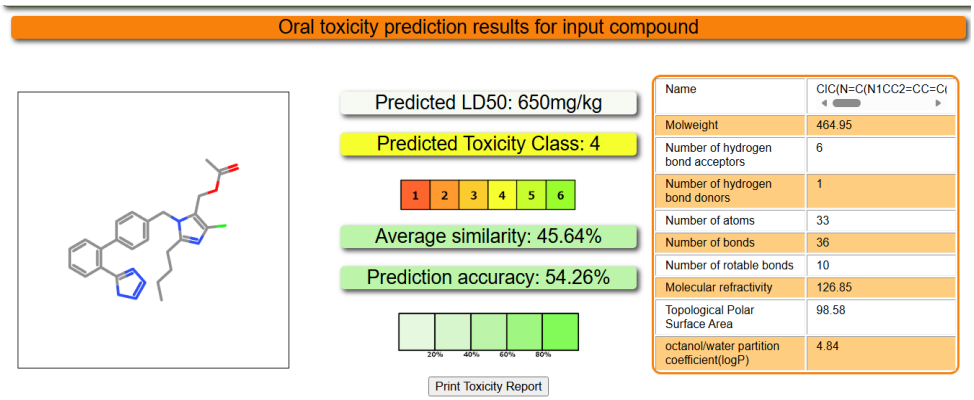
Figura 3: Espectro de Infrarrojo de losartán esterificado.

Las señales que se observaron en el infrarrojo son: Alcohol: 3366 cm^{-1} ; CH sp^3: 2948 cm^{-1} ; C-O: 1256 - 1099 cm^{-1} ; anillos aromáticos : 819 - 759 cm^{-1} ; C=O: 1638.83 cm^{-1} La señal de la amina no se muestra claramente, probablemente porque está solapado dentro de la banda del alcohol. En conjunto los resultados indican que si bien, el procedimiento de aislamiento fue exitoso, en la modificación estructural produjo nuestro producto deseado, pero de forma incompleta, argumentamos que por falta de tiempo en la reacción para que se terminara de formar el éster completamente, ya que en el espectro se puede ver una señal de carbonilo no muy pronunciada.

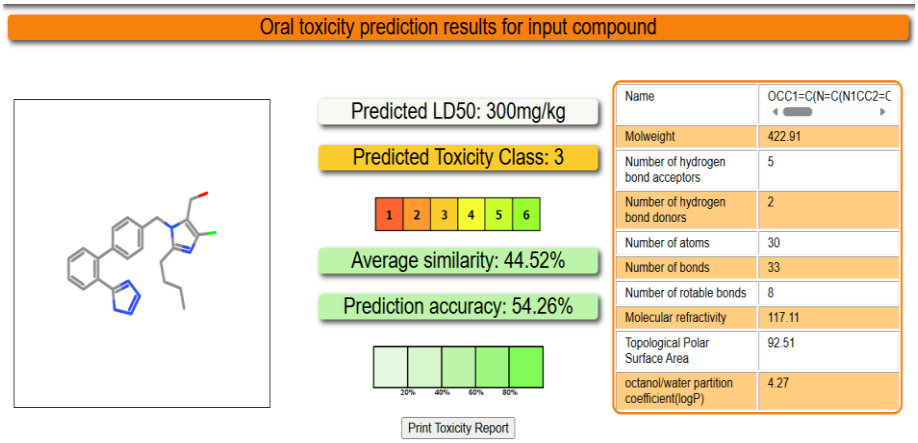




Toxicidad de losartán modificado



Toxicidad de losartán



Absorción de losartán modificado

Absorption Caco-2 (logPaap)	Absorption Human Oral Bioavailability 20%	Absorption Human Intestinal Absorption	Absorption Madin-Darby Canine Kidney	Absorption Human Oral Bioavailability 50%	Absorption P-Glycoprotein Inhibitor	Absorption P-Glycoprotein Substrate	Absorption Skin Permeability
-5.31	Non-Bioavailable (Low Confidence)	Absorbed (Medium Confidence)	-5.01	Non-Bioavailable (Low Confidence)	Non-Inhibitor (High Confidence)	Non-Substrate (Low Confidence)	-2.14







Absorción de losartán

Absorption Caco-2 (logPaap)	Absorption Human Oral Bioavailability 20%	Absorption Human Intestinal Absorption	Absorption Madin-Darby Canine Kidney	Absorption Human Oral Bioavailability 50%	Absorption P-Glycoprotein Inhibitor	Absorption P-Glycoprotein Substrate	Absorption Skin Permeability
-5.36	Non-Bioavailable (Low Confidence)	Absorbed (Medium Confidence)	-5.06	Bioavailable (Low Confidence)	Non-Inhibitor (High Confidence)	Non-Substrate (Low Confidence)	-1.73

Análisis de toxicidad

Los resultados nos muestran que el Losartán esterificado presenta menor toxicidad que el Losartán libre, ya que las predicciones del programa nos muestran un resultado menos tóxico para nuestro producto. Ambos compuestos mantienen una absorción intestinal similar. En general la esterificación hizo más soluble y ligeramente menos tóxico al compuesto.

Conclusiones

Se logró aislar losartán a partir de tabletas comerciales de la marca Ultra laboratorio con un rendimiento del 77%. La reacción de esterificación de Fischer mostró un rendimiento del 66% . El punto de fusión fue de 176º C -180º C, lo que nos permitió caracterizar al producto final. Los resultados indican que si bien el procedimiento de aislamiento fue exitoso, la modificación química no produjo nuestro producto deseado, por lo que será necesario mejorar las variables como el tiempo, la temperatura y sistema de purificación para obtener un éster que mejore la solubilidad del fármaco. De acuerdo con las predicción computacional, el compuesto esterificado tendrá mejor solubilidad y menor toxicidad.

Referencias

- *Losartán: Usos, interacciones y mecanismo de acción | DrugBank Online*. (2020). DrugBank. https://go.drugbank.com/drugs/DB00678[A1]
- Maldonado Cordova, K. A., Luzón Carrión, D. A., Samaniego Ulloa, K. D., & Romero Córdova, M. C. (2023). Antihipertensivos: Farmacología del Losartán. *RECIMUNDO*, *7*(3), 188–195. https://doi.org/10.26820/recimundo/7.(3).sep.2023.188-195
- Mulla, S., Patel, P., & Siddiqui, W. J. (2024, February 26). *Losartan*. https://www-ncbi-nlm-nih-gov.translate.goog/books/NBK526065/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=tc
- PubChem. (2024). Losartan | C22H23ClN6O | CID 3961. National Center for Biotechnology Information. https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Losartan



FOLIO # 12062

Evaluación de la actividad antimicrobiana de péptidos obtenidos a partir de la degradación de caseína mediante papaína	
Estrada Tinoco José de Jesús, Gutiérrez Servín Dana Ivett, Luna Torres Jacqueline, López Velázquez Emiliano, Velázquez Martínez María del Carmen, **Profesores:** Manzo Durán Rubiceli, Vásquez Bonilla José Norberto	
*** Autores para correspondencia:** rmanzo@correo.xoc.uam.mx 2222035923@alumnos.xoc.uam.mx	**Módulo:** Prevención y control de la propagación microbiana.

Resumen

La investigación evaluó el efecto antimicrobiano de péptidos obtenidos por hidrólisis de caseína con papaína frente a *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*. Tras confirmar la presencia de péptidos mediante espectrofotometría UV-Vis, se realizaron antibiogramas usando sensidiscos impregnados con dichos péptidos, no se observaron halos de inhibición en ninguno de los cultivos bacterianos, mientras que con los controles positivos sí. Esto indica que, bajo las condiciones empleadas, los péptidos de caseína no presentaron efecto antimicrobiano, sugiriéndose mejorar la hidrólisis, aumentar la concentración de péptidos y evaluar otras bacterias en futuros estudios.

Palabras clave: Péptidos de caseína, *Escherichia coli, Staphylococcus aureus*.

Introducción

La resistencia antimicrobiana se ha convertido en una de las principales amenazas para la salud pública, esto debido al incremento de las cepas bacterianas resistentes a antibióticos convencionales. La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha señalado que el uso indiscriminado de antibióticos ha acelerado la aparición de microorganismos resistentes, complicando así los tratamientos y reduciendo la eficacia terapéutica (OMS, 2025). Con esto, se ha vuelto imprescindible encontrar alternativas que permitan contrarrestar la sensibilidad bacteriana y encontrar nuevas formas de control microbiano. Una de las opciones más prometedoras son los péptidos antimicrobianos (AMPs), moléculas de bajo peso molecular las cuales actúan desestabilizando la membrana celular de ciertas bacterias, inhibiendo la síntesis de proteínas y la interferencia con procesos metabólicos esenciales (Rydlo et al., 2006; Li et al., 2019; Kumar et al., 2018). Dentro de las fuentes naturales de AMPs, las proteínas de la leche han demostrado poseer secuencias potencialmente antimicrobianas cuando estas son liberadas mediante hidrólisis enzimática (Bulet et al., 2004). Enzimas como la papaína han demostrado su eficiencia en la obtención de fragmentos peptídicos funcionales a partir de proteínas más complejas (Andrade-Mahecha et al., 2011). En este contexto, la identificación y evaluación de

péptidos puede darnos un panorama importante sobre su posible uso como agente antimicrobiano.

Objetivo general

Determinar el efecto de los péptidos antimicrobianos extraídos de la caseína hidrolizada con papaína sobre *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*.

Objetivos particulares

- Obtención de péptidos de la caseína mediante hidrólisis con papaína
- Determinar el efecto antimicrobiano de los péptidos extraídos de la caseína por medio de antibiogramas.

Metodología

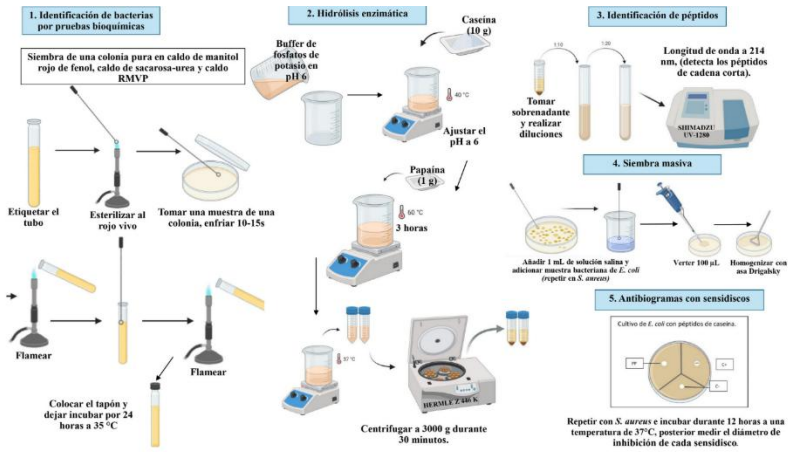


Figura 1. Procedimiento del proyecto experimental

Resultados y Discusión

Obtención de péptidos de la caseína mediante hidrólisis con papaína.

La hidrólisis de la caseína género una disminución significativa en las absorbancias y un aumento notable en la concentración de péptidos obtenidos. La prueba t de Student confirmó esta diferencia con un valor de p de 0.000656, este valor es inferior al valor de referencia establecido ($\alpha = 0.05$), lo que indica que la variación sobre la concentración no es al azar, sino que corresponde a un proceso real de la hidrólisis. Por lo tanto, la concentración obtenida de la caseína sin hidrolizar a partir de la absorbancia fue de 100 mg/mL, aproximadamente 27 veces menos que la concentración de los péptidos que fue de 2711.72 mg/mL. Lo que indica que las diferencias entre las absorbancias y las concentraciones están respaldadas y valida la efectividad del proceso de la hidrólisis.

Aunque la concentración total de péptidos en el extracto hidrolizado fue considerablemente mayor que en la caseína sin hidrolizar e incluso superiores a concentraciones inhibitorias mínimas reportadas para algunos péptidos derivados de la caseína, como el péptido αs165-181, con una concentración mínima inhibitoria de 7.8 mg/mL frente a *E. coli* y *S. aureus* (Omidbakhsh *et al.,* 2021) es importante resaltar que la fracción especifica con actividad antimicrobiana pudo haber sido insuficiente, por lo que se podría optimizar el proceso de hidrólisis: por ejemplo, la utilización de enzimas con especificidad de corte más amplia y técnicas adecuadas de separación como cromatografía o espectrometría de masas (Zhang *et al.*,2023).

Efecto antimicrobiano de los péptidos extraídos de la caseína por medio de antibiogramas

En los cultivos bacterianos de *E. coli* y *S. aureus* se evaluaron 3 secciones en una misma caja Petri: control negativo (C-), control positivo (C+) y tratamiento con péptidos antimicrobianos (PP), se observó crecimiento bacteriano uniforme en el control negativo (Figura 2), lo que confirma que la siembra por césped fue adecuada. Por otro lado, en el control positivo correspondiente a los sensidiscos impregnados con antibiótico, se formaron halos de inhibición de un diámetro promedio de 3 cm (Figura 2), lo que indicó la sensibilidad de las bacterias a los antibióticos empleados. Mientras que en las zonas correspondientes a los péptidos antimicrobianos no se observó inhibición o formación de halos, el crecimiento bacteriano rodeó completamente los sensidiscos (Figura 2), lo que demostró que los péptidos extraídos de la caseína no presentaron actividad antimicrobiana frente a la cepa *E. coli* ATCC 10536 y *S. aureus* ATCC 93300. Esta ausencia de inhibición contrasta con un estudio realizado en 2023 por Mokhtari *et, al.,* en donde se evaluó el efecto antimicrobiano de péptidos de caseína obtenidos mediante la enzima tripsina en cepas de *S. aureus* obteniendo resultados negativos. En este proyecto, la hidrólisis se realizó con papaína, no obstante, no se eliminó el residuo, sin embargo, su presencia no implica un papel en los resultados obtenidos, ya que se ha demostrado la actividad antimicrobiana de la papaína frente a bacterias como *E. coli* y *S. aureus*, siendo más efectiva con bacterias Gram positivas, y un mecanismo de acción distinto a los péptidos (Dawkins, 2003). La ausencia de sensibilidad podría deberse a que la cepa utilizada en el experimento *S. aureus* ATCC 93300 (MRSA), presenta múltiples mecanismos de resistencia, estos mismos dificultan la acción antimicrobiana de los péptidos derivados de la caseína, lo que explicaría la falta de inhibición observada.

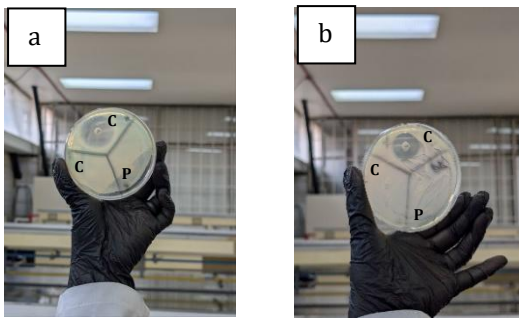


Figura 2. Antibiogramas a) Evaluación de la inhibición de *E. coli* y b) Evaluación de la inhibición de *S. aureus.*



C+= Control positivo, C-= Control negativo y PP= Péptidos obtenidos de la hidrólisis de la caseína.

En conjunto, estos factores sugieren que la ausencia de actividad antimicrobiana observada en este estudio no necesariamente implica que los péptidos obtenidos carezcan de efecto antimicrobiano, es plausible que la concentración de péptidos obtenidos no haya sido la suficiente para permitir detectar una buena actividad antimicrobiana.

Conclusiones

La hidrólisis enzimática de la caseína con papaína permitió obtener péptidos de cadena corta cuya presencia se confirmó con espectrofotometría UV Vis. Al evaluar el efecto antimicrobiano de los péptidos sobre *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*, los antibiogramas presentaron ausencia de actividad antimicrobiana, por el contario en los controles positivos se registraron halos de inhibición. Estos resultados muestran que, a pesar de obtener péptidos de cadena corta derivados de la caseína, la pureza de estos no fue adecuada para inhibir a los microorganismos a estudiar. Es por eso que en futuros estudios será indispensable optimizar los procedimientos de hidrólisis y purificación peptídica, así como implementar metodologías para identificar con mayor precisión y especificidad la presencia de péptidos, para así evaluar con exactitud la actividad antimicrobiana.

Referencias

- Agrillo, B., Porritiello, A., Gratino, L., Balestrieri, M., Proroga, Y. T., Mancusi, A., Cozzi, L., Vicenza, T., Dardano, P., Miranda, B., Escribá, P. V., Gogliettino, M., & Palmieri, G. (2023). Antimicrobial activity, membrane interaction and structural features of short arginine-rich antimicrobial peptides. *Frontiers in Microbiology*, 14. Recuperado de https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1244325
- Andrade-Mahecha, M. M., Morales-Rodríguez, O., & Martínez-Correa, H. A. (2011). Estudio del proceso de extracción de papaína a partir del látex del fruto de mamá (Carica papaya L.) cv. Maradol. *Acta Agronómica*, 60(3), 219–225.
- Baró, L., et al. (2001). Péptidos y proteínas de la leche con propiedades funcionales. *Ars Pharmaceutica*, 42(3–4), 135–145.
- Bulet, P., Stöcklin, R., & Menin, L. (2004). Anti-microbial peptides from invertebrates to vertebrates. *Immunological Reviews*, 198, 169–184.
- wkins, G., Hewitt, H., Wint, Y., Obiefuna, P. C., & Wint, B. (2003). Antibacterial effects of *Carica papaya* fruit on common wound organisms. *West Indian Medical Journal, 52*(4), 290–292.
- Kumar, P., Kizhakkedathu, J. N., & Straus, S. K. (2018). Antimicrobial peptides: Diversity, mechanism of action and strategies to improve the activity and biocompatibility in vivo. *Biomolecules*, 8(1), 4.
- Li, T., Liu, Q., Wang, D., & Li, J. (2019). Characterization and antimicrobial mechanism of CF-14, a novel antimicrobial peptide from fish epidermal mucus. *Fish & Shellfish Immunology*, 92, 881–888.











- Mokhtari, R., Rezaei, M., Fard, M. K., & Dirandeh, E. (2023). Evaluation of antimicrobial and antioxidant activities of casein-derived bioactive peptides using trypsin enzyme. *Journal of Food Quality*, 2023, 1–9. Recuperado de https://doi.org/10.1155/2023/1792917
- Omidbakhsh Amiri, E., Farmani, J., Raftani Amiri, Z., Dehestani, A., & Mohseni, M. (2021). Antimicrobial activity, environmental sensitivity, mechanism of action, and food application of αs165-181 peptide. *International Journal of Food Microbiology*, 358, 109403. Recuperado de https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2021.109403
- Organización Mundial de la Salud. (2025). La OMS advierte de la resistencia generalizada en todo el mundo a antibióticos de uso habitual. Recuperado de https://www.who.int/es/news/item/13-10-2025-who-warns-of-widespread-resistance-to-common-antibiotics-worldwide
- Rydlo, T., Miltz, J., & Mor, A. (2006). Eukaryotic antimicrobial peptides: Promises and premises in food safety. *Journal of Food Science*, 71(9), R125–R135. Recuperado de https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2006.00175.x
- Zhang, X., Yang, J., Suo, H., Tan, J., Zhang, Y., & Song, J. (2023). Identification and molecular mechanism of action of antibacterial peptides from Flavourzyme-hydrolyzed yak casein against Staphylococcus aureus. Journal Of Dairy Science, 106(6), 3779-3790. https://doi.org/10.3168/jds.2022-22823



FOLIO # 12063

Obtención de un éster metílico a partir de sales de valproato	
Briones Portillo Ana Paola, García González Rosa Juliett, Patricio Bello Mariana y Sarabia Vistrain Ari Eduardo **Profesores:** López Méndez Luis José y Pérez Gutiérrez María Salud	
*** Autores para correspondencia:** ljlopez@correo.xoc.uam.mx 2243069554@alumnos.xoc.uam.mx	**Módulo**: Síntesis y Reactividad de los compuestos orgánicos

Resumen

El valproato de metilo suele ser utilizado en la síntesis química de algunos compuestos derivados del ácido valproico (VPA) para asi poder comprender mejor las propiedades farmacologicas de este ácido. La presente investigación se centra en la esterificación a partir del VPA obtenido de tabletas comerciales de valproato de magnesio. Para esto se realizó un proceso de acidificación al valproato de magnesio, posteriormente se realizaron extracciones con diclorometano (DCM) y se obtuvo VPA con un rendimiento de 30.53%, para después poder realizar el método de Fisher utilizando metanol como reactivo y ácido sulfúrico como catalizador, el progreso de la reacción se monitoreo mediante cromatografia en capafina (CCF), el rendimiento final fue de 99.2%. Finalmente se realizaron pruebas de identidad al producto obtenido mediante espectroscopía IR confirmando la obtención de valproato de metilo.

Palabras clave: Ácido valproico, Esterificación de Fisher, Extracción.

Introducción

El VPA o ácido 2-propilpentanoico es un fármaco ampliamente utilizado por sus propiedades anticonvulsivas. (Madero, 2020; Rahman, et al., 2024). Químicamente, se clasifica como un ácido carboxílico de cadena corta, derivado del ácido valérico, cuyas propiedades terapéuticas fueron descubiertas de manera fortuita en 1962 durante investigaciones orientadas a sintetizar nuevos compuestos (Albualhasan, 2020; National Center for Biotechnology Información, 2023).

El VPA suele administrase en forma de sales, como el valproato de magnesio, que ofrece ventajas operativas por su mayor hidrosolubilidad. No obstante, para fines de investigación y desarrollo de derivados, es recomendable obtener el ácido valproico libre a partir de sus sales mediante acidificación, utilizando ácidos fuertes (European Medicines Agency, 2021; Comisión Permanente de la Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos, 2025). El VPA puede ser modificado mediante esterificación de Fisher, que permite la síntesis de algunos esteres. Este proceso, catalizado por ácido sulfúrico y favorecido por la eliminación de agua mediante técnicas como el uso de un aparato de Dean-Stark, representa una ruta eficiente para modificar las propiedades fisicoquímicas del compuesto original (Gevorg, 2020).

Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Xochimilco

DEPARTAMENTO DE SISTEMAS BIOLÓGICOS

Objetivo general

Obtener el ester metilico del ácido valproico aislado de tabletas comerciales de valproato de magnesio

Objetivos particulares

- Obtener ácido valproico a partir de tabletas comerciales de valproato de magnesio.
- Llevar a cabo la esterificación de Fisher del ácido valproico con metanol.
- Utilizar métodos analíticos como cromatografía de capa fina y espectroscopía infrarroja para validar la obtención del ester metilico.
- Calcular el rendimiento obtenido del ácido valproico puro y del producto de esterificación

Metodología



Resultados y Discusión

Extracción y purificación del ácido valproico

Se realizo el aislamiento de ácido valproico a partir de tabletas de valproato de magnesio, el contenido teórico de este compuesto es de 7.425 g de rendimiento teórico, se realizó una acidificación con HCl, posteriormente se llevó a cabo una extracción con agua destilada, donde se obtuvo una masa de 2.267 g de VPA, lo cual indicó un rendimiento porcentual de 30.53%.



Este tuvo una apariencia oleosa con un color amarillento (Figura 1), lo cual demuestra que el método de extracción fue eficiente para aislar el compuesto Albualhasan et. al. (2020) (Tabla 1).



Figura 1. Obtención del ácido valproico

Se realizaron tres extracciones con DCM con la finalidad de obtener un mejor porcentaje de pureza y así evitar la pérdida de producto. Lo mencionado no fue lo que Albualhasan et al. (2020) realizó ya que el solo hizo una sola extracción con DCM, pero a pesar de ello obtuvo una excelente extracción del VPA lo cual lo comprobó con datos de IR.

Tabla 1. Resultados de la extracción del VPA.

Etapa	Resultado	Observaciones
Masa del valproato de magnesio (40 tabletas)	8 g	Pulverizado en mortero
pH de acidificación final con HCL	≤3	Precipitado fino
Numero de extracciones con DCM	3	90 mL cada una
Masa final del ácido valproico obtenido	2.2675 g	Producto tras evaporación del DCM
HCl 1M	40 ml aprox.	Preparado en un matraz aforado de 100 ml.

Esterificación del ácido valproico

Para la esterificación se tenía previsto un rendimiento teórico de 2.489 g, se observó que las primeras condiciones catalíticas no fueron suficientes para desplazar el equilibrio ya que el CCF inicial mostró una conversión limitada (Figura 2). Debido a esto se añadió más H_2SO_4 lo que aceleró la reacción y permitió observar una mayor formación del éster, en la que se obtuvo una masa final de 2.469 g, lo cual indica un rendimiento porcentual de 99.2%. (Tabla 2). Esto ultimo puede justificarse porque el procedimento involucro distintos métodos y el uso de varios reactivos, lo que generó una diferencia significativa en el rendimento final.



Tabla 2. Datos específicos sobre la esterificación.

Parámetro	Resultados	Observaciones
Volumen del metanol	13 ml	Disolvente y reactivo
Catalizador	6 gotas de H_2SO_4 + 10 gotas adicionales	Se añadieron gotas extras por la baja conversión inicial
Tiempo total de la reacción	90 minutos	A reflujo con Dean – Stark
Neutralización	5 g de $NaHCO_3$ en 50 ml de H_2O	Eliminación de exceso de ácido
Rendimiento porcentual del valproato de metilo	99.2%	Probablemente contenía impurezas.

Cromatografía en capa fina (CCF)

En la primera CCF no se logró visualizar los compuestos separados debido a la baja conversión (Figura 2). Después de agregar más catalizador, la segunda CCF mostró claramente dos señales: un Rf de 0.33 (ácido valproico) y otro Rf de 0.43 (valproato de metilo) que se visualizaron bajo luz ultravioleta (Figura 3). Esta separación corresponde exactamente a la diferencia de polaridad entre un ácido carboxílico y su éster, confirmando que si ocurrió la reacción de esterificación (Tabla 3).

Albualhasan et al. (2020) menciona que la conversión de alcoholes o ácidos carboxílicos, a ésteres cambia considerablemente la cromatografía debido a que se bloquean los enlaces de hidrógeno y disminuyela polaridad de los compuestos, con esto se comprueba que en la segunda CCF se observaron mejor los componentes desplazados.

Sistema de elución: Hexano: Acetato de etilo (7:3)

Visualización: UV y dicromato de potasio (indicador).

Tabla 3. Datos calculados de la cromatografía de capa fina.

Compuesto	Polaridad relativa	Rf	Interpretación
Acido valproico (VPA)	Mas polar	0.33	Desplazamiento más bajo, característico de ácidos carboxílicos.
Valproato de metilo	Menos polar	0.43	Desplazamiento más rápido, típico de esteres.





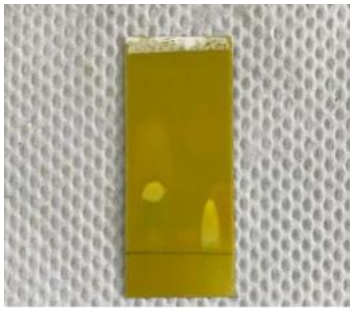
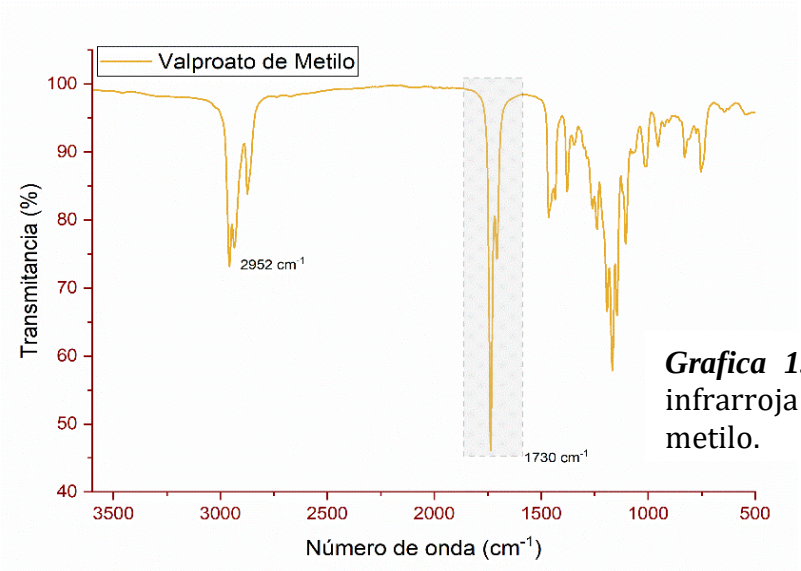


Figura 2. Primera prueba de placa CCF

Figura 3. Segunda prueba de placa CCF

Determinación de espectroscopia infrarroja

La determinación del IR que se le realizo al producto obtenido mostró una banda prominente en 1730 cm^{-1} característica del grupo carbonilo (C=O) de un éster, esto confirma la formación del valproato de metilo como se muestra en la gráfica 1.



Grafica 1. Espectroscopia infrarroja del valproato de metilo.

Conclusión

En este proyecto de investigación se realizó de manera satisfactoria la extracción de ácido valproico a partir de tabletas comerciales de valproato de magnesio, obteniendo un rendimiento del 30.53%. Con el resultado de la extracción se realizó la esterificación de Fisher, misma en la que se utilizó



metanol como reactivo y ácido sulfúrico como catalizador, el proceso de esterificación fue monitoreado por CCF. Una vez concluida la reacción se aislo el producto final con un rendimiento de 99.2%.

Finalmente, el resultado de la esterificación fue caracterizado mediante espectroscopía infraroja dandonos como producto final el ester metilico del ácido valproico (valproato de metilo).

Referencias

- Abualhasan, M. N., Al-Masri, M. Y., Manasara, R., Yadak, L., & Abu-Hasan, N. S. (2020). Anti-Inflammatory and Anticoagulant Activities of Synthesized NSAID Prodrug Esters. *Scientifica*, *2020*, 1–6. https://doi.org/10.1155/2020/9817502
- European Medicines Agency. (2021). *Assessment report for Magnesium Valproate (valproic acid magnesium salt)*. https://www.ema.europa.eu/
- Esterificación de Fischer-Speier / Síntesis de un compuesto con aroma de pera. (2020, junio 4). *Esterificación de Fischer-Speier / Síntesis de un compuesto con aroma de pera* [Video]. YouTube. https://youtu.be/qKqC20NzFhU
- Gevorg, D. S. (2020). *Fischer Esterification - Chemistry Steps*. Chemistry Steps. https://www-chemistrysteps-com
- Madero, S. (2020). *Efectos del ácido valproico sobre el metabolismo de la carnitina: Estudio bioquímico y morfológico en la rata* [Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid]. Facultad de Medicina, Departamento de Anatomía Patológica. https://webs.ucm.es/BUCM/tesis/19911996/D/0/D0075201.pdf



FOLIO # 12064

Hidrólisis del palmitato de retinol para la obtención de retinol	
Pompa Cabrera Oliver, García Carbajal Dilan Kevin, Martínez Cruz Alexa, Morales Juárez Monserrath, Muñoz García Rafael Oswaldo, Pérez Barrera Andrea, Salmerón Osorio Esbeidy Danae **Profesores:** Rodríguez Villar Karren y Martínez Casares Rubria Marlen	
*** Autores para correspondencia:** krodriguezv@correo.xoc.uam.mx 2242032508@almnos.xoc.uam.mx	**Módulo:** Síntesis y reactividad de compuestos oraganicos orgánicos

Resumen

El objetivo de esta investigación es sintetizar y caracterizar los productos obtenidos a partir de la hidrolisis del palmitato de retinol, y de esta forma obtener retinol. Para ello, se utilizaron técnicas analíticas como la cromatografía en capa fina y la espectroscopia en infrarrojo, las cuales nos permitieron monitorear las transformaciones químicas y por IR confirmar la presencia de los grupos funcionales esperados es esta etapa. La hidrolisis del palmitato de retinol mostro la conversión del éster a un compuesto más polar, que correspondía al retinol, sin embargo, en el análisis espectroscópico revelo que las bandas características del grupo hidroxilo y de la estructura conjugada son señales atribuibles al retinol. En conjunto, los resultados indican que la hidrolisis del palmitato de retinol se logró llevar a cabo de manera exitosa y que las técnicas aplicadas permitieron identificar adecuadamente los cambios estructurales ocurridos en el proceso.

Palabras clave: Retinol, palmitato de retinol, hidrolisis básica.

Introducción

El retinol es importante debido a su participación en procesos fisiológicos, en particular su liberación es fundamental porque constituye la forma biológicamente activa de la vitamina A, por ello, resulta esencial tanto en procesos metabólicos y algunos análisis de laboratorio *(Hara et al., 2023).*
Por otro lado, el palmitato de retinol es una forma esterificada y comercialmente estable del retinol, lo que permite su manejo y conservación, sin embargo, requiere cambios químicos específicos para obtener su foma libre. En este trabajo se plantea la obtención de retinol mediante la hidrólisis del palmitato de retinol, rompiendo el enlace éster para liberar el alcohol y de esta manera formar ácido palmítico como subproducto. Además, se emplearán técnicas analíticas como la cromatografía en capa fina. esta técnica permitirá monitorear el avance de la reacción y observar la desaparición de la materia prima *(Xing et al., 2023)*. Así mismo la espectroscopia de infrarrojo (IR) para analizar los compuestos y los resultados correspondientes.

Por otro lado, la hidrolisis es una reacción química en la que se utiliza agua para descomponer un compuesto, (Monash, University,2009). En el caso del palmitato implica la ruptura del enlace éster por la acción del agua, generando retinol y su correspondiente ácido palmítico, esta reacción suele ser catalizada por encimas, lo que las hace esenciales en este proceso (Blaner, 1987). La hidrólisis, es vital para generar las formas activas de este compuesto y puede producirse mediante enzimas como las lipasas (Van Wayenbergh et al., 2023).
En laboratorio se puede a ver un proceso de oxidación influenciado por diversos factores ambientales como: la luz UV, el calor; la presencia de antioxidantes acelera la degradación del retinol. (Janini, Grases & Sarda, 2020).

Objetivo General

Sintetizar y caracterizar los productos obtenidos a partir de la hidrólisis, mediante cromatografía en capa fina y análisis espectroscópico de infrarrojo (IR).

Objetivos específicos

- Obtener palmitato de retinol a partir de su forma comercial en cápsulas, mediante extracción líquido-líquido.
- Obtener retinol por hidrólisis básica del palmitato de retinol.
- Caracterizar los compuestos sintetizados mediante propiedades fisicoquímicas y espectroscopía infrarroja (IR).

Metodología

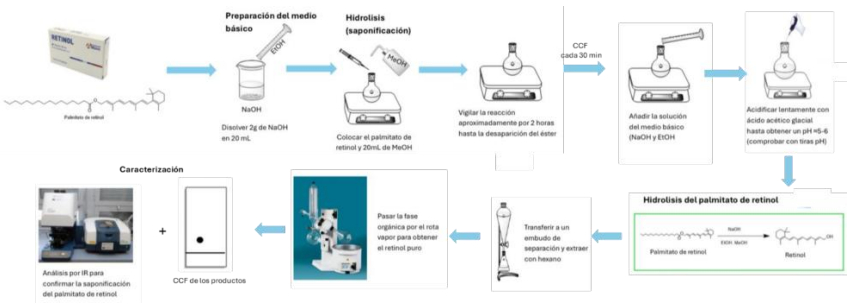


Figura 1. Proceso experimental de la saponificación del palmitato de retinol, que muestra cada etapa del procedimiento: preparación del medio básico, reacción de hidrólisis, verificación porCCF, acidificación, extracción en embudo de separación, evaporación del disolvente y confirmación por espectroscopía IR.

Resultados y discusión

Durante el proceso se presentaron algunos inconvenientes, debido a la sensibilidad que tiene el retinol y sus derivados, ya que su estructura molecular presenta cinco dobles enlaces conjugados y este es el principal factor de inestabilidad, ya que al estar en contacto con el oxígeno, luz o calor convierte a los dobles enlaces en radicales provocando que la molécula se destruya, además contribuye en la degradación oxidativa o isomerización. (Agencia de investigación de Eslovenia, 2020).

Al presentarse estos factores, fue necesario adaptar el procedimiento a distintas condiciones. Uno de los ajustes consistió en omitir la separación mediante cromatografía en columna, debido a que esta técnica emplea sílica gel como fase estacionaria. El retinol interactúa fuertemente con la sílica por su alta polaridad y acidez superficial, lo cual puede degradarlo y favorecer la isomerización de la forma trans a la forma cis.

Por otro lado, tampoco se realizó una extracción líquido-líquido del palmitato de retinol, ya que este compuesto es altamente hidrofóbico y se distribuye casi por completo en la fase orgánica. Dado que el palmitato posee una solubilidad muy baja en agua y una fuerte afinidad por medios lipídicos, este método no permite eliminar eficientemente las impurezas presentes. (Patel, R., & Liu, S.,2020).

Al obtener nuestros productos realizamos el espectro IR presentó una banda ancha a 3309 cm^{-1} correspondiente al estiramiento O–H, así como señales en 2957–2849 cm^{-1} de C–H alifáticos y una banda a 3009 cm^{-1} atribuible a =C–H en sistemas insaturados, coherente con el retinol. La señal intensa a 1730 cm^{-1} indicó la presencia de un C=O de éster. Adicionalmente, se observaron bandas asociadas a impurezas: una débil en 1733 cm^{-1} atribuible a trazas de carbonilos y otra alrededor de 2331 cm^{-1} correspondiente a CO_2 ambiental (Brown et al., 2023).

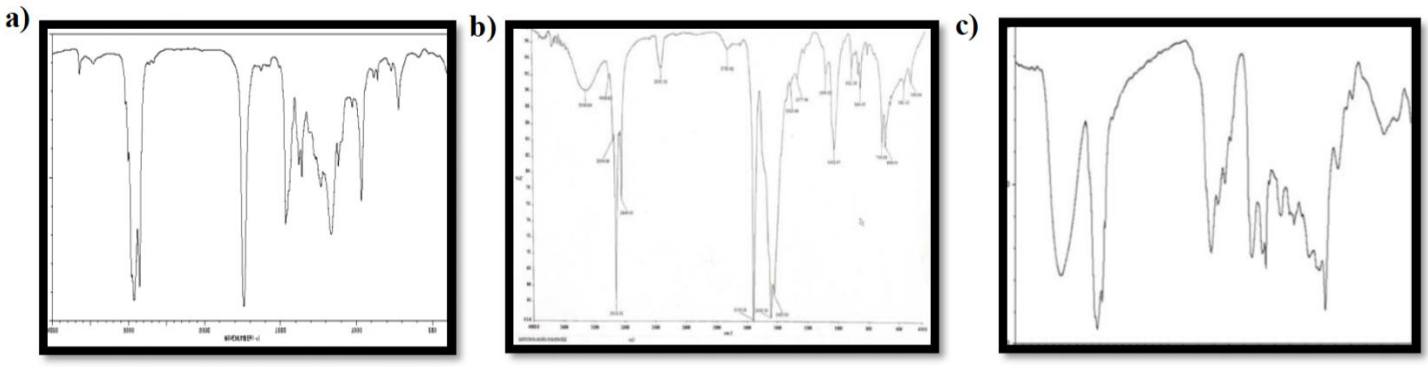


Figura 2. a) Espectro IR del palmitato de retinol antes de la hidrolisis b) Espectro IR del retinol obtenido mediante la hidrólisis del palmitato C) Espectro del retinol 100% puro, obtenido de la (Spectral Database for Organic Compounds SDBS), AIST



Tabla 1. Bandas principales observadas en los espectros IR comparativos del palmitato de retinol, retinol obtenido mediante hidrólisis y del retinol puro. Muestra cómo la desaparición del C=O del éster y la aparición de la banda O-H confirman la conversión al alcohol, Spectral Database for Organic Compounds (SDBS), AIST.

Grupo funcional	Palmitato de retinol	Retinol obtenido (Hidrólisis)	Retinol puro
O-H	-	3300-3500 cm^{-1}	3300-3500 cm^{-1}
C=O	1730- 1750 cm^{-1}	Banda débil en 1733 cm^{-1}	-
=C-H	3000- 3100 cm^{-1}	3009 cm^{-1}	3000-3100 cm^{-1}
C-H	2850-2960 cm^{-1}	2849-2957 cm^{-1}	2850-2960 cm^{-1}
C=C	Débil o ausente	1610-1625 cm^{-1}	1610-1625 cm^{-1}
C-O	-	1070-1100 cm^{-1}	1070-1100 cm^{-1}

Conclusión

En el procedimiento experimental se vio limitado en varias cuestiones por la alta sensibilidad del retinol, ya que su estructura contiene múltiples enlaces dobles conjugados que favorece su degradación he isomerización ante la luz, el calor y el oxígeno. Estas peculiaridades impidieron la aplicación de diversas técnicas como la cromatografía en columna, ya que sus características de la sílice, promueve su descomposición y cambios estructurales, Aún con estas limitaciones el análisis espectroscópico, respaldo la obtención de retinol ya que el IR mostró señales características del retinol, mientras que la CCF revelo la desaparición de la materia prima y la formación de un compuesto más polar, confirmando la transformación química esperada.



Referencias

- Blaner, W. S., Das, S. R., Gouras, P., & Flood, M. T. (2020). *Hydrolysis of 11-cis- and all-trans-retinyl palmitate by homogenates of human retinal epithelial cells*. The Journal of Biological Chemistry, 262(1), 53–58.

- Brown, W. H., Iverson, B. L., Anslyn, E. V., & Foote, C. S. (2023). *Organic Chemistry*. OpenStax.

- Choi, Y. H., Kim, H. K., Wilson, E. G., Erkelens, C., Trijzelaar, B., & Verpoorte, R. (2004). *Quantitative analysis of retinol and retinyl palmitate in vitamin tablets using ¹H-NMR spectroscopy*. Analytica Chimica Acta, 512(1), 141–147.
- Ciriminna, R., & Pagliaro, M. (2023). *The TEMPO oxidations: A modern and sustainable tool for alcohol oxidation*. Advanced Synthesis & Catalysis, 365(1), 45–60.
- Fatiadi, A. J. (1976). *Active manganese dioxide oxidation in organic chemistry*. Synthesis, 1976(2), 65–104.
- Jones, M., Patel, R., & Liu, S. (2020). Retinoid stability and degradation kinetics in commercial cosmetic products. Journal of Cosmetic Science, 71(6), 589–601.
- Kedishvili, N. Y. (2016). *Retinoic acid synthesis and degradation*. En Subcellular Biochemistry (Vol. 81, pp. 127–161). Springer.
- Loránd, T., Molnár, P., Deli, J., & Tóth, G. (2002). *FT-IR study of some seco- and apocarotenoids*. Journal of Biochemical and Biophysical Methods, 53, 251–258.
- Monash University. (2009). *Study at Monash Uni | Melbourne*.
- Panzella, L., d'Ischia, M., Napolitano, A., & Minisci, F. (2004). *Free radical oxidation of (E)-retinoic acid by the Fenton reagent: competing epoxidation and oxidative breakdown pathways*. Chemical Research in Toxicology, 17(12), 1716–1724.
- Reusch, W. (s. f.). *Infrared Spectrometry*. Michigan State University.
- Sedelmeier, J., Ley, S. V., Baxendale, I. R., & Baumann, M. (2010). *$KMnO_4$-mediated oxidation as a continuous flow process*. Organic Letters, 12(16), 3618–3621.
- Stuart, B. (2004). *Infrared Spectroscopy: Fundamentals and Applications*. Wiley.
- Tolleson, W. H. (2005). *Infrared spectroscopy and its applications in the analysis of organic compounds*. Journal of Chemical Education, 82(3), 452–458.



FOLIO # 12065

Efecto de la adición de cloruro de sodio (NaCl) sobre el crecimiento microbiano en carne de res cruda almacenada a temperatura ambiente	
Bonet Luna Luis Angel, González Colón Héctor, Nova Bautista Azuleny, Romero Aguirre Valeria ***Profesores:** Manzo Durán Rubiceli, Vásquez Bonilla José Norberto	
*** Autores para correspondencia:** rmanzo@correo.xoc.uam.mx 2223021941@alumnos.xoc.uam.mx	**Módulo**: Prevención y control de la propagación microbiana

Resumen

Las enfermedades gastrointestinales por consumo de alimentos contaminados representan un problema de salud pública importante. La carne de res cruda es especialmente susceptible al crecimiento de microorganismos patógenos debido a su alto contenido de humedad y proteínas. Este estudio evaluó el efecto del cloruro de sodio (NaCl) sobre la proliferación microbiana en carne de res almacenada a temperatura ambiente. Se realizaron diluciones seriadas, cuantificación bacteriana por goteo en placa, aislamiento de colonias, tinción de Gram y pruebas bioquímicas para la identificación bacteriana. Se determinó la posible presencia de *P. aeruginosa*, *S. aureus*, *Shigella spp.* y *E. coli*. Los resultados mostraron que la adición de NaCl redujo significativamente el crecimiento microbiano, afectando más a las bacterias Gram negativas que a las Gram positivas, indicando que el NaCl es un método efectivo y económico para la conservación de la carne.

Palabras clave: cloruro de sodio, crecimiento microbiano, carne de res

Introducción

Las enfermedades gastrointestinales (EGI) constituyen una de las principales causas de morbilidad a nivel mundial y representan un problema de salud pública relevante en México (INEGI, 2023). Se estima que más del 30% de las EGI se originan por el consumo de alimentos contaminados, especialmente de origen animal (WHO, 2023). Entre estos, la carne de res cruda es especialmente susceptible al crecimiento de microorganismos patógenos debido a su alto contenido de humedad, proteínas, y a la posible contaminación durante su obtención y procesamiento (Shaltout et al., 2022). Entre los patógenos más relevantes se encuentran *Escherichia coli (E. coli)*, *Salmonella spp.*, *Listeria monocytogenes* (*L. monocytogenes*) y *Staphylococcus aureus (S. aureus)* (Ali y Alsayeqh, 2022).

Para reducir el crecimiento microbiano se aplican diversos métodos de conservación, entre ellos la salazón, en la cual el cloruro de sodio (NaCl) actúa como agente antimicrobiano (Kim et al., 2021).

Diversas investigaciones han demostrado que el NaCl inhibe eficazmente el desarrollo de bacterias deteriorantes y patógenas en la carne, debido a su efecto sobre la presión osmótica y la reducción del agua disponible para el metabolismo bacteriano (Chen et al., 2025). Estudios recientes también

confirman que concentraciones adecuadas de NaCl son capaces de inhibir el crecimiento de especies como *L. monocytogenes*, *E. coli* y *Clostridium botulinum*, lo que demuestra su efectividad como método tradicional y económico de conservación (Barcenilla et al., 2022; Fraqueza et al., 2021). El presente trabajo tiene como objetivo evaluar el efecto del cloruro de sodio sobre la proliferación microbiana en carne de res cruda a temperatura ambiente, para determinar su eficacia como método de conservación.

Objetivo general

Evaluar el efecto antibacteriano de la adición de NaCl en carne de res cruda después de 24 horas de almacenamiento a temperatura ambiente.

Objetivos particulares

- Analizar cualitativamente la presencia bacteriana en la carne tratada con NaCl y en la carne control posterior a 24 horas de almacenamiento a temperatura ambiente.
- Determinar cuantitativamente el crecimiento bacteriano en la carne tratada con NaCl y en la carne control.
- Identificar las bacterias presentes en la carne tratada con NaCl y en la carne control.

Metodología

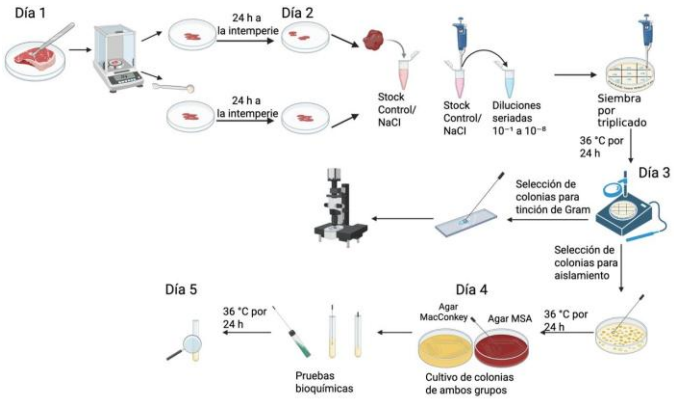


Figura 1. Metodología empleada en el proyecto. Proceso general de tratamiento de carne de res con NaCl, realización de diluciones seriadas y cuantificación por goteo en placa, seguido del aislamiento de colonias, tinción de Gram y aplicación de pruebas bioquímicas para la identificación bacteriana.

Resultados y Discusión

Determinación cualitativa y cuantitativa del crecimiento microbiano (UFC/g) en carne control y experimental (NaCl)

El análisis del crecimiento microbiano se realizó con el objetivo de evaluar el efecto del cloruro de sodio (NaCl) sobre la carga bacteriana en carne de res cruda. En ambos grupos se observaron dos tipos de colonias, blancas y traslúcidas. Visualmente, se observó un mayor crecimiento bacteriano en la muestra control en comparación con la experimental, siendo más abundantes las colonias traslúcidas en la primera y predominando las blancas en la segunda (Figura 2).

Para el análisis cuantitativo, se seleccionó la dilución 10^{-1} por presentar un número contable de colonias en ambos grupos. En la Tabla 1 se presentan los valores de UFC/g obtenidos para cada réplica en dicha dilución, así como los promedios y desviaciones estándar correspondientes. La prueba t de Student indicó un valor de $p = 1.88 \times 10^{-6}$, lo que demuestra una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$) entre ambos grupos, evidenciando que la adición de NaCl redujo significativamente el crecimiento microbiano. Este resultado concuerda con lo reportado por Liu et al. (2022) y Peleg (2022), quienes señalan que la sal disminuye la actividad de agua en productos cárnicos e inhibe el desarrollo de bacterias deteriorantes y patógenas.

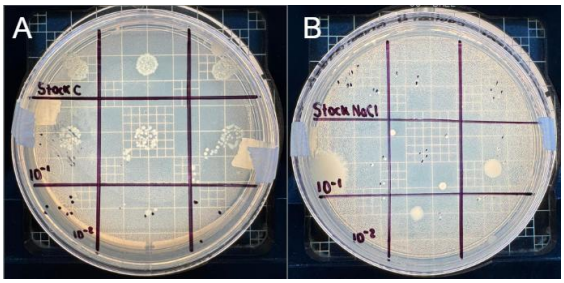


Figura 2. Colonias bacterianas con morfología diferente observadas en medio nutritivo. (A) Control, con mayor densidad y diferenciación entre colonias blancas y traslúcidas; (B) experimental (NaCl), con menor crecimiento bacteriano.

Tabla 1. Recuento de UFC/g en carne control y carne tratada con NaCl.

Muestra	**UFC/g Réplica 1**	**UFC/g Réplica 2**	**UFC/g Réplica 3**	**UFC/g Promedio ± DE**
Control	685.7143	685.7143	642.8571	671.4286 ± 24.7436
Experimental (NaCl)	42.8571	71.4286	71.4286	61.9048 ± 16.4957

Características macroscópicas y microscópicas de las colonias aisladas

El análisis macroscópico y microscópico de las colonias se realizó con el propósito de identificar los posibles grupos bacterianos presentes en la carne de res control y tratada con NaCl, y determinar si la adición de sal influyó en la composición microbiana. Para ello, se observaron las colonias



desarrolladas en medio nutritivo, se describieron sus características macroscópicas y se efectuó una tinción de Gram para evaluar su morfología. Como se mencionó anteriormente, se identificaron dos tipos de colonias: unas blancas y otras traslúcidas (Tabla 2). En la tinción de Gram (Figura 3), las colonias blancas y traslúcidas del grupo control mostraron coloración morada con algunas células rojas lo que indica la presencia de bacterias Gram positivas y Gram negativas, las blancas con morfología de estafilococos y las traslúcidas de bacilos. En el grupo experimental, ambas colonias presentaron morfología de estafilococos; las colonias blancas se tiñeron de morado (Gram positivas) y las traslúcidas de rojo (Gram negativas).

Estos resultados, en relación con el análisis cualitativo, sugieren que el efecto inhibidor del NaCl fue más evidente sobre las bacterias Gram negativas en comparación con las bacterias Gram positivas. Estudios previos han señalado que el NaCl inhibe el crecimiento de bacterias Gram negativas, como *E. coli* y *Salmonella spp*., debido a su menor tolerancia osmótica, mientras que las Gram positivas halotolerantes, como *S. aureus*, presentan una mayor resistencia a concentraciones moderadas de sal (Barcenilla et al., 2022; Kim et al., 2021).

Tabla 2. Características macroscópicas de las colonias presentes en medio nutritivo.

	Colonia 1 (blanca)	**Colonia 2 (traslúcida)**
Forma	Circular	Circular
Tamaño	Mediana	Mediana
Superficie	Lisa	Lisa
Elevación	Convexa	Alta
Borde	Continuo	Ondulado
Estructura interna	Homogénea	Homogénea
Color	Blanca	Incoloras
Opacidad	Opaca	Transparente
Consistencia	Butirosa	Butirosa

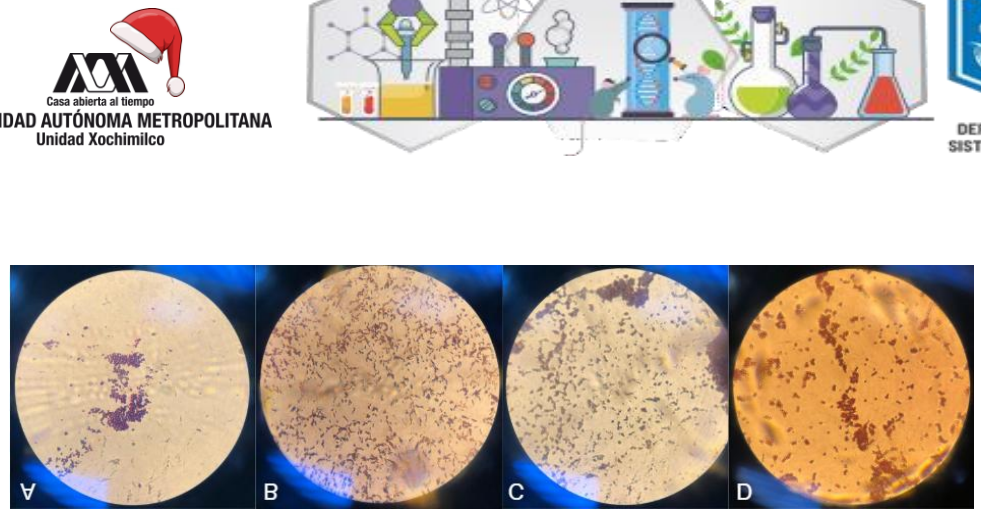


Figura 3. Tinción de Gram y morfología microscópica de las colonias blancas y traslúcidas de ambos grupos. (A) Control, colonia blanca; (B) control, colonia traslúcida; (C) experimental (NaCl), colonia blanca; (D) experimental (NaCl), colonia traslúcida.

Aislamiento de bacterias en medios selectivos y diferenciales

El aislamiento en medios diferenciales se realizó con el objetivo de complementar la identificación bacteriana mediante la observación del comportamiento metabólico de las colonias en agares diferenciales. Se emplearon los medios MacConkey y MSA para distinguir entre bacterias Gram negativas fermentadoras de lactosa y Gram positivas halotolerantes. Las colonias blancas y traslúcidas del grupo control y experimental (NaCl) se inocularon en ambos medios, observándose las variaciones de color y crecimiento (Figura 4).

En ambos grupos, las colonias blancas fermentaron manitol en el agar MSA, evidenciado por el cambio de color a amarillo, lo que indica la presencia de bacterias Gram positivas halotolerantes del género *Staphylococcus*, probablemente *S. aureus* (Bustos et al., 2007). Sin embargo, en el grupo control se observó un cambio a tono amarillo claro en el agar MacConkey, esto podría deberse a un crecimiento de bacterias Gram negativas no fermentadora de lactosa, que llevaron a cabo una ligera alcalinización del medio causada por su metabolismo proteico (Miller, 2024). En cambio, la colonia blanca del grupo experimental no produjo cambios en el MacConkey, lo que refuerza que solo había Gram positivas.

Por otro lado, las colonias traslúcidas del grupo control no modificaron el MSA, pero generaron un color rosado en el agar MacConkey, lo que indica que corresponden a bacterias Gram negativas fermentadoras de lactosa, posiblemente del género *Escherichia* o *Klebsiella* (Bustos et al., 2007). Al aislarla en agar Salmonella Shigella, se observó una coloración amarilla con colonias traslúcidas, compatible con *Shigella spp.*, y una zona roja con colonias rosadas, compatible con *E. coli*, (Figura 5). Mientras que la colonia traslúcida del grupo experimental no produjo cambios en ninguno de los medios, lo que podría indicar que el crecimiento fue demasiado limitado para observar reacciones claras (Bonnet et al., 2019).



Figura 4. Agar MacConkey (superior) y agar MSA (inferior). (A) Control negativo; (B) control, colonia blanca; (C) control, colonia traslúcida; (D) experimental (NaCl), colonia blanca; (E) experimental (NaCl), colonia traslúcida.

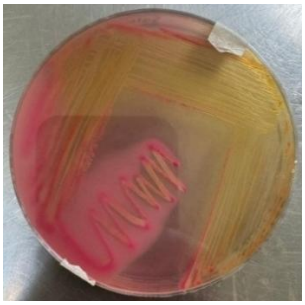


Figura 5. Siembra de la colonia traslúcida del control en medio MacConkey en agar Salmonella Shigella.

Identificación de bacterias mediante pruebas bioquímicas

Se realizaron pruebas bioquímicas para identificar las bacterias presentes en los grupos control y experimental. El objetivo fue determinar las características metabólicas de las colonias aisladas y comparar su comportamiento con lo descrito en la literatura. En la Tabla 3 se presentan los resultados de las pruebas bioquímicas realizadas a los siguientes grupos: control, colonia blanca en agar MacConkey; control, colonia blanca en agar MSA; control, colonia traslúcida en agar MacConkey y experimental (NaCl), colonia blanca en agar MSA.

Aunque la mayoría de las pruebas concuerdan, algunas presentan resultados inconsistentes por lo que no es posible determinar con certeza la especie de bacterias presentes. La colonia blanca del control en MacConkey presentó catalasa positiva, con citrato, indol y ureasa negativas, lo que sugiere que podría tratarse de *Pseudomonas aeruginosa* (*P. aeruginosa*); sin embargo, esta especie suele ser citrato positivo, por lo que se requiere una confirmación adicional (Nair et al., 2015). Por otro lado, la colonia blanca del control y experimental en MSA mostraron catalasa y ureasa positivas, con citrato e indol negativos, lo que indica *S. aureus*, aunque la identificación no es totalmente certera, ya que esta bacteria típicamente es ureasa negativa (Foster, 1996). La



colonia traslúcida del control en MacConkey fue catalasa positiva, pero negativa para ureasa, citrato e indol. Esto sugiere que, para las pruebas bioquímicas, se evaluó principalmente a *Shigella spp.*, ya que *E. coli* es indol positivo (Bustos et al., 2007), aunque ambas bacterias estaban presentes en el aislamiento. Para validar la identidad y cuantificación de las bacterias se podría realizar un segundo aislamiento de colonias y posteriormente pruebas bioquímicas, PCR punto final y qRT-PCR.

Tabla 3. Resultados de las pruebas bioquímicas.

	Catalasa	Ureasa	Citrato	Indol
Control, colonia blanca en agar MacConkey	+	-	-	-
Control, colonia blanca en agar MSA	+	+	-	-
Control, colonia traslúcida en agar MacConkey	+	-	-	-
Experimental (NaCl), colonia blanca en agar MSA	+	+	-	-

Conclusiones

La adición de NaCl redujo significativamente el crecimiento microbiano, siendo el efecto inhibidor más evidente sobre las bacterias Gram negativas que sobre las Gram positivas. Las bacterias presentes en los cultivos podrían corresponder a *P. aeruginosa*, *S. aureus*, *Shigella spp.* y *E. coli*. Estos resultados indican que la adición de NaCl es un método efectivo para disminuir el crecimiento bacteriano en carne de res fresca.

Referencias

- Ali, S., & Alsayeqh, A. F. (2022). Review of major meat-borne zoonotic bacterial pathogens. Frontiers in Public Health, 10, 1045599. https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.1045599
- Barcenilla, C., Álvarez-Ordóñez, A., López, M., Alvseike, O., & Prieto, M. (2022). Microbiological safety and shelf-life of low-salt meat products: A review. Foods, 11(15), 2331. https://doi.org/10.3390/foods11152331
- Bonnet, M., Lagier, J. C., Raoult, D., & Khelaifia, S. (2019). Bacterial culture through selective and non-selective conditions: The evolution of culture media in clinical microbiology. New Microbes and New Infections, 34, 100622. https://doi.org/10.1016/j.nmni.2019.100622
- Bustos Martínez, J. A., Drago Serrano, E., Pedro Moles y Cervantes, L., Ramírez Ibarra, R., & Rojas Serranía, N. (2007). Métodos básicos para el aislamiento e identificación de enterobacterias del agua [Manual]. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco.
- Chen, Q., Cao, J., She, W., et al. (2025). Salt reduction in cured meat products: A review on strategies and mechanisms. Food Science and Human Wellness, 14(3), 9250056. https://doi.org/10.26599/FSHW.2024.9250056



- Foster, T. J. (1996). Staphylococcus. En S. Baron (Ed.), Medical Microbiology (4.ª ed., Cap. 12). University of Texas Medical Branch at Galveston. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK8448/
- INEGI. (2023). Estadísticas a propósito del Día Mundial del Agua: Datos sobre acceso a agua potable y saneamiento en México. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. https://www.inegi.org.mx/app/saladeprensa/noticia.html?id=1234
- Kim, T. K., Yong, H. I., Jung, S., Kim, H. W., & Choi, Y. S. (2021). Effect of reducing sodium chloride based on the sensory properties of meat products and the improvement strategies employed: A review. Journal of Animal Science and Technology, 63(4), 725–739. https://doi.org/10.5187/jast.2021.e74
- Liu, S., Roopesh, M. S., Tang, J., Wu, Q., & Qin, W. (2022). Recent development in low-moisture foods: Microbial safety and thermal process. Food Research International, 155, 111072. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111072
- Miller, E. (2024). Microbiology Laboratory Manual [Open educational resource]. Creative Commons Attribution 4.0 International License. https://openoregon.pressbooks.pub/microbiologylaboratorymanual/
- Nair, A. V., Joseph, N., Krishna, K., Sneha, K. G., Tom, N., Jangid, K., & Nair, S. (2015). A comparative study of coastal and clinical isolates of Pseudomonas aeruginosa. Brazilian Journal of Microbiology, 46(3), 725–734. https://doi.org/10.1590/S1517-838246320140502
- Peleg, M. Models of the water activity effect on microbial growth rate and initiation. Appl Microbiol Biotechnol 106, 1375–1382 (2022). https://doi.org/10.1007/s00253-022-11792-7
- Shaltout, F. A., Barr, A. A. H., & Abdelaziz, M. E. (2022). Pathogenic microorganisms in meat products. Biomedical Journal of Scientific & Technical Research, 41(4), 32836–32843. https://doi.org/10.26717/BJSTR.2022.41.006623
- World Health Organization. (2023). Foodborne diseases: Key facts. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/foodborne-diseases



FOLIO# 12066

Caracterización in vitro de la capacidad de hidrofobicidad de bifidobacterias y bacterias patógenas aisladas del ambiente nosocomial

José Eduardo Leyva de la Torre*, Pedro Antonio Reyes Castillo, Rosa González María Guadalupe Córdova-Espinosa, Alejandro Escamilla Gutiérrez, Ana Laura Esquivel Campos, Felipe Mendoza Pérez, Lino Mayorga Reyes Lino, Raquel González Vázquez*

*** Autores para correspondencia:**
2182032302@alumnos.xoc.uam.mx
rgonzalezv@correo.xoc.uam.mx

Servicio Social

Resumen

La hidrofobicidad de la superficie celular es crucial en el proceso de adhesión de las bacterias con la superficie celular. El objetivo de este estudio fue caracterizar *in vitro* la capacidad de hidrofobicidad de *Bifidobacterium longum* LBUX23, *B. pseudocatenulatum* JCLA3, *B. animalis* subsp. *lactis* BB12 y *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas putida*, *Citrobacter freundii*, *Klebsiella pneumoniae* y *Klebsiella oxytoca* aisladas del ambiente nosocomial. La hidrofobicidad se determinó por Adhesión Microbiana a Hidrocarburos utilizando hexano como solvente orgánico. El % de hidrofobicidad fue 17.75, 43.86 y 20.44 para *B. longum* LBUX23, *B. pseudocatenulatum* JCLA3 y *B. animalis* BB12. *S. aureus* y *K. pneumoniae* mostraron un % de hidrofobicidad (11.02 y 11.32 %) menor al de las bifidobacterias. *K. oxytoca* y *C. freundii* mostraron 17. 08 y 22.67% similar al de las bifidobacterias. *P. putida* mostro el mayor % de hidrofobicidad (61.45 %). Estos hallazgos permiten inferir que la hidrofobicidad es un rasgo variable entre géneros y especies.

Palabras clave: Bifidobacterias, Bacterias nosocomiales, hidrofobicidad.

Introducción

Las infecciones asociadas a la atención de la salud representan un desafío prioritario en salud pública La Red Hospitalaria de Vigilancia Epidemiológica (RHOVE, 2023) reporta frecuentemente a bacterias oportunistas como *Klebsiella pneumoniae, Pseudomonas aeruginosa y Staphylococcus aureus* como agentes causales principales (DGE, 2023). La persistencia de estos patógenos en el ambiente hospitalario depende en gran medida de su capacidad para adherirse a superficies biológicas e inertes (Vestby et al., 2020). El uso de probióticos, particularmente del género *Bifidobacterium*, ha cobrado relevancia como estrategia para modularla microbiota y excluir patógenos. Sin embargo, para que un probiótico ejerza su efecto benéfico, es requisito indispensable que logre adherirse y colonizar temporalmente el epitelio intestinal (Monteagudo-Mera et al., 2019). La adhesión bacteriana es un proceso complejo mediado por interacciones fisicoquímicas inespecíficas. Entre ellas, la hidrofobicidad de la superficie celular se considera un factor predictivo clave: una alta hidrofobicidad suele correlacionarse con una mayor capacidad de autoagregación y adhesión a células epiteliales. Por tanto, la caracterización de esta propiedad mediante métodos como la adhesión a hidrocarburos

permite estimar el potencial de colonización de cepas probióticas y entender los mecanismos de virulencia de aislamientos nosocomiales (Reuben et al., 2019).

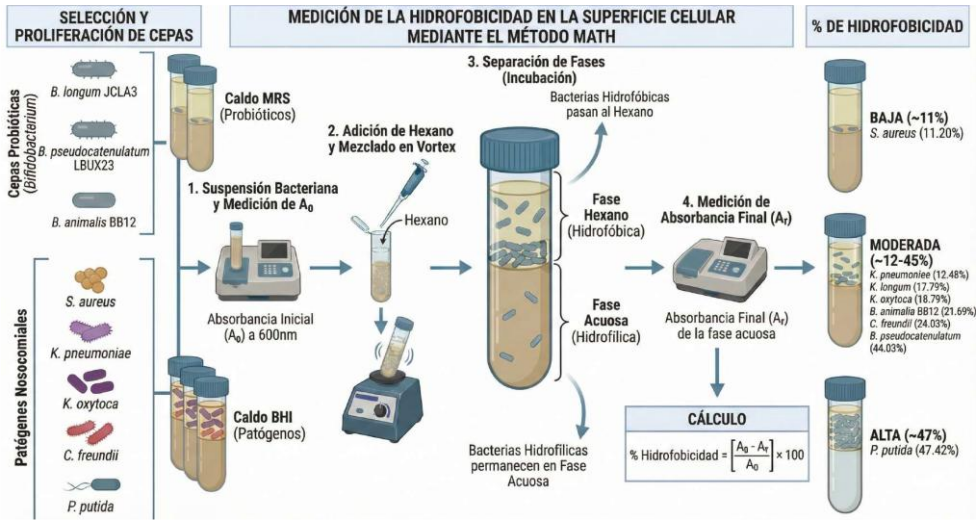
Objetivo general

Caracterizar *in vitro* la capacidad de hidrofobicidad de *Bifidobacterium longum* LBUX23, *Bifidobacterium pseudocatenulatum* JCLA3, *Bifidobacterium animalis* subsp. lactis y *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas putida*, *Citrobacter freundii*, *Klebsiella pneumoniae* y *Klebsiella oxytoca* aisladas del ambiente nosocomial.

Objetivos particulares

- Reactivar y proliferar cepas probióticas y patógenas.
- Estandarizar inóculos mediante ajuste de Densidad Óptica (DO) a 0.5.
- Determinar el porcentaje de hidrofobicidad mediante ensayo de partición con solvente (MATH).

Metodología



Resultados y Discusión

En la Tabla 1 se muestra el porcentaje de hidrofobicidad determinado para las cepas de bifidobacterias y los patógenos nosocomiales.



Tabla 1. Hidrofobicidad in vitro de cepas con potencial probiótico y patógenos.

Microorganismo	% Hidrofobicidad
B. longum LBUX23	17.74± 3.16
B. pseudocatenulatum JCLA3	43.86± 1.61
B. animalis BB12	20.44± 2.61
S. aureus	11.02±1.42
P. putida	61.45± 0.98
K. pneumoniae	11.32± 0.52
C. freundii	22.67± 2.03
K. oxytoca	17.08± 2.36

La hidrofobicidad superficial bacteriana es un indicador clave de la capacidad de adhesión a células epiteliales intestinales, ya que una mayor afinidad hidrofóbica facilita la interacción con las superficies biológicas y contribuye a una colonización más estable. En este estudio, *B. pseudocatenulatum* JCLA3 mostró el porcentaje de hidrofobicidad más elevado (43.86%), lo que sugiere un fenotipo más compatible con una fuerte capacidad de adhesión. Este comportamiento ha sido reportado previamente en bifidobacterias con propiedades probióticas consolidadas, en las cuales la hidrofobicidad elevada se asocia con mejor interacción con la mucina y persistencia en el nicho intestinal. En comparación, *B. longum* LBUX23 (17.75%) y *B. animalis* BB12 (20.44%) presentaron valores moderados a bajos. Aunque estos porcentajes son inferiores a los de *B. pseudocatenulatum* JCLA3, se mantienen dentro del rango esperado para cepas probióticas que muestran adhesión mediada por proteínas de superficie u otros factores no estrictamente dependientes de la hidrofobicidad. Estos resultados sugieren que, aunque la hidrofobicidad contribuye a la adhesión, no es el único determinante funcional y debe considerarse junto con otros mecanismos como la presencia de péptidos de adhesión, exopolisacáridos o proteínas S-layer. Por otro lado, las cepas nosocomiales evaluadas mostraron niveles de hidrofobicidad marcadamente menores. Esta baja afinidad superficial podría reflejar diferencias en la composición de su envoltura celular, particularmente en los patrones de ácidos teicoicos, proteínas de superficie o estructuras de polisacáridos. La menor hidrofobicidad es consistente con su menor capacidad de adhesión, lo cual las diferencia funcionalmente de las cepas probióticas y refuerza que la hidrofobicidad puede considerarse un criterio discriminante entre bacterias benéficas y bacterias asociadas a entornos hospitalarios. En conjunto, los datos sugieren que *B. pseudocatenulatum* JCLA3 posee el mayor potencial adhesivo entre las cepas evaluadas, mientras que las cepas nosocomiales muestran características opuestas. Estos hallazgos son relevantes para la selección de candidatos probióticos y para comprender los determinantes celulares que influyen en la interacción bacteria–hospedero.



Conclusiones

Los resultados muestran que *B. pseudocatenulatum* JCLA3 presenta la mayor hidrofobicidad superficial (43.86%), lo que sugiere un potencial de adhesión más elevado a superficies celulares en comparación con *B. longum* LBUX23 (17.75%) y *B. animalis* BB12 (20.44%). Esta característica podría relacionarse con una mayor capacidad de colonización intestinal y persistencia, rasgos relevantes para su evaluación como cepas con potencial probiótico. En contraste, las cepas nosocomiales mostraron hidrofobicidades considerablemente menores, lo que indica una menor afinidad por superficies biológicas, diferenciándolas funcionalmente de las cepas probióticas evaluadas.

Referencias

- Dirección General de Epidemiología (DGE). (2023). *Informe Anual 2022 de la Red Hospitalaria de Vigilancia Epidemiológica (RHOVE)*. Secretaría de Salud, México.
- Vestby, L. K., Grønseth, T., Simm, R., & Nesse, L. L. (2020). Bacterial Biofilms and their Roles in Abiotic Surface Attachment and Antimicrobial Resistance. *Antibiotics*, 9(2), 80.
- Monteagudo-Mera, A., Rastall, R. A., Gibson, G. R., Charalampopoulos, D., & Chatzifragkou, A. (2019). Adhesion mechanisms mediated by probiotics and prebiotics and their potential impact on human health. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 103(16), 6463–6472.
- Reuben, R. C., Roy, P. C., Sarkar, S. L., Alam, R. U., & Jahid, I. K. (2019). Characterization and evaluation of lactic acid bacteria from indigenous raw milk for potential probiotic properties. *Journal of Dairy Science*, 103(2), 1223-1237.



FOLIO # 12067

Síntesis del etil éster de Cetirizina como intermediario clave en la purificación de principios activos.	
Pérez Morón Lía, Romero Sánchez Elizabeth, Saldaña Aguilar Miguel Ángel ***Profesores:** López Méndez Luis José, Salud Pérez Gutiérrez María	
*** Autores para correspondencia:** 2242033096@alumnos.xoc.uam.mx ljlopez@correo.xoc.uam.mx	**Módulo:** Sínteis y reactividad de compuestos orgánicos

Resumen

La cetirizina es un antihistamínico de segunda generación, antagonista selectivo de los receptores H1, caracterizado por su marcada polaridad que dificulta su manejo en procesos de aislamiento. Para abordar estas limitaciones, en este trabajo se propone la síntesis del etil éster de cetirizina. Esta esterificación de Fischer se llevó a cabo utilizando etanol y ácido sulfúrico como catalizador, sometiendo el compuesto a condiciones de un sistema de reflujo. El rendimiento obtenido fue del 24.7%, un valor bajo atribuido a la reversibilidad inherente de la reacción y a pérdidas mecánicas durante la extracción líquido-líquido. Se concluye que la ruta sintética es viable para la obtención del éster; su formación fue validada por los cambios en sus propiedades espectroscópicas (IR), cromatográficas y organolépticas comparado con el sustrato inicial.

Palabras clave: Cetirizina, etil éster de Cetirizina, esterificación, antihistamínico, intermediario.

Introducción

La cetirizina, es antagonista selectivo de los receptores H1 de histamina de segunda generación, debido a su naturaleza química zwitteriónica otorga a esta molécula una alta polaridad que dificulta su análisis y cuantificación eficiente al momento de que se quiera aislar la misma. Para superar esta barrera de solubilidad, se emplea la esterificación como estrategia de transformación, la cual reduce drásticamente su polaridad y aumenta su lipofilicidad (Clayden et al., 2012). La molécula una vez transformada, al ser menos polar y ser más liposoluble facilita su aislamiento y purificación por técnicas como la extracción líquido-líquido. Por lo anterior el presente trabajo aborda la síntesis de un etil éster mediante una reacción de Fischer a partir del principio activo de la cetirizina que no solo tiene relevancia terapéutica, sino también en la industria, fungiendo como un modelo práctico de estrategias de modificación que son utilizadas para purificar intermediarios y asegurar la calidad de un producto final. (The United States Pharmacopeial Convention, 2018; Furniss et al., 1989).

Objetivo general

Extraer diclorhidrato de cetirizina de tabletas comerciales y sintetizar el etil éster de cetirizina.

Objetivos particulares

- Aislar el diclorhidrato de cetirizina contenido en tabletas de 10 mg aplicando técnicas de extracción sólido-líquido con etanol y precipitación con acetona
- Obtener un etil éster de mediante una reacción de esterificación de Fischer.
- Monitorear y confirmar la formación del nuevo producto (etil éster) mediante cromatografía en capa fina (TLC) y espectroscopía de infrarrojo (IR).

Metodología

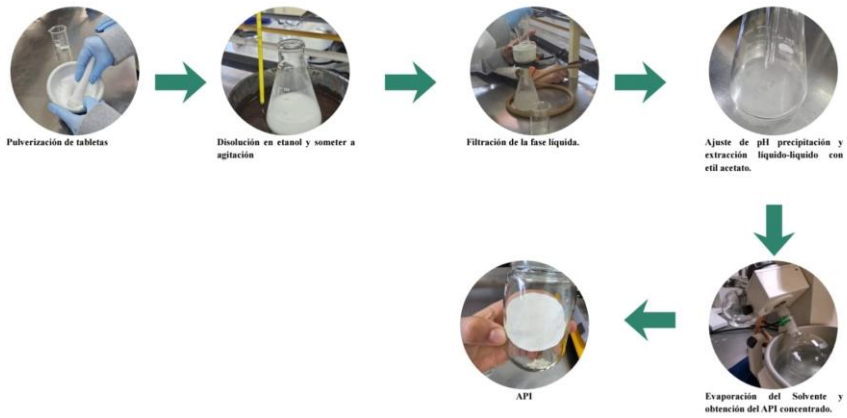


Figura 1. Extracción de diclorhidrato de cetirizina



Figura 2. Metodología de esterificación



Resultados y Discusión

Extracción de la Diclorhidrato de Cetirizina

Se realizó a partir de una muestra inicial de 100 tabletas comerciales (Peso total de la muestra: 12.836 g), se realizó una extracción sólido-líquido utilizando etanol como disolvente selectivo, lo mismo se hizo con otras 50 tabletas. Tras la filtración de los excipientes insolubles y la posterior concentración del filtrado a presión reducida, se obtuvo un residuo compacto sólido blanco (excipientes).

La masa final del sólido recuperado fue de 0.371 g. Considerando que la carga teórica de principio activo era de 1500 mg (10 mg/tableta), el proceso de extracción presentó un rendimiento del 24.73 %. El concentrado resultante presentó una consistencia semisólida y viscosa color blanco con tonalidades amarillas, característica atribuible a la retención de disolvente residual o la co-extracción de excipientes solubles en etanol. Además de un polvo planco. Este extracto crudo fue utilizado directamente para la siguiente etapa de síntesis sin recristalización adicional para evitar más pérdidas de rendimiento.

Tabla 1. Datos de extracción del Diclorhidrato de Cetirizina.

Parámetro	Valor experimental
Masa total de las tabletas trituradas (150 u)	17.50 g
Masa teórica API (10 mg c/u)	1500 mg (1.5 g)
Masa de Extracto Obtenido	371 mg
Apariencia Física	polvo blanco y una goma irregular
Punto de Fusión (teórico)	215° - 229°
Rendimiento Global (%)	24.73%

Cálculo del Rendimiento

% Rendimiento = 371 mg / 1500 mg * 100 = 24.7333 %

Las pérdidas de rendimiento se atribuyen principalmente a las pérdidas durante la extracción de principio activo además de la retención de principio activo en la matriz de excipientes durante la filtración o a la transferencia de material durante el secado. De igual manera la duración de la reacción en reflujo no duró las 4 horas debidas por ello se ve afectado parte del rendimiento.

Síntesis del Etil Éster de Cetirizina

La esterificación de Fischer del diclorhidrato de cetirizina se llevó a cabo utilizando etanol como disolvente y ácido sulfúrico concentrado como catalizador a temperatura de reflujo. Durante el

transcurso de la reacción (2 horas), la mezcla se mantuvo homogénea y presentó una coloración ligeramente amarillenta translúcida.

Monitoreo de la Reacción (Cromatografía en Capa Fina)

El avance de la reacción se verificó por TLC utilizando dos sistemas de elución: Diclorometano:Metanol 9:1 y Diclorometano:Metanol:Hexano 8:1:1, dos placas por cámara (B y C, A y D, respectivamente), las placas A y B muestran el avance de la primera muestra que se tomó de la reacción una hora después de que se había montado el sistema de reflujo, y las placas C y D muestran el avance de una segunda toma de muestra de la reacción 45 minutos después de que fue tomada la primera muestra. En las 4 placas, los puntos blancos y los rosas-morados representan lo siguiente: Los puntos blancos representan la aplicación de la muestra de la materia prima hecha con capilares de vidrio, y los puntos morados representan la aplicación de la muestra de la reacción de esterificación.
Se observó la disminución de la mancha correspondiente a la cetirizina (materia prima, punto blanco) y la aparición de una nueva mancha con menor polaridad. El análisis por TLC del extracto mostró un factor de retardo (Rf) de 0.75 en el sistema de elución DCM:Metanol. Atribuible a la formación del éster etílico.

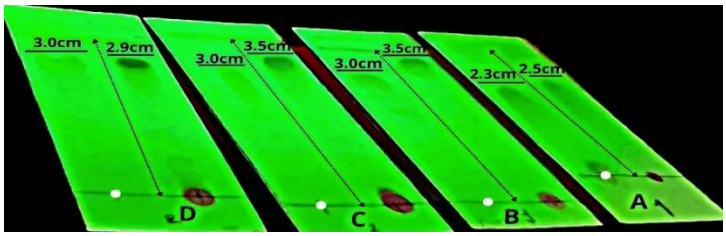


Figura 3. Resultados del monitoreo por TLC.

Tabla 2. Valores de Rf.

Factor de retardo (Rf)	Materia Prima	Producto
Placa A	0.575	0.625
Placa B	0.75	0.875
Placa C	0.75	0.875
Placa D	0.75	0.800

Producto Obtenido y Rendimiento

A partir de 371 mg de diclorhidrato de cetirizina, se aislaron 190.8 mg de etil éster de cetirizina como un residuo oleoso pegado a la pared del recipiente, lo que corresponde a un rendimiento global de la reacción del 57%.

Determinación de espectroscopía IR

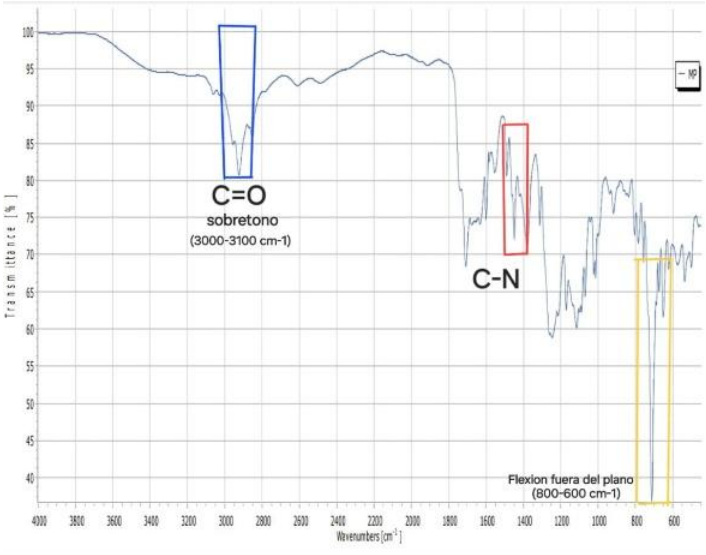


Figura 4. Espectro IR del producto de reacción

Conclusiones

Se cumplió el objetivo de sintetizar el etil éster de cetirizina a partir de tabletas comerciales, obteniendo un rendimiento de reacción del 57%. La metodología validó la formación del éster mediante el cambio de polaridad (Rf experimental de 0.75) y la aparición de la banda carbonílica en IR. Se concluye que esta derivatización es una estrategia de purificación viable: teóricamente, al enmascarar el grupo ácido carboxílico, se elimina el carácter zwitteriónico de la cetirizina, incrementando drásticamente su lipofilicidad. Esto permite que el intermediario esterificado se separe selectivamente de sales inorgánicas y excipientes polares en la fase orgánica, facilitando la obtención de un precursor limpio para la regeneración del fármaco de alta pureza.



Referencias

- Baltes, Eugène, Rhode-St.Genese, Jean de Lannoy, & Ludovic Rodriguez. (2002). UNITED STATES PATENT; Patent Number: 45; 2-[4-(DIPHENYLMETHYL)-1-PIPERAZINYL-ACETIC ACIDS AND THEIR AMIDES.
- Clayden Jonathan, G. W. (2012). Organic Chemistry. Oxford University Press.
- Fiorio, J. L., Braga, A. H., Guedes, C. L. B., & Rossi, L. M. (2019). Reusable Heterogeneous Tungstophosphoric Acid-Derived Catalyst for Green Esterification of Carboxylic Acids. ACS Sustainable Chemistry and Engineering, 7(19), 15874–15883. https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.9b01579
- Furniss, B. S., Hannaford, A. J., Smith, P. W. G., & Tatchell, A. R. (1989). Vogel's textbook of practical organic chemistry (5.ª ed.). Longman Scientific & Technical.
- Gheitasi, N., Nazari, A. H., & Haghtalab, A. (2019). Thermodynamic Modeling and Solubility Measurement of Cetirizine Hydrochloride and Deferiprone in Pure Solvents of Acetonitrile, Ethanol, Acetic Acid, Sulfolane, and Ethyl Acetate and Their Mixtures. Journal of Chemical and Engineering Data, 64(12), 5486-5496. https://doi.org/10.1021/acs.jced.9b00620
- L. Lemke Thomas, A. Williams David , F. Roche Victoria, S. William Zito. (2013). Foye's Principles of Medicinal Chemistry: Vol. 7.a ed. (A. W. D. L. Lemke Thomas, Ed.). Wolters Kluwer Health.
- Reiter, J., Trinka, P., Bartha, F. L., Pongó, L., Volk, B., & Simig, G. (2012). New manufacturing procedure of cetirizine. Organic Process Research and Development, 16(7), 1279-1282. https://doi.org/10.1021/0p300009y
- United States Pharmacopeial Convention. (2018). USP 41-NF 36: The United States Pharmacopeia and National Formulary. United States Pharmacopeial Convention.



FOLIO # 12068

Hibridación de Celecoxib–Vitamina B3 para mejorar su solubilidad y reducción de la toxicidad.	
Aguilar Vargas Joana Abigail, Blancas Ramírez Jesús Eduardo, Hernández Castellanos Elena Michelle, Soriano Carrera Alan Jovanny*. **Profesores:** Méndez Cuesta Carlos Alberto	
*** Autores para correspondencia:** 2242037030@alumnos.xoc.uam.mx cmendezc@correo.xoc.uam.mx	**Módulo:** Obtención de Compuestos Orgánicos de Interés Farmacéutico

Resumen

Se propuso la hibridación entre Celecoxib, un inhibidor selectivo de COX-2 y la Niacina, esencial en la formación de las coenzimas $NAD^+/NADP^+$ con efectos hipolipemiantes. Con esta propuesta se busca mejorar la biodisponibilidad del celecoxib y reducir sus efectos adversos mediante la hibridación con niacina, una estrategia potencial para optimizar eficacia terapéutica y seguridad. Este proceso se llevó a cabo mediante el aislamiento del celecoxib y niacina a partir de las formas farmacéuticas Celecoxib aura y Vitamina B-3 niacina essential nutrition. Posteriormente se realizó la hibridación mediante una esterificación empleando SO_2Cl. Finalmente, se realizó la caracterización del producto como la cromatografía en capa fina, punto de fusión y espectroscopía de IR. Se logró tener un producto de hibridación Celecoxib–Niacina que potencialmente puede mejorar la solubilidad y reducir su toxicidad, contribuyendo al desarrollo de fármacos más seguros, eficientes y con mayor biodisponibilidad terapéutica.

Palabras clave: Celecoxib, Niacina, Hibridación.

Introducción

La solubilidad y la toxicidad son dos parámetros críticos que determinan la eficacia y seguridad de un fármaco. La baja solubilidad limita la absorción y reduce la biodisponibilidad oral, mientras que la toxicidad puede comprometer la viabilidad clínica de un compuesto y representar un alto costo para la industria farmacéutica (Fouad et al., 2011; Peter Guengerich, 2011). El Celecoxib, un antiinflamatorio no esteroideo inhibidor selectivo de COX-2, posee una solubilidad en agua extremadamente baja, lo que dificulta su absorción y requiere estrategias de formulación para optimizar su desempeño terapéutico. Por otro lado, la niacina (vitamina B3), un compuesto esencial para la síntesis de NAD^+ y $NADP^+$, presenta actividad hipolipemiante, pero su metabolismo de primer paso genera variabilidad en las concentraciones plasmáticas (Mazur et al., 2024).

Considerando estos aspectos, la búsqueda de nuevas estrategias para mejorar la solubilidad del Celecoxib y la niacina, así como para reducir posibles efectos tóxicos, se ha convertido en un foco relevante de investigación farmacéutica. La hibridación molecular representa una alternativa potencialmente útil, ya que podría favorecer interacciones que mejoren las propiedades fisicoquímicas y la estabilidad de los compuestos. Este trabajo recopila los fundamentos necesarios sobre la química, síntesis y mejoramiento de las propiedades ADMET de ambos fármacos, con el

propósito de establecer las bases para estudios posteriores orientados a evaluar los beneficios de su hibridación.

Objetivo general

Sintetizar un híbrido de Celecoxib–vitamina B3 para aumentar su solubilidad y disminuir su toxicidad.

Objetivos particulares

- Aislar Celecoxib y niacina a partir de las formas farmacéuticas comerciales Celecoxib aurax y Vitamina B-3 niacina essential nutrition.
- Realizar la síntesis de hibridación mediante una reacción de esterificación empleando cloruro de tionilo
- Determinar la identidad del producto mediante CCF, punto de fusión y espectroscopía de IR.

Metodología



Figura 1. Metodología Aislamiento de Celecoxib (Celecoxib Aurax)

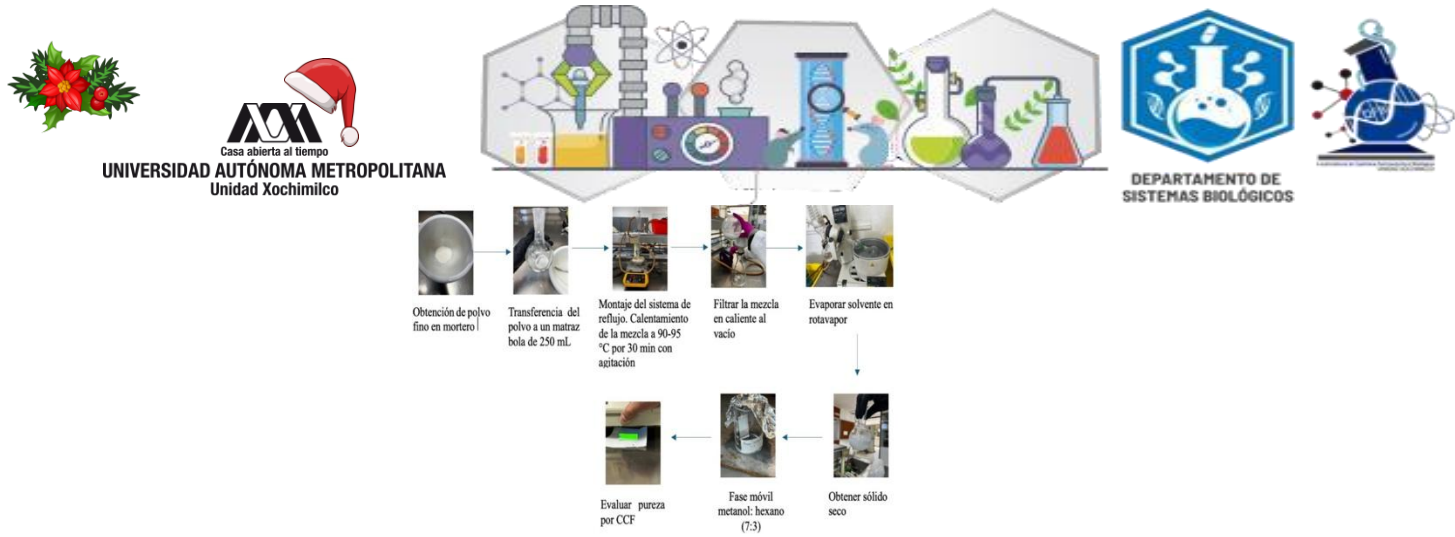


Figura 2. Metodología Aislamiento de Niacina (Vitamina B3 niacina essential nutrition)



Figura 3. Metodología Hibridación (Celecoxib-Niacina)

Resultados y discusión

Como podemos observar en la figura 4 la cromatografía en capa fina nos revelo el compuesto puro, con un RF= 2.6/3.0 = 0.866.

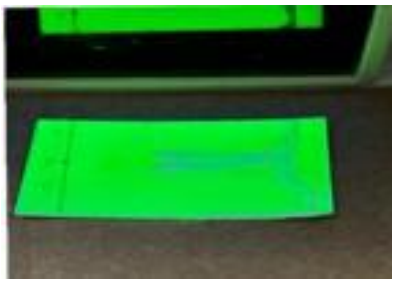


Figura 4. Cromatografía en capa fina del compuesto híbrido

En cuanto a los puntos de fusión de los compuestos, obtuvimos lo siguiente:

Tabla 1. Puntos de fusión de los compuestos

Celecoxib	Híbrido
P.F. = 156 – 163 °C	P.F. = 155 – 160 °C

Podemos ver que nuestros valores son cercanos al de que reporta (T. Wang et al., 2016) un punto de fusión ≈ 157–159 °C. En cuanto al híbrido, este mostró un punto de fusión diferente al del Celecoxib, y a que es menor al de la niacina, el cual se reporta de 236.6 °C (S. X. Wang et al., 2004).



Figura 5. Punto de Fusión

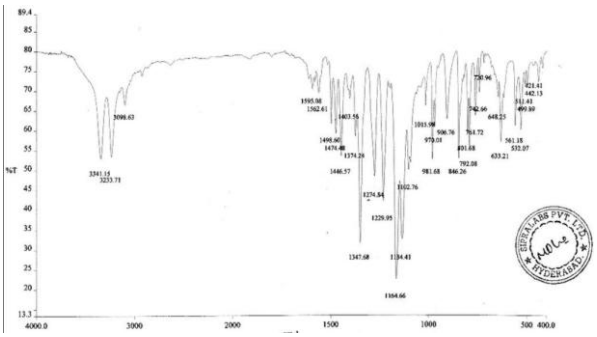
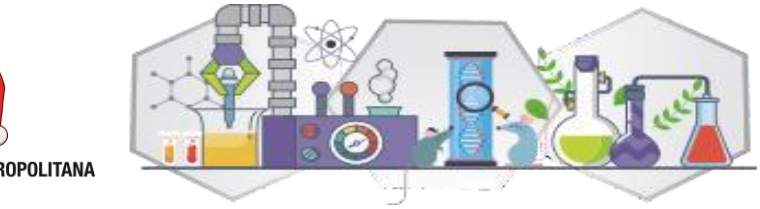


Figura 6. Espectro infrarrojo de Celecoxib puro



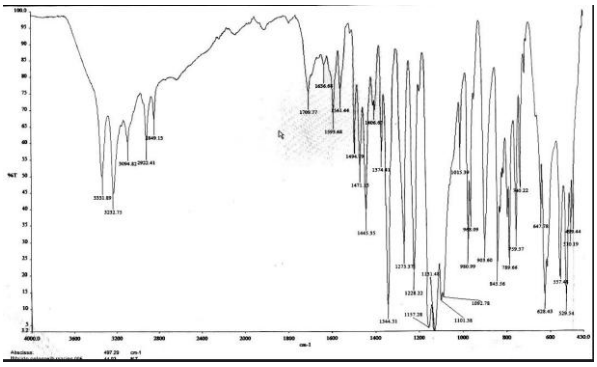


Figura 7. Espectro infrarrojo de Hibrido Celecoxib-Niacina

Como podemos observar en la figura 6, en el espectro infrarrojo del celecoxib puro (Gupta et al., 2011), los picos y las regiones de interés son:

- Sulfonamida: 3000 – 3500 cm^{-1}
- Amina primaria: 3000 - 3500 cm^{-1}

En cuanto la figura 7, en el espectro infrarrojo de nuestro hibrido se muestran las mismas señales del celecoxib y con agregados de señales de la niacina, como las señales de:

- Carbonilo de amida: 1650 – 1800 cm^{-1}
- Sulfonamida: 3000 – 3500 cm^{-1}
- Amina secundaria: 3000 – 3500 cm^{-1}

La región de interés es la de 3000 a 3500 cm^{-1} ya que es en esta donde aparecen las aminas secundarias que es la que nos interesa para poder confirmar la hibridación de nuestros fármacos, además de la del carbonilo de la amida, de 1650 – 1800 cm^{-1}













Figura 8. Predicción de toxicidad del híbrido

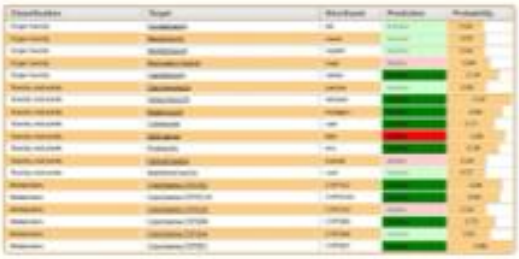


Figura 9. Reportes de toxicidad del híbrido



Figura 10. Predicción de toxicidad del Celecoxib



Figura 11. Reportes de toxicidad del Celecoxib



Figura 12. Predicción de las propiedades de absorción del Celecoxib



Figura 13. Predicción de las propiedades de absorción del Celecoxib



Figura 14. Predicción de las propiedades de absorción del Híbrido



Figura 15. Predicción de las propiedades de absorción del Híbrido

La solubilidad y toxicidad del hibrido aumentó respecto al celecoxib, sin embargo, al aumentar su solubilidad asumimos que la dosis de administración debe de ser menor, por lo que de esta forma se puede disminuir su toxicidad, independientemente de la predicción.

Conclusión

Se logró asilar el celecoxib con un rendimiento del 75% y un p.f. de 156 – 157°C Se logró asilar la niacina con un rendimiento del 5.71%. No se pudo calcular el p.f.



Se logró sintetizar el híbrido con un rendimiento del 63.45% y un p.f. de 155 – 163°C
La predictibilidad de los programas sugiere un aumento en la solubilidad, aunque un aumento en la toxicidad.

Referencias

- *Analysis and Calorimetry 2004 76:1*, *76*(1), 335–342. https://doi.org/10.1023/B:JTAN.0000027833.24442.A0 Calorimetric study and thermal analysis of crystalline nicotinic acid. *Journal of Thermal*

- Fouad, E. A., El-Badry, M., Mahrous, G. M., Alanazi, F. K., Neau, S. H., & Alsarra, I.A. (2011). The use of spray-drying to enhance celecoxib solubility. Drug Development and Industrial Pharmacy, 37(12), 1463–1472. https://doi.org/10.3109/03639045.2011.587428

- Gupta, V. R. M., K, S., B, S. G. P., Reddy, G. N. K., & B, S. (2011). Formulation and Evaluation of Directly Compressible Agglomerates of Celecoxib. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Nanotechnology*, *3*(4), 1193–1204. https://doi.org/10.37285/IJPSN.2010.3.4.4

- Mazur, A., Aebisher, D., & Bartusik-Aebisher, D. (2024). Vitamin B3. *A Biochemical View of Vitamins*, 429–431. https://doi.org/10.1007/978-94-011-7321-6_23

- Peter Guengerich, F. (2011). Mechanisms of drug toxicity and relevance to pharmaceutical development. *Drug Metabolism and Pharmacokinetics*, *26*(1), 3–14. https://doi.org/10.2133/dmpk.DMPK-10-RV-062

- *Polymorphic crystalline forms of celecoxib*. (2000).

- Wang, S. X., Tan, Z. C., Di, Y. Y., Xu, F., Wang, M. H., Sun, L. X., & Zhang, T. (2004).

- Wang, T., Zhao, P., Zhao, Q., Wang, B., & Wang, S. (2016). The mechanism for increasing the oral bioavailability of poorly water-soluble drugs using uniform mesoporous carbon spheres as a carrier. *Drug Delivery*, *23*(2), 420–428.



FOLIO # 12070

Análisis del contenido proteico de croquetas para perros de talla mediana.	
Cristóbal Palafox Miriam Abigail; Domínguez Huertas Daniela Dalí; Hernández Albor Montserrat; Ortega Alva Sarah Michell; Reyes González Oscar Alejandro; .**Profesores:** Vázquez Lizardi María Guadalupe Eugenia; Vázquez González Raquel	
*** Autores para correspondencia:** 2242034217@alumnos.xoc.uam.mx rgonzalezv@correo.xoc.uam.mx	**Módulo:** Energía y consumo de sustancias fundamentales

Resumen

El contenido proteico es un componente fundamental en la alimentación canina, ya que participa en funciones estructurales, metabólicas y fisiológicas esenciales. En el mercado actual existe una amplia variedad de croquetas para perros de talla mediana, clasificadas en diferentes rangos de precio, lo que genera la percepción de que un mayor costo implica una mejor calidad nutricional. El objetivo del presente estudio fue cuantificar el contenido de proteína extraíble en tres marcas comerciales de croquetas para perros de talla mediana pertenecientes a distintos rangos de precio. Se analizaron las marcas Nupec, Ganador Premium y Nucan mediante el método de Biuret, utilizando caseína como proteína patrón para la elaboración de una curva estándar. Las muestras se analizaron por espectrofotometría a 570 nm y los valores de absorbancia se interpolaron en la curva de calibración. Los resultados mostraron que Nupec presentó la mayor concentración de proteína extraíble (0.184 %), seguida de Nucan (0.160 %) y Ganador Premium (0.143 %). Las diferencias observadas entre las marcas fueron mínimas, lo que sugiere que el precio no se relaciona de manera directa con la cantidad de proteína detectable por este método analítico.

Palabras clave: proteína, método de Biuret, croquetas, perros, análisis nutricional.

Introducción

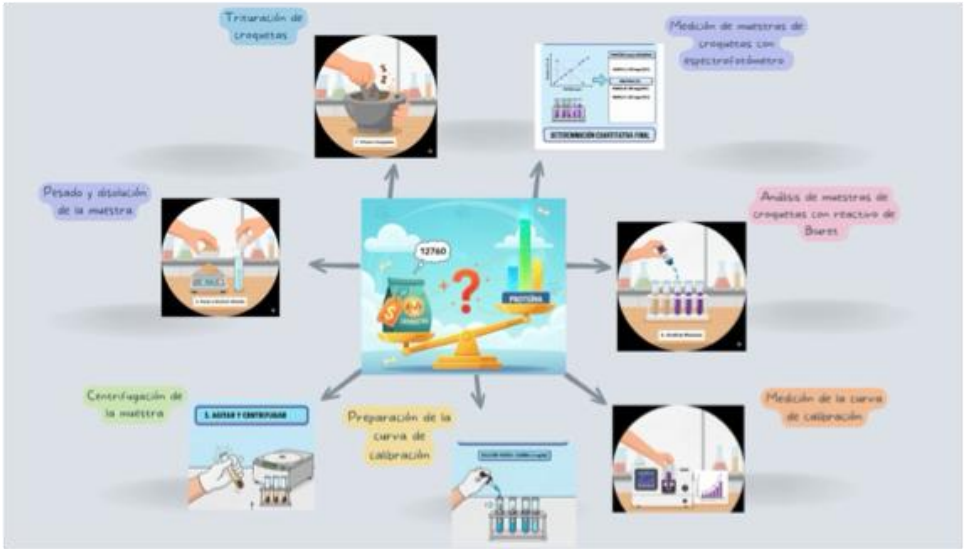
En la actualidad, el mercado de alimentos para mascotas ofrece una amplia variedad de marcas y formulaciones, especialmente dentro del segmento de croquetas para perros de raza mediana. Estos productos suelen clasificarse en diferentes rangos de precio, que van desde opciones económicas hasta aquellas consideradas “premium”. De manera general, se tiende a asumir que un precio más elevado implica una mayor calidad nutricional; no obstante, esta relación no siempre se encuentra respaldada por análisis objetivos y comparativos que permitan comprobar dicha percepción. (Case et al., 2011). La alimentación adecuada de los perros es un factor determinante para su salud, desarrollo y bienestar. Entre los componentes nutricionales esenciales destacan las proteínas, ya que

desempeñan funciones fundamentales en procesos fisiológicos, estructurales y metabólicos (National Research Council [NRC], 2006). Por ello, evaluar de forma directa su presencia en diferentes productos comerciales resulta indispensable para determinar si el precio corresponde realmente a un mayor aporte nutricional (Laflamme, 2012).

En este contexto, el presente proyecto tuvo como propósito analizar la relación entre el costo de venta y el contenido nutricional de diversas marcas de croquetas para perros medianos. Para ello, se aplicará la prueba de Biuret, una técnica química cualitativa que permite identificar la presencia de proteínas mediante la formación de un complejo violeta en medio alcalino en presencia de iones cúpricos (Skoog et al., 2014).

A través de esta metodología, se busca comparar la concentración relativa de proteínas en muestras pertenecientes a distintos rangos de precio, económico y premium. Este análisis pretende generar información objetiva que contribuya al conocimiento académico y que, al mismo tiempo, sea de utilidad para consumidores y profesionales del área de salud animal, al brindar criterios más sólidos para la elección de alimentos caninos basados en su calidad nutricional real y no únicamente en su valor comercial.

Metodología





Resultados

Tabla 1. Se muestran los valores de proteína (mg) calculados mediante la curva estándar

MUESTRA	ABSORBANCIA (570nm)	ECUACION APLICADA	PROTEINA CALCULADA (mg)
NUCAN	0.118	X=(Y-0.0411) ÷0.0241	3.19
GANADOR	0.110	X=(Y-0.0411) ÷0.0241	2.86
NUPEC	0.130	X=(Y-0.0411) ÷0.0241	3.69

Tabla 2. Se muestran los valores de proteína (mg), junto con el porcentaje estimado a partir de la masa de muestra analizada.

MUESTRA	PROTEINA mg	ECUACION APLICADA	%PROTEINA
NUCAN	3.19	%= (3.19/2000) *100	0.160%
GANADOR	2.86	%= (2.86/2000) *100	0.143%
NUPEC	3.69	%= (3.69/2000) *100	0.184%

Discusión

En el análisis de las tres marcas de croquetas (Nucan, Ganador Premium y Nupec) encontramos diferencias en la cantidad de proteína extraída con la prueba de Biuret. Nupec, que es la marca más cara, fue la que mostró el valor más alto de proteína (3.69 mg; 0.184 %). En cambio, Ganador Premium, que tiene un precio intermedio, fue la que presentó la menor cantidad (2.86 mg; 0.143 %). Por su parte, Nucan —la opción más económica— quedó en un punto medio (3.19 mg; 0.160 %). La interpretación de los resultados obtenidos en la determinación de proteínas debe considerar las limitaciones inherentes a cada procedimiento analítico, la extracción realizada únicamente con agua destilada no permite recuperar la totalidad de las proteínas presentes en las croquetas, debido a que parte de ellas permanece asociada a lípidos, fibras o estructuras que no se solubilizan con facilidad. Asimismo, el reactivo de Biuret reconoce principalmente proteínas intactas o con cadenas peptídicas



largas; por consiguiente, fragmentos pequeños o proteínas modificadas durante el procesamiento industrial pueden presentar una reacción menos intensa o incluso no ser detectados. Bajo estas condiciones, los resultados obtenidos sugieren que no existe una relación directa entre el precio de las croquetas y la cantidad de proteína detectable mediante el método de Biuret. Si bien la marca Nupec registró el valor más alto, la diferencia con Nucan fue mínima, mientras que Ganador Premium presentó la concentración más baja. Esto contrasta con la percepción común de que un producto de mayor costo necesariamente contiene una cantidad superior de proteína.

Método alternativo para la cuantificación de proteínas: Bradford

Como complemento al método de Biuret, se puede emplear la técnica de Bradford, ampliamente utilizada en laboratorios por su alta sensibilidad. Este método utiliza el colorante Coomassie Brilliant Blue G-250, el cual experimenta un cambio de color al unirse a las proteínas, permitiendo su cuantificación incluso en concentraciones bajas. Una ventaja importante de este método es su capacidad para detectar fragmentos proteicos más pequeños, lo que ofrece una evaluación más completa en muestras donde las proteínas pueden encontrarse parcialmente degradadas.

Sin embargo, también es importante tomar en cuenta las limitaciones del método que usamos. La extracción se hizo con agua destilada, y este solvente no logra sacar toda la proteína presente, ya que parte de ella queda unida a grasas o fibras, o simplemente no se disuelve bien (NRC, 2006). Además, el reactivo de Biuret únicamente detecta proteínas completas, por lo que si en el proceso de fabricación las croquetas sufrieron modificaciones o si parte de la proteína está fragmentada, no va a reaccionar igual ni aparecer en los resultados (Skoog et al., 2014). Con todo esto en mente, podemos interpretar que las diferencias encontradas entre las marcas no son suficientemente grandes como para decir que un producto más caro realmente ofrece mucha más proteína. Más bien, los datos indican que todas las croquetas tienen una cantidad similar de proteína detectable, lo que rompe la idea de que lo “premium” siempre es mejor en términos nutricionales. Aunque Nupec fue la que presentó el valor más alto, la diferencia con Nucan fue pequeña, y Ganador Premium resultó ser la más baja. Esto rompe un poco con la idea de que entre más caro el producto, más proteína necesariamente debe tener. Si ahora se comparan estos resultados con lo que dicen las tablas de análisis garantizado, se observa lo siguiente: NUCAN, que pertenece a la gama económica, declara un contenido mínimo de 18 % de proteína cruda y un máximo de 10 % de cenizas, además de una alta proporción de carbohidratos (E.L.N. 48 %). Este nivel de proteína apenas cumple con el mínimo recomendado por la AAFCO para perros adultos en mantenimiento (18 %) (AAFCO, 2024). También presenta cereales y subproductos como base principal, lo que explica su bajo costo (FDA, 2023; NRC, 2006). Aun así, de manera experimental no fue la marca con menor proteína extraída, lo que muestra que, aunque su calidad general es baja, sí logra aportar una cantidad detectable de proteína.



INGREDIENTES

Cereales, pastas de oleaginosas, harina de carne de pollo, harina de carne de res, aceite de pollo, sebo de res (preservado con BHA y BHT), aminoácidos (lisina, metionina, treonina), minerales: fósforo, calcio, sodio, zinc, hierro, manganeso, cobre, EDDI, selenio, cobalto; vitaminas: A, D, E, K y del complejo B.

Análisis Garantizado *Guaranteed analysis*	
Proteína Cruda *Crude protein*	Mín. 18.0%
Grasa Cruda *Crude fat*	Mín. 8.0%
Fibra Cruda *Crude fiber*	Máx. 5.0%
Cenizas *Ash*	Máx. 10.0%
Humedad *Moisture*	Máx. 11.0%
E.L.N. *N.F.E.*	48.0%

Guía de alimentación		
TAMAÑO	PESO	TAZAS
Miniatura	1-5 kg	¼ - 1 ¼
Pequeño	5-10 kg	1 ¼ - 1 ¾
Mediano	10-25 kg	1 ¾ - 3
Grande	25-45 kg	3 - 4½
Gigante	Más de 45 kg	4½ + ½ Por cada 5 kg de peso extra.

Análisis garantizado		
Proteína Cruda	24.0 %	mín.
Grasa Cruda	12.0 %	mín.
Fibra Cruda	4.0 %	máx.
Humedad	12.0 %	máx.
Cenizas	8.0 %	máx.
Calcio	1.1 %	mín.
Fósforo	0.9 %	mín.

Ingredientes: Harinas seleccionadas de carne de pollo, res y/o cerdo, trigo, maíz, arroz, subproductos de cereales (arroz, trigo y maíz), avena perla, harina de algas y harina de atún como fuente de ácidos grasos omega 3 (DHA y EPA), pastas de semillas oleaginosas, ácidos grasos esenciales linoleico y linolénico, grasa animal estabilizada (pollo y/o bovino), concentrados proteicos (pollo y/o cerdo), derivados lácteos (bovino), extracto seco de levadura *(Saccharomyces cerevisiae)*, concentrado de proteína de papa. **Prebióticos:** Manano-oligosacáridos (MOS), fructo-oligosacaridos (FOS) inulina, nucleótidos. **Probióticos:** *Bacillus amyloliquefaciens* (1x10⁸ UFC/g). **Vitaminas:** A, D, E, K, C, tiamina (B1), riboflavina (B2), niacina (B3), ácido pantoténico (B5), piridoxina (B6), biotina (B7), ácido fólico (B9), cianocobalamina (B12), cloruro de colina. **Minerales:** cloruro de sodio, fosfato dicálcico, carbonato de calcio, cloruro de potasio, yodo (EDDI), sulfato ferroso, carbonato de cobalto, óxido manganoso, sulfato de zinc, sulfato de cobre, proteinatos y glicinatos minerales de zinc, selenio, cromo, hierro, manganeso y cobre, bióxido de titanio, colorante café caramelo natural, color amarillo 5, extracto de *Yucca schidigera*. **Aminoácidos:** lisina, metionina y taurina.

En el caso de GANADOR PREMIUM, que corresponde a la gama media, su análisis garantizado reporta un 24 % de proteína cruda y hasta 8 % de cenizas. Este valor lo coloca claramente por encima de los productos económicos, pero todavía por debajo de los alimentos premium, que suelen superar el 28 % (SERNAC, 2020). Además, su fórmula se basa en harinas de carne y cereales como trigo, maíz y arroz, lo cual es típico de productos de precio regular (Schoenherr, 2009; NRC, 2006). Aunque incluye prebióticos, probióticos, omegas y aminoácidos, en el laboratorio fue la marca que menos proteína liberó por Biuret, lo que indica que no toda su proteína es fácilmente detectable o extraíble. Por último, NUPEC, clasificada como gama premium, declara un contenido mínimo de 29 % de proteína cruda y solo 7 % de cenizas, lo que indica una mejor calidad de la fuente proteica y mayor digestibilidad (FEDIAF, 2024). Además, incluye ingredientes de mayor calidad como harina de pescado, carne de pollo, grasa de pollo, minerales orgánicos, glucosamina y antioxidantes naturales (Case et al., 2011). Esto coincide con los resultados experimentales, ya que fue la marca que presentó la mayor cantidad de proteína extraída por Biuret, lo que sí respalda que su formulación premium se refleja en el laboratorio.



NUPEC SENIOR RAZAS PEQUEÑAS

Las razas pequeñas tienen una expectativa de vida mayor y requieren de una nutrición específica que cubra sus necesidades. Este alimento está diseñado con los nutrientes esenciales para retrasar el envejecimiento del organismo, fortalecimiento del sistema inmune y las articulaciones, manteniendo a tu mascota senior pequeña activa y sana por más tiempo

ALTA DIGESTIBILIDAD Balance nutricional entre proteínas, grasas, carbohidratos, vitaminas y minerales, ingredientes de la más alta calidad y procesos de alta tecnología que garantizan un máximo aprovechamiento nutricional.

CON ZINC Fundamental para la síntesis de las proteínas y ácidos nucléicos, claves en la inmunidad del canino.

ALTA PALATABILIDAD DESARROLLADA POR EXPERTOS Sabor, aroma y textura únicos para NUPECMR. Inyección del palatante al alto vacío, asegurando un sabor único e irresistible desde adentro de la croqueta hacia afuera.

CONSERVADORES NATURALES Mezcla de romero y tocoferoles que garantizan la frescura en cada croqueta, gracias a sus propiedades antioxidantes que protegen al alimento de la oxidación.

FUENTE DE PROTEÍNA DE ALTA CALIDAD Tecnología de punta que permite la inclusión de carne fresca directamente en el proceso de extrusión. Mas del 90% de digestibilidad de la proteína.

Promueve la salud articular.
Ayuda en el mantenimiento de la masa ósea y muscular.
Favorece la respuesta del sistema inmunológico.

PRESENTACIONES

8kg, 2kg

CROQUETA

El tamaño y la consistencia de cada croqueta están especialmente diseñados para la mandíbula y tracto digestivo de un canino senior de raza pequeña.

INGREDIENTES DE ALTA CALIDAD

Harina de carne de res, maíz, arroz, carne de pollo, grasa de pollo, harina de pescado, pulpa de remolacha, concentrado de proteína vegetal, sabor natural de pollo, fósforo, calcio, sodio, acetato de retinol (fuente de vitamina A), colecalciferol (fuente de vitamina D), acetato de DL- alpha tocoferol (fuente de vitamina E), menadiona nicotinamida bisulfato (fuente de vitamina K), ácido ascórbico (fuente de vitamina C), mononitrato de tiamina (fuente de vitamina B1), riboflavina (fuente de vitamina B2), ácido nicotínico (fuente de vitamina B3), clorhidrato de piridoxina (fuente de vitamina B6), cianocobalamina (fuente de vitamina B12), D-biotina (fuente de vitamina H), D-pantotenato de calcio (fuente de vitamina B5), ácido fólico, hierro orgánico, manganeso orgánico, selenio orgánico, cobre orgánico, zinc orgánico, EDDI, glucosamina, sulfato de condroitina, extracto de *Yucca schidigera*, mezcla de romero y tocoferoles como conservadores.

GUÍA DE ALIMENTACIÓN

1 taza de 8 oz (225 ml) = 107g de NUPEC® SENIOR RAZAS PEQUEÑAS

Peso actual Kg	g/día	Vasos
1 - 2	40 - 70	1/3 - 1/2
2 - 3	70 - 90	1/2 - 3/4
3 - 4	80 - 110	3/4 - 1
4 - 5	90 - 130	1 - 1 1/4
5 - 7	130 - 160	1 1/4 - 1 1/2
7 - 10	160 - 200	1 1/2 - 2
10 - 12	200 - 230	2 - 2 1/4
12 - 15	230 - 260	2 1/4 - 2 1/2

ANÁLISIS GARANTIZADO

Contenido calórico: 3,500 kcal/kg

PROTEÍNA CRUDA mín. 29.0%	GRASA CRUDA mín. 12.0%	FIBRA CRUDA máx. 4.0%
HUMEDAD máx. 11.0%	CENIZAS máx. 7.0%	E.L.N. 36.0%



En conjunto, al comparar las croquetas económica (Nucan), media (Ganador Premium) y premium (Nupec), se puede decir que el precio sí se relaciona con la calidad de ingredientes y el porcentaje de proteína declarado en la etiqueta, pero no necesariamente con grandes diferencias en la cantidad de proteína que se logra detectar por el método de Biuret. Las tres marcas presentaron valores cercanos entre sí, lo que indica que, aunque nutricionalmente no son iguales, en términos de proteína extraíble las diferencias no son tan marcadas como muchas veces se piensa.

Conclusión

El análisis realizado permitió evaluar de manera objetiva la relación entre el costo comercial de tres marcas de croquetas para perros medianos (Nupec, Nucan y Ganador Premium) y su contenido real de proteínas determinado en laboratorio. Los resultados obtenidos demostraron que no existe una relación clara y directa entre el precio de una croqueta y la cantidad de proteína que se logró extraer mediante el método de Biuret.

Aunque la marca de mayor costo presentó el valor más alto de proteína y la de precio intermedio el más bajo, las diferencias entre las tres muestras fueron muy pequeñas. Esto indica que pagar más no garantiza necesariamente un alimento con una mayor cantidad de proteína detectable, por lo que la hipótesis planteada inicialmente no se cumplió.

Asimismo, se observó que las cantidades de proteína obtenidas experimentalmente fueron mucho menores a las reportadas en las etiquetas nutrimentales, lo cual no significa que las croquetas contengan menos proteína, sino que el método empleado presenta limitaciones para su extracción y cuantificación total. Aun con estas limitaciones, el estudio permitió cumplir el objetivo principal del trabajo, al comparar diferentes croquetas de distintas gamas de precio y evidenciar que el costo no siempre refleja de manera directa su calidad nutricional real.

Referencias

- AAFCO. (2024). *Official publication: 2024 edition*. Association of American Feed Control Officials.
- Case, L. P., Daristotle, L., Hayek, M. G., & Raasch, M. F. (2011). *Canine and feline nutrition* (3rd ed.). Mosby Elsevier.
- FEDIAF. (2024). *Nutritional guidelines for complete and complementary pet food for dogs and cats*. European Pet Food Industry Federation.
- FDA. (2023). *Pet food labeling*. U.S. Food and Drug Administration.
- Gornall, A. G., Bardawill, C. J., & David, M. M. (1949). Determination of serum proteins by means of the biuret reaction. *Journal of Biological Chemistry*, *177*(2), 751–766.



- Laflamme, D. P. (2012). Companion animals: Nutritional care. En *Kirk's current veterinary therapy XV* (pp. 33–38). Elsevier.
- McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D., Morgan, C. A., Sinclair, L. A., & Wilkinson, R. G. (2011). *Animal nutrition* (7th ed.). Pearson.
- National Research Council. (2006). *Nutrient requirements of dogs and cats*. National Academies Press.
- Schoenherr, W. D. (2009). *Feed manufacturing technology*. American Feed Industry Association.
- SERNAC. (2020). *Diagnóstico de mercado de alimentos secos para mascotas: Perros y gatos*. Servicio Nacional del Consumidor.
- Skoog, D. A., West, D. M., Holler, F. J., & Crouch, S. R. (2014). *Química analítica* (9.ª ed.). Cengage Learning.



FOLIO # 12071

Efecto de *Moringa oleifera* en ratones C57BL/6 con síndrome metabólico inducido por dieta hipercalórica.	
Garcia Santander Kenya Itzel, Miguel Ángel Zavala Sánchez*, M.C. Estanislao Jiménez Pérez	
***Autor para la correspondencia:** mzavala@correo.xoc.uam.mx	Servicio Social

Resumen

El síndrome metabólico (SM) es una condición caracterizada por obesidad, hiperglucemia, dislipidemia e hipertensión. En este estudio se desarrolló un modelo severo de SM en ratones C57BL/6 mediante una dieta hipercalórica enriquecida con *Tenebrio molitor*, lo que permitió inducir rápidamente alteraciones metabólicas y cardiovasculares. Posteriormente se evaluó el efecto terapéutico del extracto metanólico de semillas de *Moringa oleifera* y se comparó con tratamientos farmacológicos de referencia (metformina y losartán).

Los resultados mostraron que la dieta hipercalórica generó incrementos significativos en peso corporal, IMC, glucosa, triglicéridos, colesterol y presión arterial. El extracto de *Moringa oleifera* produjo mejoras parciales, principalmente en presión arterial, pero no logró revertir completamente la hiperglucemia ni la dislipidemia. Metformina redujo parcialmente el peso y la glucosa, mientras que losartán fue el tratamiento más eficaz para disminuir la presión arterial.

En conclusión, *Moringa oleifera* presenta un efecto terapéutico moderado en modelos severos de síndrome metabólico y puede considerarse un coadyuvante, pero no sustituye a los tratamientos farmacológicos convencionales. El modelo inducido con *T. molitor* demostró ser altamente eficiente para estudiar alteraciones metabólicas y evaluar alternativas terapéuticas en etapa preclínica.

Introducción

El síndrome metabólico (SM) es un conjunto de alteraciones que incluyen obesidad, hipertensión, dislipidemia y resistencia a la insulina. Su prevalencia ha aumentado significativamente en México y representa un problema prioritario de salud pública. Los modelos murinos, particularmente los ratones C57BL/6, son ampliamente utilizados para estudiar el SM debido a su susceptibilidad natural al desarrollar obesidad e hiperglucemia cuando se exponen a dietas hipercalóricas. En este contexto, *Tenebrio molitor* se ha identificado como un complemento eficaz para generar modelos metabólicos más agresivos y rápidos, gracias a su elevado contenido proteico y lipídico. Por otro lado, *Moringa oleifera* es una planta con propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y potenciales efectos metabólicos. El presente proyecto evaluó el efecto terapéutico del extracto metanólico de semillas de *Moringa oleifera* en ratones C57BL/6 con síndrome metabólico inducido mediante una dieta hipercalórica enriquecida con *T. molitor.*



Objetivo general

Evaluar el efecto terapéutico del extracto metanólico de semillas de *Moringa oleifera* en ratones C57BL/6 con síndrome metabólico inducido mediante una dieta hipercalórica que incluye *Tenebrio molitor.*

Objetivos específicos

- Obtener y preparar el extracto metanólico de *Moringa oleifera*.
- Inducir síndrome metabólico en ratones C57BL/6 mediante una dieta hipercalórica enriquecida con *T. molitor.*
- Evaluar peso corporal, IMC y cambios antropométricos durante el estudio.
- Medir glucosa, triglicéridos y colesterol antes, durante y después de los tratamientos.
- Determinar presión arterial sistólica y diastólica mediante sistema CODA™.
- Comparar el efecto del extracto de *Moringa oleifera* con tratamientos farmacológicos de referencia (metformina y losartán).
- Analizar si *Moringa oleifera* puede considerarse un coadyuvante terapéutico en el tratamiento del SM.

Metodología

Se utilizaron ratones C57BL/6 alojados bajo condiciones controladas. El síndrome metabólico se indujo con una dieta hipercalórica compuesta por manteca de cerdo, carbohidratos simples y *Tenebrio molitor*. El extracto metanólico de *Moringa oleifera* se obtuvo por reflujo con metanol, se filtró y se concentró. Los tratamientos administrados fueron: *Moringa* 500 mg/kg, moringa 1000 mg/kg, metformina 250 mg/kg y losartán 250 mg/kg, todos vía oral un día sí y un día no. Se midieron peso corporal e IMC semanalmente; glucosa, triglicéridos y colesterol mediante tiras Accutrend® en tres momentos; y presión arterial sistólica y diastólica mediante CODA™ antes, durante y después del tratamiento. La información se analizó de manera descriptiva en GraphPad Prism®. La pérdida de algunos animales y la falta de tiras reactivas limitaron el número de datos finales.



Resultados y discusión

La dieta hipercalórica con *T. molitor* indujo de manera eficiente un modelo severo de SM, reflejado en incrementos significativos en peso, IMC, glucosa, triglicéridos, colesterol y presión arterial. El grupo SM/Tenebrio fue el más afectado en todos los parámetros.

Moringa oleifera mostró un efecto terapéutico parcial: disminuyó moderadamente la presión arterial y limitó levemente la ganancia de peso, pero no logró revertir la hiperglucemia ni la dislipidemia. Metformina, por su parte, presentó mejores resultados en glucosa e IMC, mientras que losartán fue el que mostró la reducción más clara en presión arterial. A pesar de limitaciones técnicas (pérdida de animales y falta de reactivos), los resultados obtenidos fueron coherentes con la literatura reciente y permitieron identificar tendencias metabólicas claras.

Conclusiones

El modelo de síndrome metabólico inducido mediante dieta hipercalórica enriquecida con *Tenebrio molitor* fue exitoso y reprodujo las características fisiológicas del SM. El extracto de *Moringa oleifera* demostró efectos positivos moderados, principalmente en presión arterial, pero fue insuficiente para revertir las alteraciones metabólicas de un modelo severo. Los resultados confirman que la moringa puede considerarse un coadyuvante terapéutico, mas no un sustituto de los tratamientos farmacológicos convencionales como metformina o losartán. El estudio aporta evidencia preclínica relevante sobre terapias naturales y establece bases para futuras investigaciones en modelos de menor agresión o con dosis ajustadas.

Referencias

- Luo, T., Wang, Y., & Chen, X. (2022). Moringa oleifera polysaccharides improve glucose metabolism and modulate gut microbiota in high-fat diet–induced obese mice. Frontiers in Nutrition, 9, 861588.
- Martínez-Montemayor, M. M., Franco, G. M., & Lozano-Cabrera, L. G. (2023). Modelo murino de síndrome metabólico inducido con dieta hipercalórica enriquecida con Tenebrio molitor. Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas, 54(1), 17–25.
- SciOpen Research Group. (2025). Moringa-derived isothiocyanates attenuate lipid accumulation and metabolic dysfunction in high-fat diet–fed mice. Food Science and Human Wellness, 14(1), 1–12.
- Valencia-Torres, L., Rodríguez-González, J., & Salinas-Carmona, M. C. (2021). Effects of metformin on metabolic syndrome and insulin resistance in mice. Journal of Metabolic Research, 14(2), 45–53.
- Zhang, Q., Li, Z., & Huang, X. (2024). Antioxidant and metabolic regulatory effects of Moringa oleifera seed extract in diet-induced metabolic syndrome. Nutritional Biomedicine, 8(1), 22–33.



FOLIO # 12075

Concientización sobre el consumo de bebidas energéticas (volt y vive 100) a una comunidad estudiantil	
Arcos Andraca Valeria, Ramírez Naves Keyli Joselin, Romero Cruz Sandra Michelt· **Profesores:** Vázquez Lizardi María Guadalupe Eugenia[2] , González Vázquez Raquel[3]	
*** Autores para correspondencia:** 2243067078@alumnos.xoc.uam.mx rgonzalezv@correo.xoc.uam.mx	**Módulo:** Energía y consumo de Substancias Fundamentales

Resumen

Este estudio examinó el contenido real de azúcares en las bebidas energéticas volt y vive 100 para evaluar su aporte calórico y la percepción de consumo entre mujeres jóvenes se determino la concienticen de azucares presentes, encontrando que los valores obtenidos coincidieron con los declarados en el etiquetado nutrimental. Los resultados mostraron diferencias claras entre ambas bebidas: volt presento una mayor cantidad de azúcar y, por lo tanto, un aporte calórico superior, mientras que en vive 100 registró cifras ligeramente menores, pero aún elevadas. Además, mediante en encuestas a mujeres de 19 a 25 años se identificó una preferencia por volt, motivada por su sabor y la sensación de energía que brinda. Aunque las participantes reconocen su alto contenido de azúcar, esto no ha reducido su frecuencia de consumo.

Palabras clave: Contenido de azúcar, volt, vive 100.

Introducción

En los últimos años, el consumo de bebidas energéticas ha aumentado de manera significativa entre jóvenes y estudiantes, quienes las utilizan para mejorar el rendimiento académico, disminuir la fatiga y mantenerse alerta durante periodos prolongados de estudio. Estas bebidas contienen altas concentraciones de cafeína, azúcares simples y otros estimulantes, lo que puede generar efectos adversos cuando su consumo es habitual, tales como trastornos del sueño, incremento de la frecuencia cardíaca, ansiedad y alteraciones metabólicas (Melgarejo, 2004; Ramón-Salvador et al., 2013). En el contexto mexicano, este fenómeno se ha consolidado como un problema de salud pública debido a que una parte importante de la población joven consume bebidas azucaradas de manera frecuente, lo que contribuye al incremento de enfermedades como obesidad y diabetes (Ortega Meléndez & Jiménez-Ortega, 2023). Diversos estudios han señalado que los elevados niveles de azúcares añadidos presentes en estas bebidas son un factor determinante de su impacto en la salud. La Organización



Mundial de la Salud recomienda limitar la ingesta diaria de azúcares libres a menos del 10% de la energía total, debido a su relación con enfermedades metabólicas y cardiovasculares (Secretaría de Salud, 2015). Sin embargo, investigaciones reportan que una parte considerable de la población joven desconoce la composición real de los productos que consume y suele subestimar la cantidad de azúcares presente en bebidas energéticas (The Food Tech, 2025).

El presente trabajo tiene como objetivo analizar y comprar el contenido real de azúcares en las bebidas energéticas Volt y Vive 100 mediante mediciones de grados Brix, con el fin de comprobar su correspondencia con la información nutrimental declarada. Asimismo, se evaluaron los hábitos de consumo y percepción de mujeres de 19 a 25 años respecto a los efectos y riesgos asociados a estas bebidas. Al integrar un añadido experimental y un componente descriptivo basado en encuestas, este estudio busca generar la concientización dentro de la comunidad estudiantil promover decisiones de consumo más informadas y responsables.

Objetivo general

Concientizar sobre el obtenido de azúcares de las bebidas energéticas volt y vive 100 a una comunidad estudiantil.

Objetivos particulares

- Analizar y concientizar a una comunidad estudiantil sobre los posibles efectos negativos en la salud asociados al consumo frecuente de las bebidas energéticas volt y vive 100, mediante la determinación experimental de su aporte calórico a través de la medición de grados brix.
- Proponer una herramienta de concientización sobre el contenido de azúcar en las bebidas energéticas y sugerir más alternativas saludables.
- Evaluar la efectividad que tuvo a la comunidad.

Metodología



Resultados

A partir del análisis del contenido de azúcar (fructosa), se determinó la cantidad de azúcares presentes en las bebidas energéticas (Volt y Vive 100) mostrados en la tabla 1. Los valores obtenidos se compararon con lo reportado en la etiqueta nutricional para evaluar su concordancia.

Tabla 1. Determinación y comparación de azúcares en las bebidas Volt y Vive 100.

Bebida energética	**Volumen (mL)**	**Azúcares añadidos reportados en la etiqueta**	**Resultado obtenido**	**% de azúcar**
Volt	473 mL	9 g	9 g	1.9%
Vive 100	500 mL	5.24 g	5 g	1%

De acuerdo con el principio de esta técnica, un grado Brix equivale aproximadamente a 1 g de azúcar por cada 100 mL.



Porcentaje de azúcar

Se calculó el porcentaje de azúcar usando la siguiente fórmula:

$$\%\ azúcar = \left(\frac{g\ de\ azúcar}{volumen\ (mL)}\right) x\ 100$$

1. Volt (473 mL)

- Azúcares reportados en la etiqueta: 9 g
- Azúcares obtenidos experimentalmente: 9 g

Fórmula

$$\% = \left(\frac{9\ \text{g}}{473\ \text{mL}}\right) \text{x}\ 100 = 1.9\%$$

El valor obtenido coincide exactamente con lo reportado en la etiqueta. Esto indica precisión del método y un contenido de aproximadamente 1.9% de azúcar.

2. Vive 100 (500 mL)

- Azúcares reportados en etiqueta: 5.24 g
- Azúcares obtenidos experimentalmente: 5 g

Fórmula

$$\% = \left(\frac{5\ g}{500\ mL}\right) x\ 100 = 1\%$$

La diferencia entre lo medido y lo reportado (solo 0.24 g) es mínima y está dentro del margen normal de error experimental. La bebida contiene aproximadamente 1% de azúcar, lo que confirma que los datos de la etiqueta son consistentes con la medición. Se verfico que las lecturas de Grados Brix en ambas bebidas (volt y vive 100) coincidieron con los valores en las etiquetas.

Discusión de resultados

Los resultados experimentales mostraron que los valores obtenidos mediante el método de grados Brix coinciden con lo declarado en el etiquetado nutrimental, lo que confirma la efectividad del método para evaluar el contenido de azúcar en bebidas. Dado que un grado Brix equivale aproximadamente a 1 g de azúcar por cada 100 g de solución, las mediciones resultaron coherentes con la presencia de jarabes como JMAF y sacarosa.



Uno de los hallazgos más importantes fue la diferencia en la concentración de azúcar entre Volt y Vive 100. Aunque Volt contiene una menor cantidad absoluta de azúcar, presenta casi el doble de concentración que Vive 100. Esto revela una formulación mas densa de c arbohidratos simples, con un potencial mayor para elevar rapidamente la glucosa en sangre y aportar más calorías en menor volumen. Ambas bebidas aportan cantidades significativas de azúcar libre: Volt cubre alrededor del 36% y Vuve 100 cerca de 20% del límite diario recomendado ppor la OMS.

Se aplicaron 30 encuestas a mujeres de 19 a 25 años consumidoras frecuentes de estas bebidas, revelando que la mayoría desconoce su contenido real de azúcar y los efectos de su consumo habitual. Esta información refuerza la necesidad de fomentar educación alimentaria dirigida a este grupo, ya que su percepción no coincide con los valores obtenidos experimentalmente.

Debido a que los resultados experimentales y las encuestas muestran diferencias claras entre ambas bebidas y la importancia de un consumo más informado, se proponen alternativas energéticas saludables:

Volt (171.36 kcal)

- Salmón con brócoli: 85 g de salmón al horno con ½ taza de brócoli al vapor (170 kcal).
- Ensalada rápida: ¼ taza de garbanzos, pepino, jitomate, 1 cucharadita de aceite de oliva, limón y sal (140 kcal).
- Licuado energético: ½ plátano, ½ taza de leche o bebida vegetal, 2 cucharadas de avena y canela (160 kcal).

Vive 100 (122 kcal)

- Tostada integral con aguacate: pan integral con 1 cucharada de aguacate, sal y limón (122 kcal).
- Avena instantánea: ¼ taza de avena cruda con agua o leche light y 1 cucharadita de miel (117 kcal).
- Yogurt griego natural: ½ taza de yogurt con canela o vainilla y 3–4 almendras (120 kcal).

Conclusiones

El estudio cumplió con el objetivo de determinar y comparar el contenido de azúcares en las bebidas energéticas Volt y Vive 100 mediante el uso de refractometría y la revisión del etiquetado nutrimental. La coincidencia entre los valores experimentales y los declarados por los fabricantes confirmó la confiabilidad del método de grados Brix (°Bx) para estimar sólidos solubles. Los resultados mostraron que Volt contiene una mayor concentración de azúcar por mililitro que Vive 100, lo que implica un aporte calórico y metabólico superior.

Asimismo, al contrastar estos hallazgos con las recomendaciones de la OMS sobre el consumo de azúcares libres, se identificó que ambas bebidas representan una fracción considerable del límite diario, lo que evidencia la necesidad de moderar su ingesta. Las encuestas aplicadas a mujeres de 19 a 25 años permitieron complementar el análisis al mostrar que, aunque existe conocimiento parcial sobre el contenido de azúcar, estas bebidas forman parte habitual de su dieta, lo que podría incrementar riesgos a largo plazo.



En conjunto, los datos experimentales y la información recopilada evidencian que Volt y Vive 100 contienen cantidades significativas de carbohidratos simples. Por ello, se concluye que es necesario promover un consumo más informado, fortalecer la educación nutrimental y fomentar alternativas más saludables dentro de la comunidad estudiantil para reducir los efectos asociados al consumo frecuente de bebidas energéticas.

Referencias

- Cardona Iglesias, J. L., Castro Rincón, E., & Suárez Paternina, E. A. (2022). Los grados brix como herramienta para determinar el potencial nutricional en forrajes (1.ª ed.). Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – AGROSAVIA. https://www.agrosavia.co/media/euxjm4ms/los-grados-brix-como-herramienta-para-determinar-el-potencial-nutricional-en-forrajes.pdf
- FatSecret. (s.f.). Vive 100 — Vive 100 / 1 porción. Recuperado el 28 de noviembre de 2025, de https://www.fatsecret.com.mx/calorías-nutrición/vive-100/vive-100/1-porción
- FatSecret. (s.f.). Volt — bebida energética (100 ml). Recuperado el 28 de noviembre de 2025, de https://www.fatsecret.com.mx/calorías-nutrición/volt/bebida-energética/100ml
- Gobierno de México, Secretaría de Salud. (25 de agosto de 2015). Recomendaciones de la OMS sobre el consumo de azúcares. https://www.gob.mx/salud/articulos/recomendaciones-de-la-oms-sobre-el-consumo-de-azucares
- Instituto Mexicano del Seguro Social. (2025, 23 de mayo). Bebidas energéticas, productos altos en azúcares que promueven padecimientos como sobrepeso, obesidad, diabetes e hipertensión. Sitio Web "Acercando al IMSS al Ciudadano". https://www.imss.gob.mx/prensa/archivo/202505/252
- Melgarejo, M. (2004). El verdadero poder de las bebidas energéticas. Énfasis alimentación, 6, 98-105.
- Open Food Facts México. (s.f.). Vive 100 Qualamex. Recuperado el 28 de noviembre de 2025, de https://mx.openfoodfacts.org/producto/7506192286978/vive-100-qualamex
- Ortega Meléndez, A. I., & Jiménez-Ortega, R. F. (2023). Association study between the consumption of energy drinks and the causes associated with their intake in a population of university students from the State of Mexico. Conexxión de Salud, 8(23), 21-31. https://www.researchgate.net/publication/374290903_Association_study_between_the_consumption_of_energy_drinks_and_the_causes_associated_with_their_intake_in_a_population_of_university_students_from_the_State_of_Mexico
- PRO Engineering / Manufacturing, Inc. (25 de abril de 2023). The history and rise of energy drinks. PRO. https://prowm-com.translate.goog/brewing/energy-drinks-history-rise-pasteurization/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=tc
- Ramón-Salvador, D. M., Cámara-Flores, J. M., Cabral-León, F. J., Juárez-Rojop, I. E., & Díaz-Zagoya, J. C. (2013). Consumo de bebidas energéticas en una población de estudiantes universitarios del estado de Tabasco, México. Salud en Tabasco, 19 (1), 10-14. https://www.redalyc.org/pdf/487/48727474003.pdf











- The Food Tech. (2025, 24 de enero). Bebidas energéticas: hábitos, preferencias y perfil del consumidor mexicanos para un mercado en expansión. The Food Tech. https://thefoodtech.com/soluciones-y-tecnologia-alimentaria/perfil-del-consumidor-mexicano-de-bebidas-energeticas-habitos-y-preferencias-en-el-mercado-en-expansion/



FOLIO # 12076

Modificación del grupo carboxílico del diclofenaco: síntesis y caracterización del éster metílico	
Barrera Ledesma Johanna Yanire, Díaz Rosas Alexia, Garnelo Pérez Ximena, Sánchez Rosas Ximena, Suárez Vega Ximena. **Profesores:** Martínez Casares Rubria Marlen, Rodríguez Villar Karen.	
*** Autores para correspondencia:** 2242033407@alumnos.xoc.uam.mx krodriguezvcorreo.xoc.uam.mx	**Módulo:** Síntesis y Reactividad de Compuestos Orgánicos

Resumen

En este proyecto se realizó la síntesis y caracterización del éster metílico de diclofenaco. El diclofenaco se extrajo de tabletas comerciales con metanol, obteniéndose un sólido con un rendimiento del 90%. Este compuesto se sometió a una esterificación de Fischer con metanol y ácido sulfúrico, produciendo un sólido blanco con un rendimiento del 40%. La formación del éster se corroboró por espectroscopía IR, mediante la observación de las bandas funcionales correspondientes. La caracterización adicional del producto mediante punto de fusión, cromatografía en capa fina y análisis espectral reveló la presencia de impurezas compatibles con diclofenaco sin reaccionar.

Palabras clave: diclofenaco, éster metílico, metanol

Introducción

En la actualidad, la síntesis orgánica desempeña un papel fundamental en el desarrollo de nuevos fármacos y en la optimización de los ya existentes. A través de la modificación de grupos funcionales, es posible alterar propiedades químicas de una molécula para mejorar su eficacia. Un ejemplo representativo de ello es el diclofenaco, un antiinflamatorio no esteroideo (AINE) ampliamente utilizado por su eficacia para aliviar el dolor y la inflamación, pero que puede ocasionar irritación gastrointestinal debido a la presencia de su grupo funcional ácido carboxílico (e-lactancia.org, 2025).

El cambio de un grupo ácido carboxílico a un éster en el diclofenaco ofrece beneficios importantes, desde el punto de vista farmacológico y seguridad gastrointestinal, "*Todos los fármacos AINE por su naturaleza ácida producen un efecto local directo sobre el epitelio gástrico, lo que favorece su absorción en medio ácido, causando daño a la mucosa*" (Yadav et al., 2005). Por ello, al modificar el ácido carboxílico por un éster, dicho ácido carboxílico queda bloqueado temporalmente y el éster puede considerarse como profármaco, que evita este efecto de contacto directo y por ende también los daños. Los derivados de éster del diclofenaco han demostrado ser estables en condiciones ácidas y ligeramente básicas (pH 2.0 y 7.4) lo que asegura su absorción en estado intacto y contribuye a la eliminación de irritación gástrica local. Este trabajo se centra en la síntesis del éster metílico del diclofenaco, empleando la reacción de esterificación de Fischer, donde un éster se puede preparar tratando un ácido carboxílico con alcohol en exceso, en presencia de un catalizador ácido (Bruice, P. Y., 2008) y la caracterización del producto obtenido por propiedades fisicoquímicas e IR.

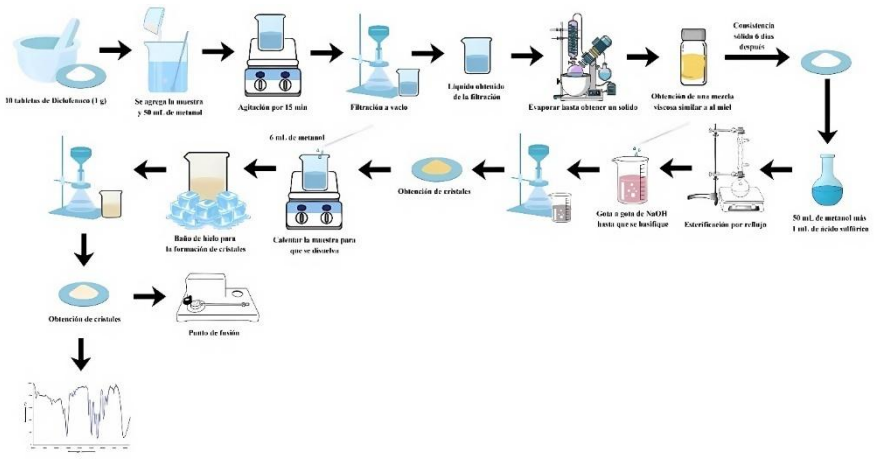
Objetivo general

Sintetizar el éster metílico de diclofenaco mediante la reacción de Fisher y caracterizarlo por punto de fusión, cromatografía en capa fina y espectroscopía IR.

Objetivos particulares

- Extraer diclofenaco de tabletas comerciales mediante la extracción sólido-líquido.
- Sintetizar el éster metílico de diclofenaco por medio de la esterificación de Fischer.
- Purificar el éster metílico de diclofenaco por recristalización.
- Caracterizar el éster metílico de diclofenaco mediante sus propiedades fisicoquímicas como: aspecto, punto de fusión, R*f* e IR.

Metodología



Resultados y Discusión

Síntesis del éster metílico de diclofenaco a partir de esterificación de Fischer

Se recuperó diclofenaco en su forma ácida, a partir de tabletas comerciales, utilizando metanol como disolvente, el cual se eliminó de manera eficiente mediante evaporación al vacío en un rotavapor, obteniendo inicialmente un líquido viscoso (Figura 1). Para asegurar la completa eliminación del disolvente, el residuo se dejó secar a temperatura ambiente durante una semana, tras lo cual se obtuvo un sólido blanco que se recuperó por filtración con un rendimiento del 90%. Este alto rendimiento indica que la metodología de extracción y concentración fue efectiva.





Figura 1. Residuo viscoso de diclofenaco obtenido tras la extracción y evaporación inicial del metanol.

El análisis por cromatografía en capa fina (CCF) del producto mostró un valor de R*f* = 0.14. Este valor confirma la elevada polaridad del principio activo extraído, lo cual es consistente con la estructura de un ácido carboxílico. Como se reporta en la literatura, los ácidos carboxílicos al ser donadores y aceptores de puentes de hidrógeno interactúan fuertemente con la fase estacionaria polar de silica gel, resultando en valores de R*f* bajos (Dickson et al., 2004).

Para la síntesis del éster, se hicieron reaccionar 0.50 g de diclofenaco con 10 mL de metanol y 1 mL de ácido sulfúrico concentrado como catalizador. La mezcla de reacción se sometió a calentamiento a reflujo durante aproximadamente dos horas. El seguimiento de la reacción por CCF reveló la presencia de dos sustancias. La mancha con R*f* mayor correspondía al producto de reacción (éster), mientras que la mancha con menor R*f*, se atribuyó al diclofenaco sin reaccionar. Este perfil cromatográfico confirmó que la reacción no fue completada y que era necesaria una etapa de purificación. Para aislar el producto, la mezcla de reacción se basificó con una solución de NaOH. Se observó la formación de un precipitado, correspondiente al éster metílico de diclofenaco. Este precipitado se recuperó mediante filtración al vacío, obteniendo 0.34 g de un sólido de color amarillo.

El sólido obtenido (0.34 g) se sometió a un proceso de purificación por recristalización utilizando como disolvente metanol, recuperando 0.21 g de un sólido amarillo, el cual representa un rendimiento del 40% (Figura 2a). Se realizo una CCF final del sólido recristalizado con una fase móvil de 7:3 hexano-acetato de etilo y esta mostró la presencia de dos manchas, a) con un R*f*= 0.85 y b) con un R*f*= 0,65 (Figura 2b). Esto sugiere que, a pesar de la recristalización, persisten impurezas o posiblemente se presenta una descomposición del éster. Estos datos indican que se sintetizó el producto deseado, sin embargo, el método de purificación empleado no fue suficiente para separar completamente el diclofenaco, obteniéndose un compuesto impuro.

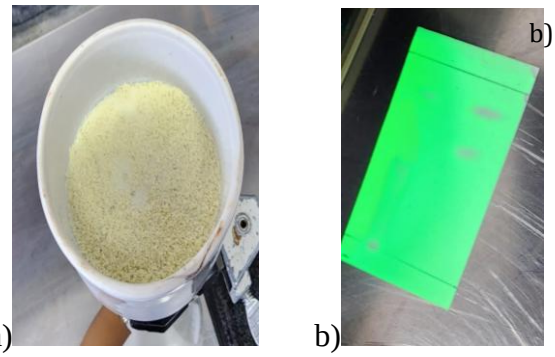


Figura 2. a) Sólido amarillo obtenido con rendimiento del 40%, b) Cromatografía en capa fina que indica la separación del a) éster etílico del diclofenaco y el b) ácido carboxílico.

Caracterización del éster metílico de diclofenaco

La caracterización del sólido blanco obtenido confirmó la formación del éster metílico de diclofenaco, pero también reveló la presencia de impurezas. El punto de fusión experimental, determinado en 80-85 °C, fue más bajo y presentó un rango más amplio que los valores reportados en la literatura para las formas puras del éster (67-68 °C y 96-99 °C), lo que constituye un primer indicio de una muestra no homogénea (Chemical Book, 2025 [a,b]). Al comparar los espectros de IR del diclofenaco y el éster metílico de diclofenaco (Figura 3), se observó la desaparición de la banda en 3217.81 cm^{-1} característica del grupo O-H del ácido carboxílico y la aparición de un pico intenso y nítido a 1739.67 cm^{-1} asignado al carbonilo (C=O) de un éster (Figura 3b), confirmando la síntesis exitosa. Otra banda importante aparece en 3350 cm^{-1}, atribuible al grupo N-H de la amina aromática.

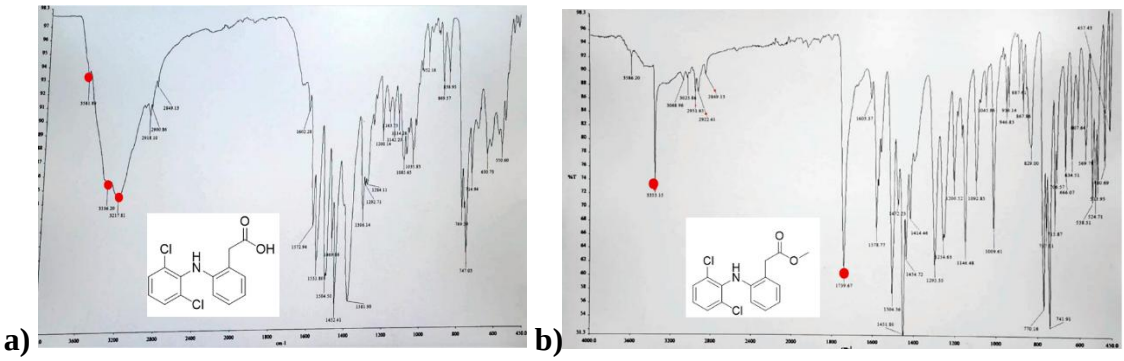


Figura 3. Comparación de grupos funcionales a través de espectros de IR a) diclofenaco, b) éster metílico del diclofenaco.



Conclusiones

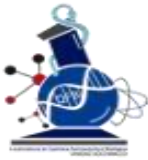
A partir de los resultados obtenidos, se determinó que la modificación del grupo carboxílico del diclofenaco mediante la esterificación de Fischer permitió la formación del éster metílico, lo cual se corroboró a través de las cromatoplacas y de las propiedades observadas en cada etapa. La presencia del reactivo y del producto demostró que el cambio no fue completo bajo las condiciones empleadas, reflejándose también en los rendimientos obtenidos, además la purificación no fue totalmente efectiva. La CCF final siguió mostrando la mancha del ácido carboxílico y el IR presentó picos adicionales, lo que indica que el sólido obtenido contiene el éster, pero también impurezas. Aunque la recristalización ayudó a eliminar parte de ellas, no fue suficiente para aislar un compuesto completamente puro. Esto subraya la complejidad de los procesos de purificación en química orgánica y sugiere que, para futuros trabajos, sería necesario explorar otros métodos de purificación más eficaces para este compuesto específico, como una cromatografía en columna o el uso de diferentes disolventes para la extracción primaria del diclofenaco.

Referencias

- Bruice, P. Y. (2008). *Química orgánica* (5ª ed.). Pearson Educación.
- Chemical Book. (s.f.). *Diclofenac ethyl ester CAS#: 15307-77-4*. Recuperado 30 de noviembre de 2025, de https://www.chemicalbook.com/ProductChemicalPropertiesCB32508613_EN.htm
- Chemical Book. (s.f.). *Diclofenac methyl ester CAS#: 15307-78-5*. Recuperado 30 de noviembre de 2025, de https://www.chemicalbook.com/ProductChemicalPropertiesCB5505904_EN.htm
- Dickson, H., Kittredge, K. W., & Sarquis, A. M. (2004). Thin-layer chromatography: The "eyes" of the organic chemist. *Journal of Chemical Education, 81*(7), 1023. https://doi.org/10.1021/ed081p1023
- Drugs.com. (2025, 29 de abril). *Diclofenac side effects*. Recuperado 30 de noviembre de 2025, de https://www.drugs.com/sfx/diclofenac-side-effects.html
  E-lactancia.org. (s.f.). *Diclofenaco sódico; Diclofenac potásico*. Recuperado 30 de noviembre de 2025, de https://e-lactancia.org/breastfeeding/diclofenac-sodium-diclofenac-potassium/synonym/
- YADAV, M., HALEN, P., CHAGTI, K., HEMALATHA, B., & GIRIDHAR, R. (2005). Una nueva aproximación a la optimización terapéutica del diclofenaco. *Ars Pharmaceutica (Internet)*, *46*(3), 263–277. Recuperado a partir de https://revistaseug.ugr.es/index.php/ars/article/view/5079







FOLIO # 12078

Obtención de 2-(6-metoxinaftalen-2-il) propanoato de etilo a través de la esterificación del naproxeno	
Flores Ocampo Manuel, Monico Calleja Roxana Michelle, Ramírez Almaraz Eiby Fernando, Segura Chávez Damaris Daniela, Soto Molinero Stephanie **Profesoras:** Martínez Casares Rubria Marlen, Rodríguez Villar Karen	
Autores para correspondencia: 2243025105@alumnos.xoc.uam.mx, krodriguezv@correo.xoc.uam.mx	**Módulo:** Síntesis y reactividad de compuestos orgánicos

Resumen

En la presente investigación se realizó una modificación estructural del naproxeno mediante una esterificación de Fischer, obteniendo así el éster etílico de naproxeno, también llamado 2-(6-metoxinaftalen-2-il) propanoato de etilo. El naproxeno fue extraído de tabletas comerciales, el cual se hizo reaccionar con etanol y ácido sulfúrico a reflujo. El avance de la reacción se evaluó mediante cromatografía en capa fina para ir observando la formación del éster etílico del naproxeno. Se purificó el producto por recristalización, obteniendo un sólido puro con un rendimiento final del 60.7 %. Se comprobó la formación del éster por espectroscopía infrarroja, observándose la señal característica del grupo éster (estiramiento C=O) y la desaparición de la banda de estiramiento O-H.

Palabras clave: Síntesis, Esterificación de Fisher, Infrarrojo.

Introducción

El naproxeno es un antiinflamatorio no esteroideo (AINEs), analgésico y antipirético, usado para el tratamiento de enfermedades reumáticas y procesos dolorosos inflamatorios agudos (mialgias, dismenorreas, etc. (Ruiz et al., 2007). Los AINEs se clasifican en ácidos y no ácidos, y la acidez del fármaco influye en su distribución. Los AINEs ácidos atraen fuertemente a las proteínas y se acumulan específicamente en los sitios de inflamación, mientras que los AINEs no ácidos se distribuyen uniformemente por todo el cuerpo. El naproxeno, con un pKa de 4.15, se clasifica como un compuesto ácido por la presencia de un grupo ácido carboxílico. Los efectos secundarios del naproxeno se asocian a la presencia de este grupo carboxílico libre, lo que provoca problemas gastrointestinales y una elevada unión a proteínas plasmáticas, factores que pueden influir en su perfil de seguridad ybiodisponibilidad (Farque et al., 2025). Para la obtención de un éster a partir de un ácido carboxílico hay diferentes técnicas, aunque la técnica más utilizada es la esterificación de Fischer, ya que es un

método sencillo qué sólo requiere del compuesto con un ácido carboxílico, un alcohol, un catalizador ácido y calor (Katzung, 2017). La modificación estructural de un fármaco puede mejorar significativamente sus actividades físicas, químicas, medicinales y toxicológicas. Esta es una estrategia alternativa que podría minimizar los efectos secundarios y maximizar su acción. En este contexto, el presente proyecto se orienta a la obtención del derivado 2-(6-metoxi-naftalen-2-il) propanoato de etilo a partir de naproxeno mediante esterificación de Fischer con etanol. Asimismo, se propone confirmar la formación del éster mediante cromatografía en capa fina (CCF) y espectroscopía infrarroja (IR); además de determinar el rendimiento de reacción, con el fin de evaluar la eficiencia del procedimiento.

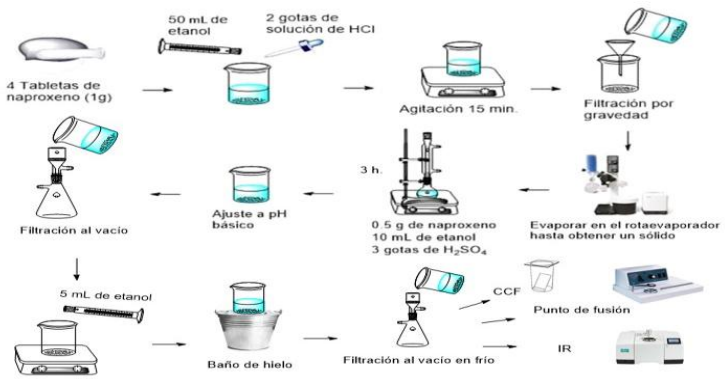
Objetivo general

Obtener el 2-(6-metoxi-naftalen-2-il) propanoato de etilo a partir de naproxeno mediante esterificación de Fischer, y corroborar su formación mediante CCF y espectroscopía IR.

Objetivos particulares

- Extraer el naproxeno sódico de tabletas comerciales por extracción sólido-líquido
- Sintetizar el producto deseado por medio de esterificación de Fischer
- Purificar el éster obtenido empleando la técnica de recristalización
- Confirmar la formación del producto por medio de propiedades fisicoquímicas e IR.

Metodología



Resultados y Discusión

Obtención del naproxeno de tabletas por extracción sólido- líquido

La extracción del naproxeno a partir de tabletas comerciales se realizó mediante una extracción sólido-líquido, obteniendo 0.98 g del compuesto (1 g esperado), correspondiente a una eficiencia del 98 %.

Este rendimiento es coherente con lo reportado para la recuperación de AINEs mediante disolventes polares, debido a su adecuada solubilidad en alcoholes (Ruiz et al., 2007). La cromatografía en capa fina (CCF) del material extraído mostró un R*f* = 0.76, obtenido utilizando una fase móvil 7:3 de hexano–acetato de etilo, lo cual es consistente con la polaridad esperada del naproxeno.

Síntesis del éster etílico de naproxeno

Para la síntesis del 2-(6-metoxinaftalen-2-il) propanoato de etilo, se emplearon 0.5 g de naproxeno y 10 mL de etanol, manteniendo la mezcla en reflujo a 79 °C durante 3 h (Esquema 1). Durante este periodo, el avance de la reacción se monitoreo mediante CCF, observando la aparición de una nueva señal menos polar que la del ácido carboxílico de partida, característica de un éster (Figura 1). Este comportamiento coincide con la disminución de polaridad ocasionada por la conversión del grupo -COOH a -COOEt mediante esterificación de Fischer (Farque et al., 2025).

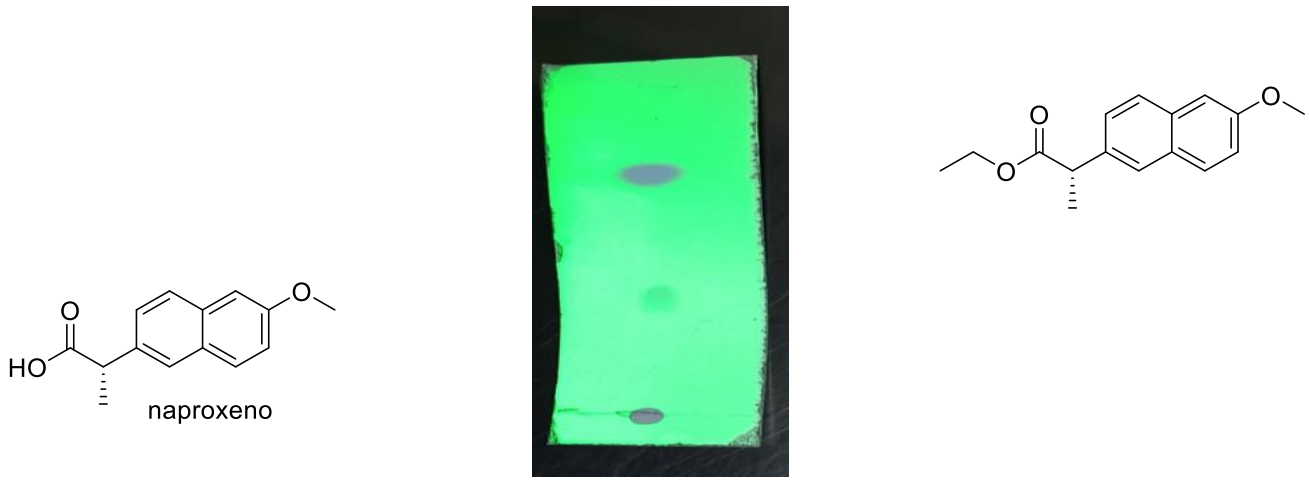


Figura 1. Cromatoplaca donde se visualiza la separación del éster etílico del naproxeno y el ácido carboxílico.

Tras finalizar el reflujo, la mezcla de reacción se sometió a un proceso de basificación, cuyo propósito fue transformar el naproxeno que no reaccionó a su forma iónica (carboxilato), que es altamente soluble en la fase acuosa. Este cambio de pH permitió que el éster etílico del naproxeno, una molécula neutra y menos polar, se separa de la fase acuosa y precipitara,

facilitando su recuperación. Este comportamiento coincide con los principios ácido-base aplicados para la purificación de derivados carboxílicos, donde la conversión del ácido residual a su sal evita la co-precipitación y mejora la pureza del sólido recuperado (Katzung, 2018).

El producto obtenido se sometió a purificación por recristalización utilizando como disolvente etanol, obteniéndose un sólido blanco (Figura 2a). El producto purificado mostró un R*f* = 0.65, utilizando una fase móvil 7:3 hexano–acetato de etilo, valor distinto al del ácido carboxílico original, lo que respalda la obtención de un compuesto diferente (Figura 2b). Con base en los 0.34 g del producto recuperado el rendimiento fue de 60.7 %. Este valor se considera adecuado para una esterificación de Fischer realizada sin agentes deshidratantes, ya que el equilibrio propio de los ácidos carboxílicos limita la conversión total hacia el éster. De acuerdo con Katzung (2018), los ácidos carboxílicos como el naproxeno establecen equilibrios fuertes en solución, por lo que en síntesis simples de ésteres suelen obtenerse rendimientos en el rango de 50–80 %.

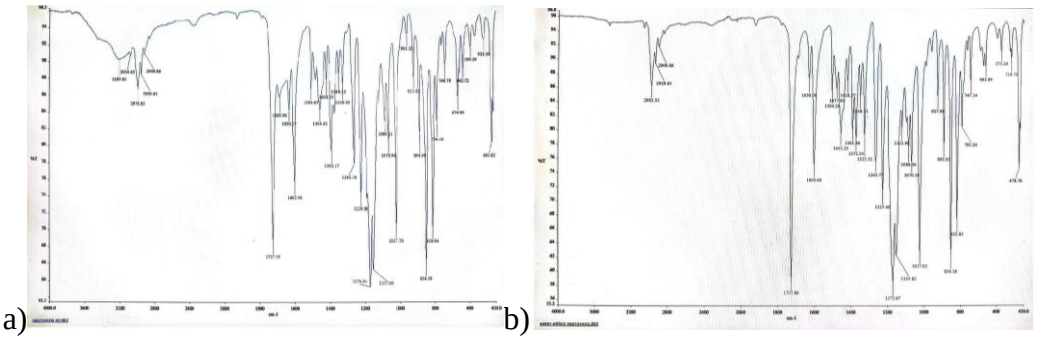
a)  b) 

Figura 2. a) Producto obtenido como sólido blanco, b) Cromatografía en capa fina del producto puro.

Caracterización del producto por medio de propiedades fisicoquímicas e infrarrojo (IR)

Del producto obtenido, se confirmó el cambio del grupo funcional de (ácido carboxílico a éster) de la molécula del naproxeno por medio de propiedades fisicoquímicas e infrarrojo. Se llevó a cabo la determinación del punto de fusión, resultando el punto de fusión de 79-81 °C. Un estudio reportado para la síntesis del éster etílico de naproxeno arrojó un punto de fusión de 82-84 ° (chemical book, 2025). Lo cual indica que hay coincidencia y la variación puede deberse al equipo utilizado o variaciones en la determinación.

Con respecto a la caracterización de la formación del éster etílico del naproxeno, se realizó el análisis por espectroscopía infrarroja a la muestra del naproxeno en su forma ácida y al éster del naproxeno. La comparación de ambos espectros permitió identificar los cambios en las bandas características asociados a la transformación del grupo carboxílico a éster (Figura 3). Se puede observar una diferencia en la banda en 3189.65 cm^{-1} correspondiente al O-H del ácido carboxílico (Figura 3a), misma que no parece en el espectro de infrarrojo del éster etílico del naproxeno, además se observa un desplazamiento de la banda del estiramiento C=O en 1727.86 cm^{-1} característica de un éster (Figura 3b).



a) b)

Figura 3. Espectros de infrarrojo para a) naproxeno en su forma ácida, b) éster etílico del naproxeno.

Conclusiones

Se logró la síntesis del éster etílico del naproxeno, también llamado 2-(6-metoxinaftalen-2-il) propanoato de etilo por medio de la esterificación de Fischer de naproxeno extraído de tabletas comerciales. La eficacia general del procedimiento quedó evidenciada con un rendimiento del 60.7 % de éster etílico del naproxeno, obteniendo un sólido blanco cristalino con alta pureza, confirmada por cromatografía en capa fina (CCF). Asimismo, la formación del éster etílico del naproxeno fue confirmada mediante CCF, mostrando un R*f* distinto al del naproxeno ácido. También se confirmó la formación del éster etílico del naproxeno por medio de espectroscopía infrarroja, dónde se observó la desaparición de la banda O-H del ácido carboxílico, y el desplazamiento de la banda intensa que corresponde al estiramiento C=O, característica de un éster. Finalmente, el punto de fusión obtenido (79-81°C) se acerca a valores obtenidos en la literatura, lo que respalda la síntesis correcta del producto.

En conjunto, los resultados confirman la modificación exitosa del grupo funcional, lo que demuestra la aplicabilidad de la esterificación de Fischer como estrategia para transformar un ácido carboxílico a éster, con ayuda de alcohol y ácido sulfúrico. Con base en los resultados obtenidos, la esterificación de Fischer es una técnica viable y eficiente. Además de que es adecuada para aplicaciones académicas y de enseñanza.

Referencias

- Chemical Book. (02 de Diciembre de 2025). Éster etílico de (*S*)-naproxeno. Recuperado de https://www.chemicalbook.com/ChemicalProductProperty_EN_CB22551117.htm#:~:text=Table_title:%20(S)%2DNaproxen%20Ethyl%20Ester%20Properties%20Table_content:%20header:,point:%20storage%20temp.%20%7C%2082%2D84oC:%20Refrigerator%20%7C.
- Farque, M. O., Islam, R. M., Joni, M. F. R., Akter, M., Akter, S., Islam, M. D., Salim, M. J. B., Aziz, A. A., Kabir, E., & Uzzaman, M. (2025). Structural modification of Naproxen; physicochemical, spectral, medicinal, and pharmacological evaluation. al pharmacology (14th ed.). McGraw-Hill Education.



- Ruiz, M. E., Rubini, A., Mandel, J. S*Informatics In Medicine Unlocked*, *53*, 101617. https://doi.org/10.1016/j.imu.2025.101617
- Katzung, B. G., Vanderah, T. W., & Masters, S. B. (2018). Basic & clinic., & Volonte, M. G. (2007). Equivalencia farmacéutica de comprimidos conteniendo Naproxeno 500 mg. *Latin American Journal of Pharmacy*, *26*(4), 530.



FOLIO # 12079

Detección microbiológica y perfil de resistencia antimicrobiana del agua de los bebederos, superficies del sistema de bebederos y aguas frescas en la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco	
Garduño Flores Erick Adair*, Martínez Gómez Ricardo Haziel, Tellez Tapia David Moises, Vazquez Medina Victor Yael **Profesores:** Gonzalez Nava Janette Berenice, Gonzalez García Samuel	
***Autores por correspondencia:** 2223061098@alumnos.xoc.uam.mx sgonzalezg@correo.xoc.uam.mx	**Módulo:** Prevención y Control de la Propagación Microbiana

Resumen

En este estudio se determinó la presencia e identificación de microorganismos en el sistema de bebederos y aguas comercializadas por vendedores de la UAM-X. Se realizó un muestreo a las superficies de boquillas y de retorno de agua de tres bebederos de la Unidad, además de dos muestras de aguas frescas vendidas en la unidad. Las muestras se sembraron en medios selectivos (MacConkey, EMB, SS, Sal-Manitol), y posteriormente se caracterizaron macro, microscópicamente y metabólicamente, además de evaluar su resistencia a 5 clases de antibióticos. Aunque los aislamientos obtenidos fueron escasos, se identificaron especies de relevancia sanitaria como *Shigella flexneri*, *Shiguella sonnei*, *Staphylococcus* spp. Pese a que los resultados obtenidos no son clínicamente significativos, se debe considerar la importancia llevar un monitoreo constante del control microbiano del sistema de agua de la unidad y las aguas frescas que se venden dentro de las instalaciones.

Palabras clave: Bebederos, control microbiológico, *Shigella, Staphylococcus.*

Introducción

Alrededor de 1,4 millones de personas mueren cada año por falta de agua potable, saneamiento e higiene adecuados. Los riesgos relacionados con el saneamiento del agua potable son responsables de 564,000 de estas muertes, en su mayor parte debidas a enfermedades diarreicas, y son un factor importante en relación con varias enfermedades tropicales desatendidas, como la helmintiasis intestinal, además de aquellas causadas por bacterias, como salmonelosis; disentería por la presencia de bacterias del género de *Shigella*; gastroenteritis por *Escherichia coli*. Las deficiencias de saneamiento también contribuyen a la malnutrición. (CONAGUA, 2007; OMS, 2024). Reconociendo estos riesgos, en el presente trabajo se pretende identificar a los microorganismos presentes en el sistema de bebederos de agua en la UAM-X y en las aguas frescas comercializadas en la Unidad, ya que, se reconoce que es una fuente importante de hidratación para los estudiantes, debido a que una





posible contaminación, podrían ser un foco de infección masivo que afectaría directamente a la comunidad, provocando una serie de problemas, tales como: disentería, diarrea, cólicos, náuseas, vómito y en algunos casos fiebre. Es por esto que se llevaron a cabo un conjunto de pruebas a dichos microorganismos, para determinar su identidad, así como también, la resistencia de estos, en presencia de antibióticos; esto con la finalidad de prevenir, tratar y mejorar el sistema de agua potable dentro de la universidad.

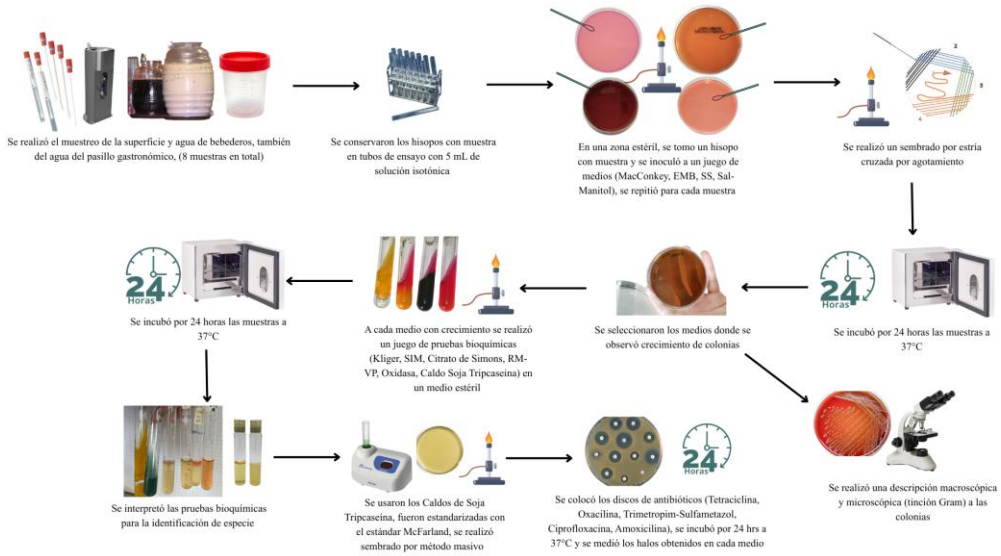
Objetivo general

Determinar la presencia de bacterias patógenas entéricas en muestras de agua provenientes de los bebederos y aguas frescas vendidas por estudiantes de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, mediante métodos microbiológicos convencionales.

Objetivos particulares

- Determinar la presencia de enterobacterias en medios de cultivo selectivos.
- Identificar las especies de enterobacterias aisladas mediante pruebas bioquímicas
- Realizar antibiogramas a los microorganismos patógenos aislados

Metodología





Resultados y Discusión

Posterior a las 24 horas de incubación de los medios sembrados, solo en 5 medios de cultivos se observó crecimiento de forma macroscópica, a su vez, se realizó tinción de Gram para tener su descripción microscópica (Tabla 1).

De manera previa al análisis bioquímico, con las descripciones morfológicas de las colonias, se pudieron determinar distintos géneros. En el medio SS, por la descripción macroscópica de la colonia se determina la presencia de *Shigella* sp., al ser una colonia incolora y sin centro negro, se descartó la presencia de *Salmonella*; en el medio de Sal-Manitol, por el color amarillo de la colonia y al ser una Gram-positiva con forma de estafilococos, también podríamos determinar la presencia del genéro *Staphylococcus* sp. (Valtek, 2024; Britania, 2021).

Tabla 1. Descripción macroscópica y microscópica de los medios con crecimiento microbiológico

Medio de cultivo	Descripción macroscópica	Descripción microscópica
SS (Agua pasillo/Fresa)	Colonias pequeñas, planas, translúcidas, de un color blanco/transparente, sin mucosa.	Rojo/rosado (Gram-negativo), con forma de bacilos
Sal-Manitol (boquilla B)	Colonia grande, concava, no translucida, color amarillo, presentó mucosa.	Morado (Gram-positivo), con forma de estafilococos.
EMB (boquilla del bebedero B)	Colonia pequeña, de forma poco cóncava, levemente traslúcida, color rosa, poca mucosa.	Rojo/rosado (Gram-negativos) con forma de bacilos.
EMB (agua del bebedero área deportiva)	Colonia grande, concava, no translucida, de color morado, poca mucosa.	Rojo/rosado (Gram-negativos) con forma de bacilos.
MacConkey (boquilla B)	Colonia muy pequeña,	Rojo/rosado (Gram-









	cóncava, translúcida, sin color, sin mucosa.	negativos) con forma de bacilos.

La realización de pruebas bioquímicas presentó limitantes en su realización, debido a que en gran partes de ellas, no se obtuvieron reacciones (Tabla 2), esto se asocia a la limitante cantidad de biomasa de colonias obtenidas, ya que, en general, se obtuvieron colonias escasas y de un tamaño reducido, para evitar esta limitante y tener una mayor biomasa, se pudo haber agregado una siembra en duplicado, donde se haya utilizado un pre-enrequecimiento previo a la inoculación en el medio de cultivo, con la finalidad de utilizar esos medios con crecimiento potenciado solamente en las pruebas bioquímicas, tales como el caldo de soja triptona (TSB) o agua de peptona tamponada (BPW), ambos potencian el crecimiento de enterobacterias (Sousa et al., 2024).

Tabla 2. Resultados en las pruebas bioquímicas realizadas

Medio cultivo	**Oxidasa**	**Indol**	**Rojo de Metilo**	**VP**	**Kligler**	**C.Simmons**	**Movilidad**
SS (fresa)	(-)	NA	NA	NA	NA	NA	(+/-)
Sal-Manitol (boquilla B)	(+)	NA	NA	NA	NA	NA	NA
EMB (boquilla del bebedero B)	(-)	(-)	(-)	(-)	Alc/Alc	(-)	(+/-)
EMB (agua del bebe	(-)	(-)	(+/-)	(-)	Alc/Ac	(-)	(+/-)

dero área depo rtiva)							
Mac Conk ey (boq uilla B)	(-)	(-)	(-)	(-)	Alc/ Ac	(-)	(+/-)

NA: sin crecimiento, Ac: ácido, Alc: alcalino, (+): positivo, (-): negativo.

Con las pruebas bioquímicas se determinaron los géneros y especies de algunas colonias obtenidas (omitiendo los medios de SS y Sal-Manitol al no producirse reacción con el medio). Una de las bacterias no conclusivas respecto a la identificación bioquímica fue la aislada en EMB del bebedero B, debido a que no se obtuvo un viraje interpretable del medio Kliger, por lo que, al no considerarlo, y comparando su morfología microscópica solo se puede asignar al género *Shigella spp.*

En el medio de EMB de agua de área deportiva los resultados obtenidos en la prueba bioquímica indica la presencia de la especie *Shigella sonnei*. Por último, en el medio MacConkey su perfil bioquímico indica la presencia de *Shigella flexneri* (Bergey y Holt, 1994).

Finalmente, se realizó un perfil de resistencia a antibióticos (Tabla 3), sin embargo, los resultados obtenidos no garantizan una alta confiabilidad, debido a que, los discos de antibióticos utilizados tienen años o décadas de haber caducado. Se determinó si la bacteria era resistente, susceptible o si presentaba resistencia intermedia de acuerdo a los lineamientos del CLSI para cada antibiótico.

Tabla 3. Prueba de resistencia a antibióticos, tamaño de halos (Clinical and Laboratory Standards Institute, 2020, R: Resistente, S: susceptible, I: resistencia intermedia).

Medio Cultivo	**Amoxic ilina**	**Trimetro prim Sulfamet azol**	**Ciproflox acina**	**Tetraci clina**	**Oxacilin a**
EMB (boquill a B)	No halo (R)	10.5 mm (R)	28.8 mm (S)	15.1 mm (S)	17.1 mm (I)
EMB (agua área deportiv	7.8 mm (R)	18 mm (S)	21.3 mm (R)	15 mm (S)	No halo (R)

a)

MacConkey (boquilla B)	No halo (R)	6.9 mm (R)	22.3 (I)	4.9 mm (R)	4,3 mm (R)

Conclusiones:

El agua potable si no tiene un procesamiento de purificación y eliminación de microorganismos es un potencial foco de infecciones en el humano y animales de compañía. En este trabajo se identificó la presencia de bacterias del género de *Shigella* en cuatro medios de cultivo y del género *Staphylococcus*, pese a que el trabajo solo es cualitativo, la presencia de estas bacterias resalta la importancia llevar un constante monitoreo del control microbiano de la calidad del agua, con la finalidad de evitar un foco de infección masivo dentro de la unidad, al igual que, no se pudo determinar de manera concluyente si alguna de las bacterias identificadas era resistente a antibióticos, lo ideal sería utilizar discos que se encuentre todavía en su vida útil.

Referencias

- Bergey, D. H., & Holt, J. G. (1994). Bergey 's manual of determinative bacteriology (9ª ed.). Williams & Wilkins.
- Britania Lab. (2021). E.M.B. Agar (con Eosina y Azul de Metileno). Recuperado de https://www.britanialab.com/back/public/upload/productos/upl_6054e713a290e.pdf
- Britania Lab. (s.f.). Ficha Técnica: Cloruro de Sodio 0,9% (Solución Fisiológica). Recuperado de https://www.britanialab.com/back/public/upload/productos/upl_607073c954fa9.pdf
- Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). (2020). Performance standards for antimicrobial susceptibility testing (30ª ed.; Suplemento CLSI M100). Clinical and Laboratory Standards Institute.
- Comisión Nacional del Agua. (2007). *Diseño de plantas potabilizadoras de tecnología simplificada. Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento (MAPAS, Libro 24)*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Organización Mundial de la Salud. (2024). Saneamiento Recuperado de https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/sanitation
- Sousa, J. M., Barbosa, A., Araújo, D., Castro, J., Azevedo, N. F., Cerqueira, L., & Almeida, C. (2024). Evaluation of Simultaneous Growth of Escherichia coli O157:H7, Salmonella spp., and Listeria monocytogenes in Ground Beef Samples in Different Growth Media. Foods (Basel, Switzerland), 13(13), 2095. doi:10.3390/foods13132095
- Valtek. (2024). Agar Salmonella – Shigella (Agar SS). Recuperado de https://valtek.cl/wp-content/uploads/2024/11/Agar-SS-285-380-Valtek-Version-6.pdf



Determinación de la Susceptibilidad Antimicrobiana a ciprofloxacino mediante el Método de Difusión en Disco entre un aislado de *Escherichia coli* y una cepa de referencia	
Arroyo Silva Gibran Arturo, García Santander Kenya Itzel, Peña Cuevas Isis Fátima, Rico Martínez Carlos Alberto, Torrez Cornejo Carmen Jocelyn. **Profesores:** Manzo Duran Rubiceli, Vásquez Bonilla José Norberto	
Autores para la correspondencia: 2223063761@alumnos.xoc.uam.mx	**Módulo:** Prevención y Control de la Propagación Microbiana

Resumen

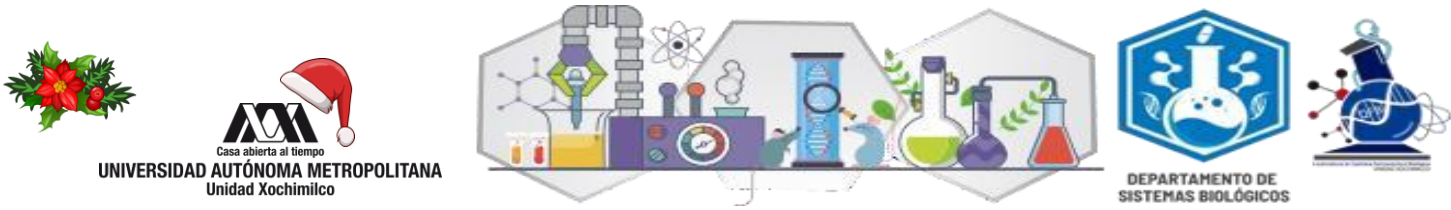
La resistencia antimicrobiana es reconocida actualmente por la Organización Mundial de la Salud como una de las amenazas más graves para la salud pública. México presenta un escenario particularmente preocupante, por ello en este estudio se determinó la resistencia a ciprofloxacino en una cepa de *Escherichia coli* aislada de aguas residuales en la Ciudad de México, comparándola con la cepa de referencia *E. coli* ATCC 10536. La identificación de la cepa ambiental se realizó mediante pruebas bioquímicas y medios selectivos, seguido de un antibiograma en concentraciones de 1.2 mg/L, 1.02 mg/L, 0.54 mg/L y 0.36 mg/L de ciprofloxacino. Los resultados mostraron que había presencia de *E. coli* y para el antibiograma tanto la cepa ambiental como la ATCC 10536 presentaban resistencia a ciprofloxacino en la mayoría de las concentraciones evaluadas. El estudio concluye que los cuerpos de agua contaminados pueden actuar como reservorios de bacterias resistentes a antibióticos, lo que destaca la necesidad de fortalecer la vigilancia microbiológica ambiental para prevenir la diseminación de la resistencia antibiótica.

Palabras clave: *Escherichia coli*, aguas residuales, resistencia, ciprofloxacino, antibiograma.

Introducción

La resistencia antimicrobiana constituye una amenaza crítica para la salud pública global, debido al aumento de microorganismos que han adquirido mecanismos que disminuyen o anulan la eficacia de antibióticos de uso clínico. En México, la contaminación de cuerpos de agua con residuos domésticos e industriales favorece la circulación de enterobacterias con genes de resistencia, especialmente *E. coli*, una bacteria indicadora de contaminación fecal y un patógeno relevante en infecciones comunitarias y hospitalarias. (Buthia, et al, 2021).

Las fluoroquinolonas, como el ciprofloxacino, son fármacos de amplio uso clínico cuya eficacia se ha visto comprometida por mutaciones en dianas celulares (ADN girasa y topoisomerasa IV) y por enzimas modificadoras como aac(6')-Ib-cr, detectadas tanto en ambientes clínicos como



ambientales. Por ello, la vigilancia de cepas ambientales es fundamental para comprender la diseminación de resistencia fuera del ámbito hospitalario. (Babines, et al, 2023). El presente estudio tuvo como objetivo identificar un aislado de *E. coli* proveniente de aguas residuales en Cuemanco (Coapa, Ciudad de México) mediante medios diferenciales, selectivos y pruebas bioquímicas IMViC, para posteriormente evaluar y comparar su susceptibilidad a ciprofloxacino frente a la cepa de referencia *E. coli* ATCC 10536, interpretando los datos bajo criterios EUCAST 2024–2025. (Mayta, 2023).

Metodología

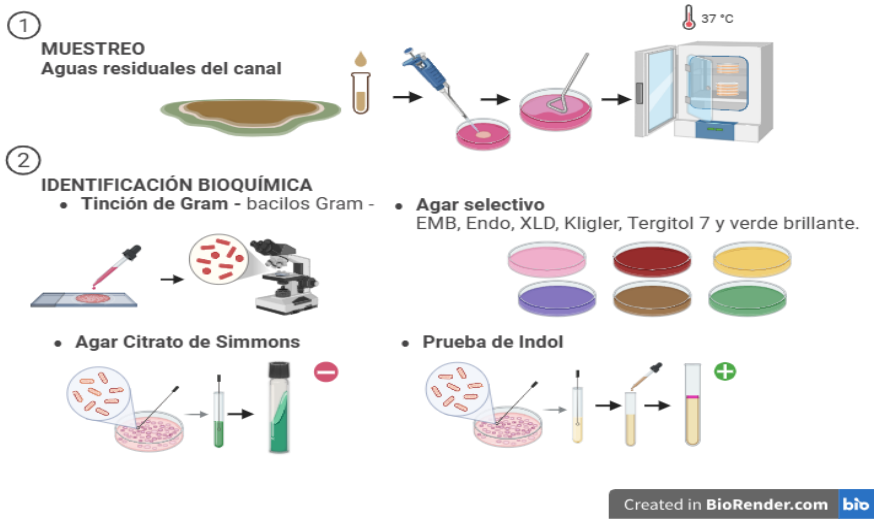


Figura 1. Pruebas de identificación de *E. Coli. Elaboración propia.*

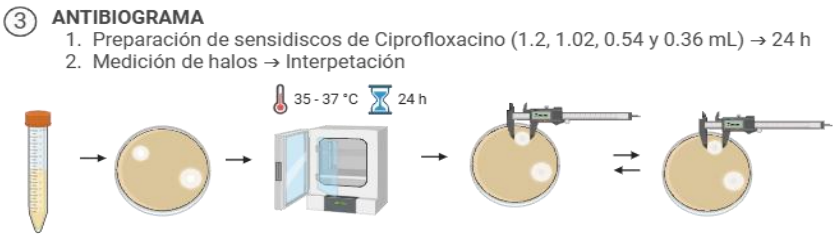


Figura 2. Antibiograma. A-B. *Escherichia coli* ATCC 10536



Resultados y Discusión

Los patrones de crecimiento observados en los distintos medios selectivos y diferenciales fueron consistentes con *E. coli*. En MacConkey, la presencia de colonias rosa-intensas indicó fermentación de lactosa (Mazumder et al., 2022); en EMB se observó el brillo verde metálico característico (de Souza et al., 2024)., mientras que en Endo se formaron colonias rojas con brillo dorado; en Hierro Kligler los cultivos mostraron reacción ácido/ácido sin producción de H_2S, y en XLD se desarrollaron colonias amarillas, descartando Salmonella y Shigella. El crecimiento limitado en Verde Brillante coincidió con el comportamiento esperado para coliformes inhibidos parcialmente por este medio. (Murray, 2021).

La tinción de Gram confirmó la presencia de bacilos Gram negativos, mientras que la prueba de Indol fue positiva, mostrando la formación de un anillo rojo intenso, y Citrato de Simmons fue negativa, lo cual coincidió con el perfil bioquímico clásico de *E. coli.* La coincidencia entre la cepa ambiental y la ATCC 10536 respaldó la correcta identificación del aislado. (Humphries, et al, 2020) (Murray, 2022).

En el antibiograma, tanto la cepa ambiental como la ATCC 10536 presentaron halos de inhibición reducidos, con un valor máximo de 11 mm. Aunque la ATCC 10536 no es una cepa diseñada para pruebas de sensibilidad, el uso de las tablas ECOFFs permitió interpretar los resultados de manera adecuada. En las tres concentraciones más altas (I–III), ambas cepas se clasificaron como Resistentes (R). En la concentración IV (0.36 mg/L), los valores continuaron en rango resistente según halo, pero la clasificación EUCAST permitió considerarlas como Susceptibles con exposición aumentada (I) con base en la MIC teórica del antibiótico. (ATCC, 2024) (Giono, et al, 2020) (WHO, 2023).

Estos resultados señalan un grado importante de resistencia al ciprofloxacino tanto en la cepa ambiental como en la ATCC 10536. La resistencia observada en la muestra ambiental es consistente con reportes recientes sobre la presencia de genes como aac(6')-Ib-cr, los cuales confieren resistencia simultánea a aminoglucósidos y fluoroquinolonas. El bajo nivel de inhibición sugiere que el aislado podría no ser una cepa silvestre, sino una cepa ambiental con presión selectiva previa proveniente de descargas de antibióticos o contaminación antropogénica. (Egwu, 2023) (Poolman, 2025).

La coincidencia en los halos reducidos entre la cepa ATCC y el aislado ambiental resalta la importancia de utilizar criterios EUCAST en cepas que no poseen estandarización clínica. Asimismo, el comportamiento del aislado evidencia que cuerpos de agua contaminados funcionan como reservorios de enterobacterias resistentes que pueden diseminar mecanismos de resistencia hacia la población humana, animales y ecosistemas acuáticos. (EUCAST, 2025) (EUCAST, 2024)

Conclusiones

La identificación mediante pruebas bioclinicas y medios selectivos microbiológica de la muestra de aguas residuales indica que se trata de la especie *Escherichia coli*, sin embargo, es necesario realizar pruebas de biologia molecular para su confirmación. El antibiograma frente a ciprofloxacino mostró halos de inhibición reducidos en ambas cepas, con valores máximos de 11 mm. Al no existir puntos de corte para la ATCC 10536, la interpretación se realizó con los criterios ECOFFs de EUCAST



(2025), clasificando tanto al aislado ambiental como a la cepa de referencia como resistentes en la mayoría de las concentraciones evaluadas.

Estos resultados son coherentes con reportes recientes que documentan la presencia de mecanismos de resistencia adquirida a fluoroquinolonas en *E. coli*, como el gen aac(6')-Ib-cr, común en aislados ambientales. Lo observado sugiere que la cepa aislada podría no ser silvestre y portar determinantes de resistencia, lo que incrementa su relevancia epidemiológica.

En conjunto, el estudio evidencia que *E. coli* presente en aguas residuales puede manifestar resistencia antimicrobiana, resaltando la necesidad de vigilancia continua en entornos no clínicos y del uso responsable de antibióticos para limitar la propagación de cepas resistentes en la comunidad.

Referencias

- ATCC (2024). Escherichia coli (Migula), Castellani y Chalmers 10536.
- Babines-Orozco, L., et al. (2023). Antimicrobial resistance in food-associated E. coli in Mexico and Latin America. Bioscience of Microbiota, Food and Health.
- Bhutia, M. O., et al. (2021). Molecular characterization and antibiotic susceptibility of E. coli. Frontiers in Microbiology.
- de Souza, H. D. F., et al. (2024). Accuracy of green metallic sheen in EMB agar for identifying E. coli. Pró-UniverSUS.
- Egwu, E., et al. (2023). Fluoroquinolone-resistant E. coli from clinical samples. Scientific African.
- EUCAST. (2024). Disk diffusion method and clinical breakpoints.
- EUCAST. (2025). ECOFFs tables for Enterobacterales.
- Giono-Cerezo, S., et al. (2020). Resistencia antimicrobiana: importancia y esfuerzos por contenerla. Gaceta Médica de México.
- Humphries, R., & Kirn, T. (2020). Standards in antimicrobial testing. Journal of Clinical Microbiology.
- Mazumder, R., et al. (2022). Non-lactose fermenting E. coli and risk clones. Frontiers in Microbiology.
- Mayta Flores, M. E., & Quispe Gomez, B. Y. (2023). Chromogenic media validation for coliforms. UCSM.
- Murray, C., et al. (2022). Global burden of antimicrobial resistance. The Lancet.
- Murray, P., Rosenthal, K., & Pfaller, M. (2021). Medical Microbiology (10a ed.). Elsevier.
- Poolman, J. (2025). Escherichia coli. In International Encyclopedia of Public Health.
- WHO. (2023). GLASS Report: Global antimicrobial resistance surveillance.



Evaluación *in silico* del potencial inhibitorio de la Ciclooxigenasa 2 (Cox-2) de un derivado de la síntesis de biginelli y el eugenol	
Austria Padilla Claudia Isabel, Bocanegra Roa Valeria, López Romero Carolina, Pérez Meza Abril Daniela, Valencia Ramírez Iris María Guadalupe, Santiago Hernández Jahir. **Profesores:** Palacios Espinosa Juan Francisco, Pérez Villanueva Jaime.	
Autores para correspondencia: 2242033685@alumnos.xoc.uam.mx jpvillanueva@correo.xoc.uam.mx jpalacios@correo.xoc.uam.mx	**Módulo:** Obtención de compuestos orgánicos de interés farmacéutico

Resumen. Se evaluó *in sílico* la capacidad inhibitoria de una dihidropirimidinona (DHPM) y del producto natural eugenol sobre la enzima COX-2 mediante la plataforma SwissDock. Además, se sintetizo la (DHPM), mediante la reacción de Biginelli y se identificó al compuesto mayoritario, eugenol en un aceite esencial del clavo de olor preparado por arrastre con vapor. Ambas moléculas demostraron un potencial inhibidor importante sobre COX-2, evaluado por los valores de energía de unión a la enzima -6.469 kcal/mol (DHPM) y –3.994 kcal/mol (eugenol), un rendimiento de reacción de 14.71% en la síntesis, mientras que el aceite rico en eugenol presento un rendimiento de 0.26%. Se concluye que la (DHPM) representa un mejor candidato potencial como inhibidor de la COX-2 en el desarrollo de nuevos antiinflamatorios.

Palabras clave: COX-2, síntesis de Biginelli, eugenol.

Introducción

La reacción de Biginelli es una reacción multicomponente catalizada por ácido que permite sintetizar dihidropirimidinonas (DHPM), compuestos heterocíclicos de gran valor en la química farmacéutica debido a su diversidad de actividades biológicas. Los derivados de DHPM muestran un potencial antiinflamatorio prometedor que va más allá de sus usos conocidos como antagonistas de los canales de calcio. Estos compuestos han sido objeto de numerosos estudios, que han identificado su capacidad para inhibir mediadores químicos clave de la inflamación (Ul Haq et al., 2023). En la búsqueda de nuevas moléculas bioactivas, se estudia la modulación de procesos clave como la inflamación, donde la enzima COX-2 juega un papel central al catalizar la producción de prostaglandinas en respuesta a estímulos dañinos, durante el progreso del cáncer o en respuesta a una lesión que como resultado promueven a la inflamación y dolor (De Andrade y Mendes, 2020). Una fuente alternativa de agentes con potencial antiinflamatorio es el clavo de olor (*Syzygium aromaticum*), una especia cuyo principal compuesto bioactivo es el eugenol en una alta proporción del 85%-95% (Özbek y Ergönül, 2022). De esta forma, tanto la química farmacéutica empleando reacciones como la de Biginelli como las fuentes naturales (clavo y eugenol) ofrecen vías para obtener moléculas con relevancia farmacéutica y potencial para interactuar con sistemas biológicos como la enzima de la COX-2.

Objetivo general

Seleccionar, sintetizar y aislar moléculas orgánicas con potencial inhibitorio sobre la enzima ciclooxigenasa 2 (COX-2), empleando modelado molecular y métodos experimentales modulares.

Objetivos particulares

- Evaluar *in silico* utilizando la plataforma Swiss dock una serie de moléculas orgánicas y un producto natural para seleccionar la de mejor afinidad por la enzima COX-2.
- Preparar mediante la síntesis de Biginelli el 4-(3-hidroxi-4-metoxifenil)-6-metil-2-oxo-1,2,3,4-tetrahidropirimidin-5-carboxilato de etilo (DHPM).
- Obtener e identificar el eugenol en el aceite esencial del clavo de olor mediante una extracción por arrastre de vapor.

Metodología

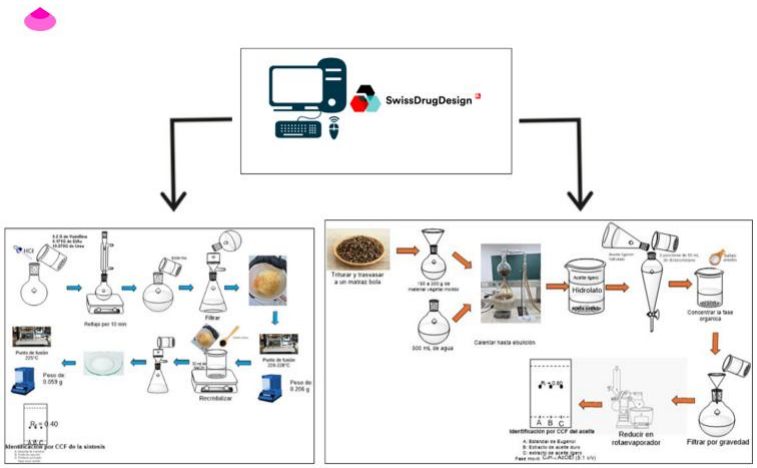


Figura 1. Preparación de la DHPM por síntesis de Biginelli; **1b)** Extracción del aceite esencial del clavo de olor e identificación del eugenol por CCF y revelado con vainillina sulfúrica.

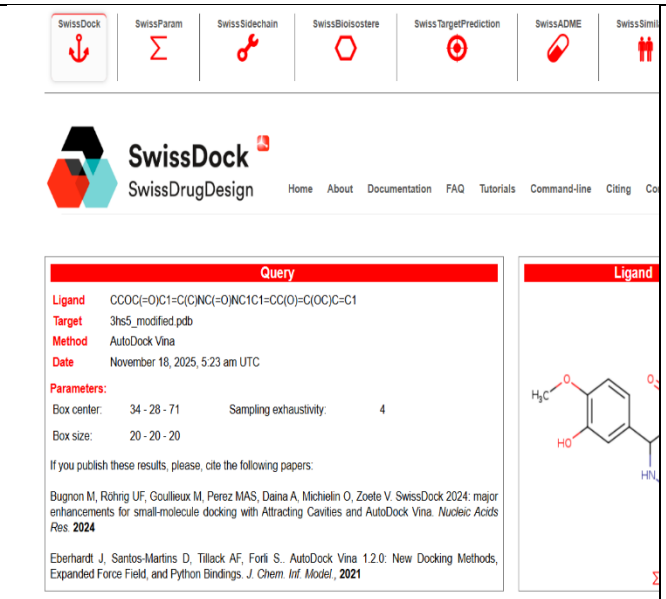
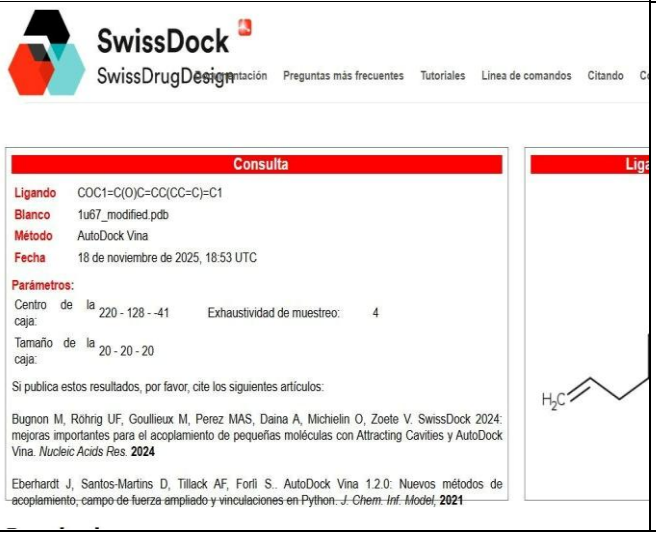
Resultados y discusión

Afinidad de la DHPM y eugenol sobre la enzima ciclooxigenasa-2 empleando el acoplamiento con AutoDock Vina.

La evaluación *in silico* de estas dos moléculas sobre la enzima COX-2 (PDB: 3HS5) para la cadena a-Prostaglandina g/H SINTETASA 2, mostraron que la DHPM tiene una energía de unión de -6.469 kcal/mol y el eugenol de –3.994 kcal/mol, esto nos indica que la DHPM tiene mayor afinidad por el sitio de unión de la COX-2 por lo que representa un mejor potencial inhibidor de la enzima; así el eugenol con una energía mucho más baja, no obstante, el aceite esencial del

clavo de olor ha demostrado un potencial antiinflamatorio en varios estudios (Tabla 1). Cabe recalcar que el valor de energía de unión del DHPM es comparable con otros inhibidores de la COX-2 reportados en la literatura, como el estilbenol de -7.09 kcal/mol (Sánchez et al., 2025).

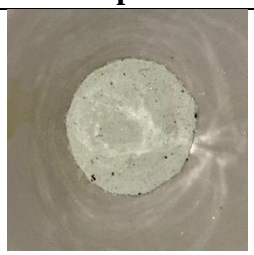
Tabla 1. Afinidad del derivado de DHPM y el eugenol con la COX-2

Derivado de DHPM	$C_{15}H_{18}N_2O_5$		PDB: 3HS5 Afinidad de unión: de -6.469 kcal/mol Centro de caja: 34-28-71
Eugenol	$C_{10}H_{12}O_2$		PDB: 3HS5 Afinidad de unión: de –3.994 kcal/mol Centro de caja: -6-41-73

Síntesis de Biginelli.

En una primera etapa se obtuvieron 0.206g de un sólido de color anaranjado, al analizarlo por CCF observamos impurezas, por lo tanto, se procedió a una recristalización; después de este proceso se obtuvo 0.059 g de un sólido blanco cristalino (Tabla 2).

Tabla 2. Propiedades del compuesto obtenidos mediante síntesis de Biginelli.

	Antes	**Después**
Aspecto		
Peso	0.206g	0.059g
Rendimiento	51.37%	14.71%
Punto de fusión	220-228°C	225°C

El rendimiento obtenido de 14.71% se considera un resultado extremadamente bajo en comparación al rendimiento establecido en la literatura que va del 53-97% (Lu & Bai, 2002). Este bajo rendimiento pudo deberse a las condiciones de la reacción, el tiempo de reacción o el catalizador utilizado, pues en otros trabajos de investigación utilizan distintos catalizadores como complejos con copolímero de etanodiol-hidroxietilacetofenona en reflujo por 6 horas obteniendo rendimientos del 93% (Kapadia et al., 2009). También utilizan nanopartículas de ZnO en agua a 50°C por 20 min obteniendo rendimientos del 65-94 % en tiempos de reacción cortos (Hassanpour et al. 2014).
Al medir el punto de fusión del producto este fue de 225°C, que coincide con el punto de fusión reportado de 225-226 °C (Ma et al., 2015), confirman que se obtuvo un producto de alta pureza y que corresponde al 4-(3-hidroxi-4-metoxifenil)-6-metil-2-oxo-1,2,3,4-tetrahidropirimidin-5-carboxilato de etilo.

Extracción del aceite esencial del clavo de olor. (componente principal eugenol)

Se obtuvo un destilado con tres fases, una menos densa que el agua, una porción acuosa y otra más densa que el agua. La parte más densa se separó por filtración usando una capa de sulfato de sodio anhidro para eliminar trazas del agua, obteniendo un aceite transparente con un peso de 2.29g que representó un rendimiento del 0.76%; La fase acuosa y la menos densa se extrajeron con diclorometano, obteniendo un peso de 0.79g con un rendimiento de 0.26%. Se analizaron ambos aceites por CCF con una referencia de eugenol puro (figura 3). Determinamos que los aceites contienen gran cantidad de eugenol por la similitud en el rf de las manchas (0.6) y por su aspecto al revelado con vainillina sulfúrica (Kaushik et al., 2023).

Figura 3. CCF del aceite esencial del clavo presencia de eugenol.

Conclusiónes

Mediante el uso de herramientas computacionales se identificaron y seleccionaron dos moléculas con alta energía libre de unión por el sitio activo de la COX-2: el derivado de Biginelli (de origen sintético) y el eugenol (de origen natural). Posteriormente, a través de los métodos experimentales, se logró sintetizar la DHPM, obteniendo rendimientos bajos, pero con una pureza adecuada del compuesto además de extraer un aceite esencial rico en eugenol.

Referencias

- De Andrade, F. D. C. P., & Mendes, A. N. (2020). Computational analysis of eugenol inhibitory activity in lipoxygenase and cyclooxygenase pathways. *Scientific Reports*, *10*(1), 16204. https://doi.org/10.1038/s41598-020-73203-z
- Hassanpour, A., Khanmiri, R. H., & Abolhasani, J. (2014). ZnO nanoparticles as an efficient, heterogeneous, reusable, and ecofriendly catalyst for one-pot, three-component synthesis of 3,4-dihydropyrimidin-2(1H)-(thio)one derivatives in water. *Synthetic Communications*, *45*(6), 727–733. https://doi.org/10.1080/00397911.2014.987350
- Kaushik, S., Kaushik, S., Dar, L., & Yadav, J. P. (2023). Eugenol isolated from supercritical fluid extract of *Ocimum sanctum*: A potent inhibitor of DENV-2. *AMB Express*, *13*(1), 105. https://doi.org/10.1186/s13568-023-01607-x
- Lu, J., & Bai, Y. (2002). Catalysis of the Biginelli reaction by ferric and nickel chloride hexahydrates: One-pot synthesis of 3,4-dihydropyrimidin-2(1H)-ones. *Synthesis*, *2002*(4), 466–470. https://doi.org/10.1055/s-2002-20956
- Ma, J., Zhong, L., Peng, X., & Sun, R. (2015). *D*-xylonic acid: A solvent and an effective biocatalyst for a three-component reaction. *Green Chemistry*, *18*(6), 1738–1750. https://doi.org/10.1039/c5gc01727k



- Nagarajaiah, H., Mukhopadhyay, A., & Moorthy, J. N. (2016). Biginelli reaction: An overview. *Tetrahedron Letters, 57*(47), 5135–5149. https://doi.org/10.1016/j.tetlet.2016.09.047
- Özbek, Z. A., & Ergönül, P. G. (2022). Toxicidad del clavo (*Syzygium aromaticum*) y el eugenol. En *Clavo de olor (Syzygium aromaticum)*. Elsevier. https://www.sciencedirect.com/science/chapter/editedvolume/abs/pii/B978032385177000029X
- Sánchez, A. N., Guerrero, A. B. M., Pérez, E. S., Lomelí, M. L., & López, L. F. M. (2025). Biotransformación del resveratrol y afinidad por COX-2: análisis in silico del potencial antiinflamatorio. *RESPYN Revista de Salud Pública y Nutrición, 24*(3), 18-26. https://doi.org/10.29105/respyn24.3-885
- Ul Haq, K., Lailatus Sa'adah, N., Siswanto, I., & Suwito, H. (2023). Bioactivity of dihydropyrimidinone derivatives as inhibitors of cyclooxygenase-2 (COX-2): An in silico approach. *RSC Advances, 13*(49), 34348–34357. https://doi.org/10.1039/D3RA05942A



Síntesis del 3-(1*H*-bencimidazol-2-il)fenol, aislamiento de hiperforina y su evaluación *in silico* como potenciales inhibidores del transportador de serotonina (SERT) para el tratamiento de la depresión y la ansiedad

Cervantes Lima Manuel Gabriel, Menes Ortiz Alexia Nathaly, Ortiz Serna Grethel
Profesores: Juan Francisco Palacios Espinosa y Jaime Pérez Villanueva

Autores para la correspondencia:
2242034459@alumnos.xoc.uam.mx
jpalacios@correo.xoc.uam.mx

Módulo: Obtención de Compuestos Orgánicos de Interés Farmacéutico

Resumen

La investigación se centró en la búsqueda de moléculas orgánicas como inhibidoras del transportador de serotonina (SERT) mediante enfoques teóricos y experimentales. Utilizando la plataforma SwissTargetPrediction, se evaluó la afinidad de cuatro compuestos heterocíclicos sobre SERT (6W2C), identificándose al 3-(1*H*-benzimidazol-2-il)fenol (Benz) y a la hiperforina (Hip) como los dos compuestos con mayor afinidad. Se sintetizó el Benz y se aisló la Hip de un suplemento alimenticio de la hierba de San Juan. La evaluación *in silico* mostró que el Benz tiene una energía de afinidad de -8.232 kcal/mol por SERT, similar a la Hip con una afinidad de -9.574 kcal/mol. La síntesis y purificación de ambos compuestos fueron exitosas, obteniendo rendimientos de 15% por parte del heterociclo y un 13% en el caso del producto natural. Los resultados sugieren el potencial del Benz e Hip en el tratamiento de la depresión y ansiedad, además, resalta la complementariedad de los análisis computacionales y el desarrollo experimental en la búsqueda de compuestos bioactivos.

Palabras clave: 3-(1*H*-bencimidazol-2-il)fenol, hiperforina, SERT.

Introducción

La inhibición del transportador de serotonina (SERT) es una estrategia terapéutica clave en el tratamiento de trastornos como la depresión y la ansiedad, ya que regula la recaptura sináptica de serotonina (García-Burgos y González-Herrera, 2023). Compuestos naturales como la hiperforina aislada de la especie *Hypericum perforatum* han sido estudiados por sus efectos moduladores sobre neurotransmisores y su potencial antidepresivo (Otero et al., 2024). Por su parte, el núcleo benzimidazol y sus derivados han despertado interés en la química farmacéutica por su versatilidad estructural y como andamiaje para diseñar nuevos inhibidores del SERT (Alheety et al., 2025).

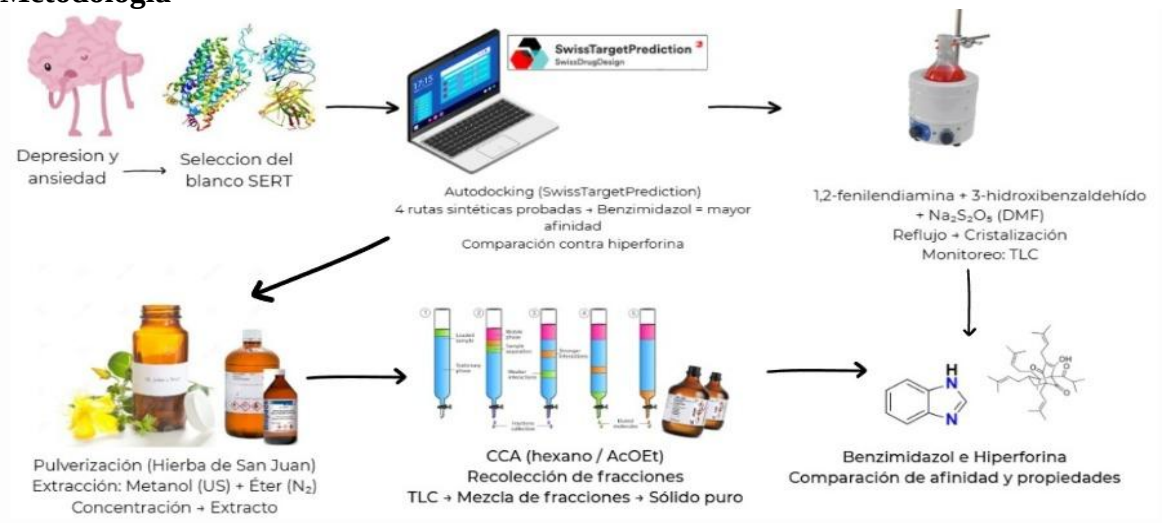
Objetivo general

Seleccionar mediante cribado virtual, sintetizar y/o aislar moléculas orgánicas como potenciales inhibidores de la proteína transportadora de serotonina (SERT) mediante un enfoque integral teórico-experimental, para el tratamiento de la depresión y la ansiedad.

Objetivos particulares

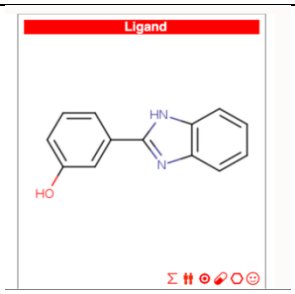
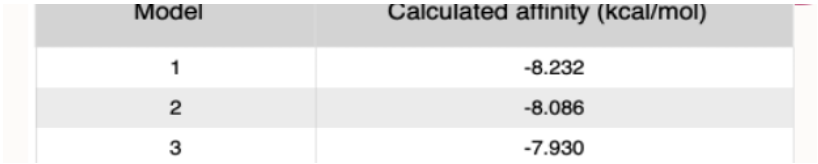
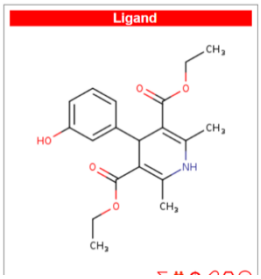
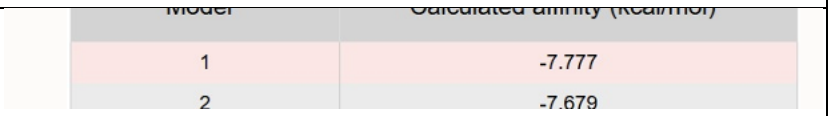
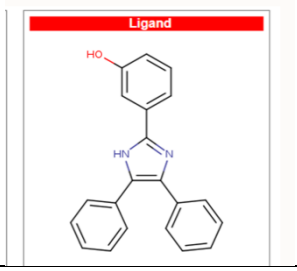
- Identificar mediante cribado virtual compuestos orgánicos con potencial inhibitorio sobre SERT.
- Sintetizar y purificar el compuesto heterociclo con mayor afinidad por SERT.
- Aislar y purificar a la hiperforina a partir de un suplemento comercial de hierba de San Juan.

Metodología

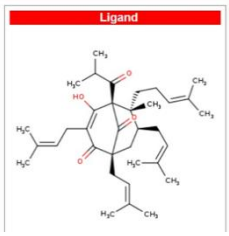
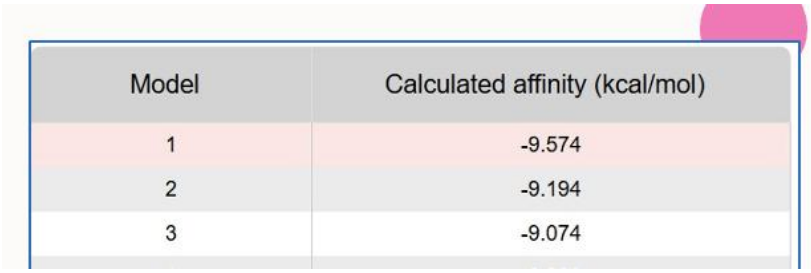


Discusión y resultados

Tabla 1. Estructuras de los compuestos evaluados *in silico* y sus energías de unión (Alheety et al., 2025).

Molécula	Energías de afinidad (Kcal/mol)
 3-(1*H*-Benzimidazol-2-il)fenol	
 3,5-Dietil 1,4-dihidro-4-(3-hidroxifenil)-2,6-dimetil-3,5-piridinadicarboxilato	
 Etil 4-(3-hidroxifenil)-6-metil-2-oxo-1,2,3,4-tetrahidropirimidina-5-carboxilato	
	

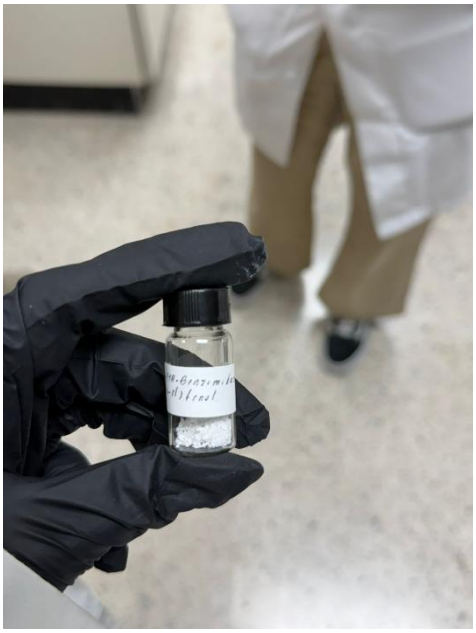


3-(4,5-Dicetona-1*H*-imidazol-2-il)fenol	
 Hiperforina	

Model	Calculated affinity (kcal/mol)
1	-9.574
2	-9.194
3	-9.074

Según los datos presentados en la tabla 1, las energías de unión en el sitio catalítico de SERT indican que los compuestos 3-(1*H*-bencimidazol-2-il)fenol (Benz) y la hiperforina (Hip) son los candidatos de elección. Esto concuerda con algunos datos reportados en la literatura (Alheety et al., 2025).

Tabla 2. Resultados de la síntesis del Benz (Navarrete-Vázquez et al., 2006).

	Antes	Después
3-(1*H*-bencimidazol-2-il)fenol		
Punto de fusión	165°C	172°C
Rendimiento	58.75%	15%
Aspecto	Polvo de un color café grisáceo	Cristales puros de un color blanco
rf	Punto de aplicación 1 es de 0.2 y punto 2 es de 0.6 en presencia del bencimidazol	No determinado

La tabla 2 presenta los resultados de la síntesis del 3-(1*H*-bencimidazol-2-il)fenol se obtuvieron. Se obtuvieron 0.235 g de un producto crudo de aspecto grisáceo, equivalente a un rendimiento del 58.75% y un punto de fusión alejado del reportado. Además, el análisis por CCF evidenció impurezas, por lo que se llevó a cabo una recristalización empleando carbón activado. Con este procedimiento se obtuvo una menor cantidad del producto final con un bajo rendimiento (15 %), pero con una mayor pureza reflejada en el punto de fusión.

Tabla 3. Resultados del proceso de extracción de la hiperforina y TLC (Agapouda et al., 2017).

	Antes	Después
Hiperforina		
Apariencia	Verde amarilloso	Líquido aceitoso amarillo intenso
rf	No determinado	Punto de aplicación 7 y 11 es de 0.3
Rendimiento	No determinado	13.6%

La tabla 3 muestra los datos correspondientes a la extracción y aislamiento de la hiperforina obtenida a partir de cinco gramos del suplemento de hierba de San Juan, con un rendimiento final del 13.6%. En el análisis por CCF, en la segunda cromatoplaca se detectó hiperforina en las muestras 7 y 11 (figura 1), de acuerdo con el rf reportado en la literatura (Agapouda et al., 2017).



Figura 1. Comatoplaca con presencia de hiperforina.



Conclusiones

En conclusión, los resultados indican que el derivado Benz es el candidato más prometedor, ya que mostró la mayor afinidad por SERT, se obtuvo de forma pura y estable, sugiriendo un gran potencial para inhibir el transportador de serotonina de manera efectiva. Además, el extracto herbolario presentó fracciones con datos compatibles con la presencia de hiperforina, lo que confirma que el método de extracción y purificación fue adecuado. En conjunto, ambos compuestos muestran un potencial inhibitorio hacia SERT, lo que respalda su relevancia para futuras evaluaciones biológicas orientadas al tratamiento de depresión y ansiedad, confirmando que los métodos empleados fueron adecuados.

Referencias

- Agapouda, A., Booker, A., Kiss, T., Hohmann, J., Heinrich, M., & Csupor, D. (2017). *Quality control of Hypericum perforatum L. analytical challenges and recent progress*. Journal of Pharmacy and Pharmacology, 71(1), 15–37. https://doi.org/10.1111/jphp.12711
- Alheety, N. F., Al-Kubaisi, A. A., Alhadidi, H. A. S., Alheety, M. A., & Jebur, I. K. (2025). *Molecular Docking of Benzimidazole Derivatives as Potential Serotonin Transporter (SERT) Inhibitors in Depression Disease*. Macromolecular Symposia. https://doi.org/10.1002/masy.70148
- García-Burgos, A., & González-Herrera, L. J. (2023). *Mecanismos de acción de los fármacos antidepresivos*. Revista CienciaUANL, 22(93), 35–39. https://doi.org/10.29105/cienciauanl22.93-1
- Ibrahim, A. A., Said, E. G., AboulMagd, A. M., Amin, N. H., & Abdel-Rahman, H. M. (2025). *Synthesis and SARs of benzimidazoles: insights into antimicrobial innovation (2018–2024)*. RSC Advances, 15, 22097–22127. https://doi.org/10.1039/D5RA00819K
- Navarrete-Vázquez, G., Moreno-Diaz, H., Aguirre-Crespo, F., León-Rivera, I., Villalobos-Molina, R., Muñoz-Muñiz, O., & Estrada-Soto, S. (2006). *Design, microwave-assisted synthesis, and spasmolytic activity of 2-(alkyloxyaryl)-1H-benzimidazole derivatives as constrained stilbene bioisosteres*. Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters, 16(16), 4169–4173. https://doi.org/10.1016/j.bmcl.2006.05.082
- Otero, M. C., Ceric, F., Miranda-Rojas, S., Carreño, C., Escares, R., Escobar, M. J., … Gordillo-Fuenzalida, F. (2024). *Documentary analysis of Hypericum perforatum (St. John's Wort) and its effect on depressive disorders*. Pharmaceuticals, 17(12), 1625. https://doi.org/10.3390/ph17121625



Folio # 12086

Síntesis, aislamiento y evaluación *in silico* del 2-(4,5-difenil-1H-imidazol-2-il)-fenol y de la cafeína como potenciales antagonistas del receptor de adenosina A_2A en el tratamiento de la enfermedad de Parkinson

Jose Benitez Abel, De la Calleja Perez Franco, Castillo Martínez Berenice, González Huerta Naidelyn, Engaño Caxnajoy Ximena Citlalli

Profesores: Dr. Jaime Perez Villanueva y Dr. Juan Francisco Palacios Espinosa

Autores para correspondencia:
2223066630@alumnos.xoc.uam.mx
jpalacios@correo.xoc.uam.mx

Módulo: Obtención de compuestos orgánicos de interés farmacéutico

Resumen

Se realizó como proyecto modular, una comparación de diferentes moléculas obtenidas mediante distintas reacciones químicas aprendidas durante el curso y de un compuesto orgánico, realizando un análisis in silico, para encontrar cual de ellos cuenta con mejor energía de unión al receptor de adenosina A2A, encontrando mediante el análisis docking que el compuesto 2-(4,5-difenil-1*H*-imidazol-2-il)-fenol obtenido mediante la reacción de Debus–Radziszewski, cuenta con una mejor energía de unión hacia el receptor, por lo que se realizó la síntesis de este producto así como el aislamiento a partir de un compuesto orgánico de la cafeína utilizando los conocimientos obtenidos durante el curso, teniendo como resultado un correcto aislamiento de ambos compuestos con un buen grado de pureza aunque con un bajo rendimiento.

Palabras Clave: Receptor A_2A, Cafeína, Imidazol

Introducción

La enfermedad de Parkinson (EP) es un trastorno neurodegenerativo caracterizado por la pérdida progresiva de neuronas dopaminérgicas en la sustancia negra, lo que conduce a disfunciones motoras y no motoras. Entre los blancos farmacológicos no dopaminérgicos está el receptor de adenosina A2A (A2A) en el cuerpo estriado, es de interés porque su bloqueo puede mejorar la neurotransmisión dopaminérgica y aliviar síntomas motores; de hecho, antagonistas A2A selectivos (p. ej. istradefilina) han sido aprobados como coadyuvantes en EP (Mori et al., 2022). Epidemiológicamente, el consumo de cafeína se ha asociado con menor riesgo de desarrollar EP, efecto atribuido en parte a su antagonismo sobre A2A (Costa et al., 2010; Ren et al., 2020). Sin embargo, la cafeína tiene afinidad moderada y existe interés en desarrollar moléculas no-xantinas o xantinas modificadas con mayor afinidad y selectividad (Jacobson, 2022).

Las estructuras heterocíclicas imidazólicas con sustituyentes aromáticos (como 2-(4,5-difenil-1*H*-imidazol-2-il)-fenol) pueden establecer interacciones π–π y enlaces de hidrógeno con residuos en el sitio de unión de A2A, por lo que constituyen candidatos razonables para investigar como antagonistas (Merighi et al., 2022). Integrar síntesis experimental, extracción de un alcaloide natural y evaluación *in silico* es una estrategia viable para identificar y priorizar moléculas con potencial farmacológico antes de hacer ensayos biológicos más costosos.

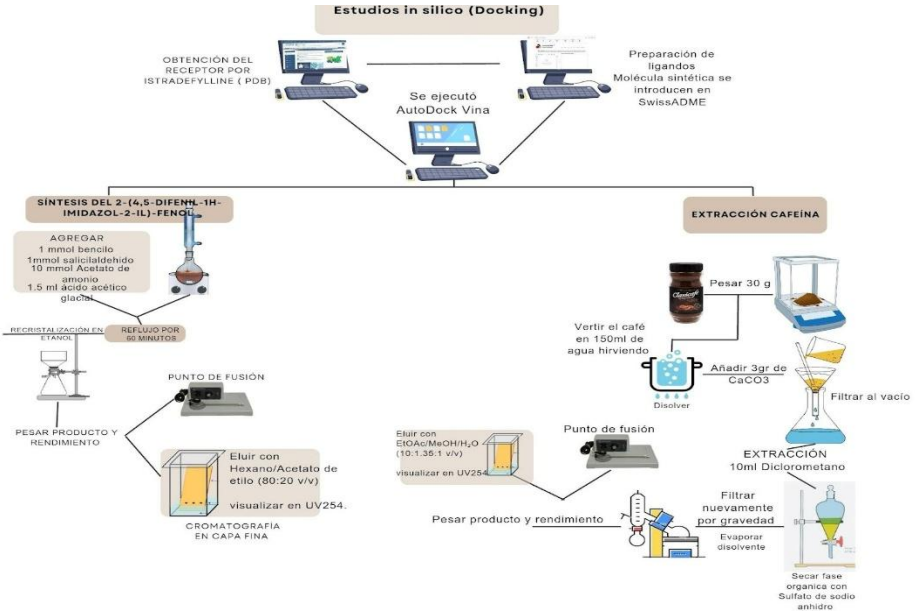
Objetivo general

Comparar la energía de unión de la cafeína y del 2-(4,5-difenil-1*H*-imidazol-2-il)-fenol hacia el receptor de adenosina A2A mediante estudios *in silico*, complementados con la síntesis y extracción de ambas moléculas para su posterior caracterización experimental.

Objetivos particulares

- Realizar docking con AutoDock Vina para comparar ΔG de unión y analizar interacciones relevantes de moléculas de interés en el receptor A2A.
- Extraer, purificar e identificar (CCF y punto de fusión) la cafeína a partir de café soluble.
- Sintetizar 2-(4,5-difenil-1*H*-imidazol-2-il)-fenol por la síntesis de Debus (Debus–Radziszewski), purificarlo e identificarlo (CCF y punto de fusión)

Metodología



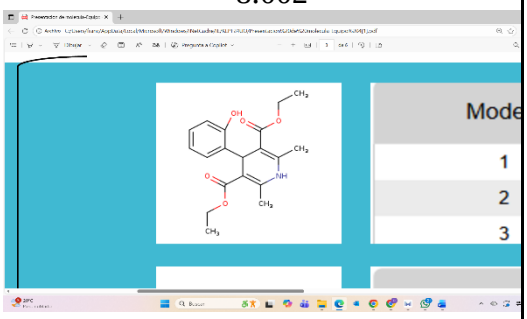
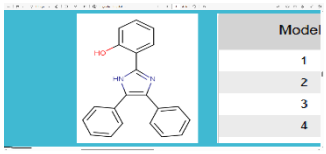
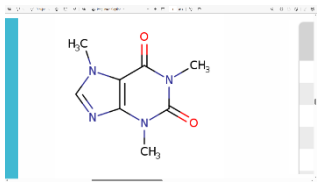
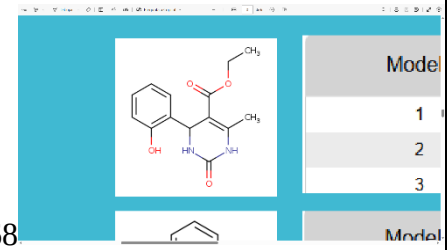
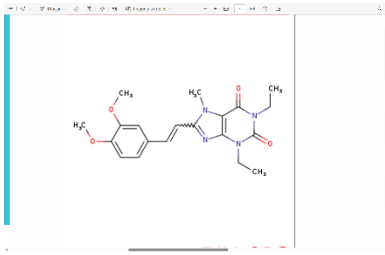






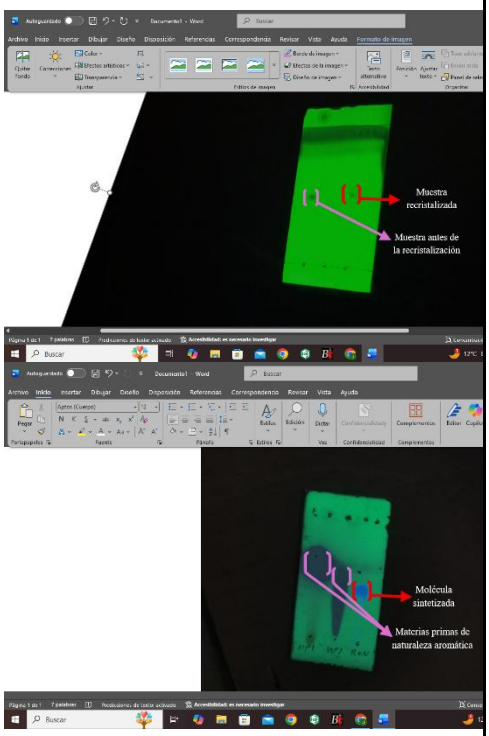
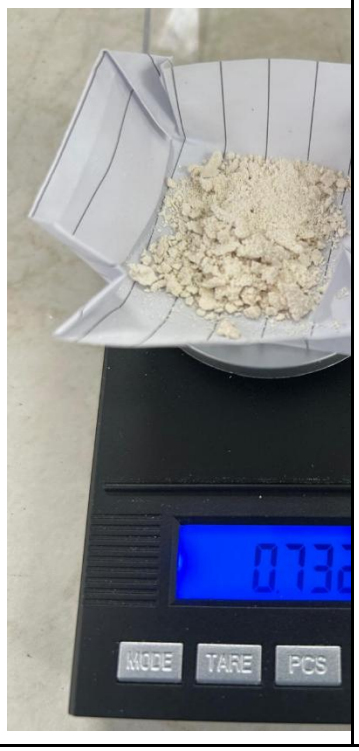
Resultados y análisis

Tabla 1. Resultados de las predicciones hechas en con AutoDock Vina

Molécula probada en el sitio de unión del receptor A2A	**ΔG de unión**	**Molécula probada en el sitio de unión del receptor A2A**	**ΔG de unión**
3,5-dietil 4-(2-hidroxifenil)-2,6-dimetil-1,4-dihidropiridina-3,5-dicarboxilato	-8.002 	(2-(4,5-difenil-1H-imidazol-2-il)-fenol)	-11.084 
2-(1H-benzimidazol-2-il)-fenol	-8.208 	Cafeína	-5.881 
Etil 4-(2-hidroxifenil) -6-metil -2-oxo-1,2,3,4-tetrahidro pirimidina-5-carboxilato	-7.668 	Istradefilina (Inhibidor selectivo de A2A)	-8.346 

Se evaluó la afinidad de 4 candidatos sintéticos, el compuesto seleccionado para sintetizar y de la cafeína hacia el receptor A_2A y se comparó con un inhibidor selectivo de A_2A conocido: istradefilina. El orden de afinidad encontrado fue: Compuesto imidazólico sintetizado > Istradefilina > Otros candidatos > Cafeína. **(Tabla. 1)**

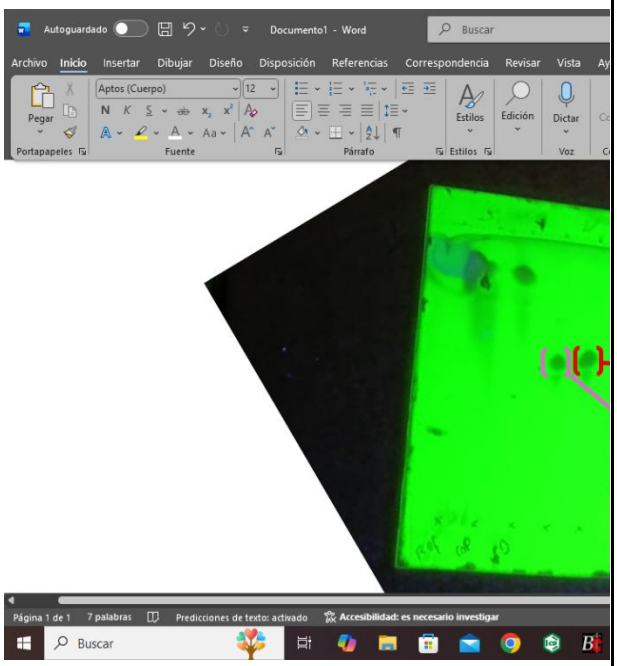
Tabla 2. Características fisicoquímicas del compuesto sintetizado antes y después de la recristalización.

Características	Antes de la recristalización	Después de la recristalización	CCF
Peso	0.732 g	0.3069 g	
Punto de fusión	202-205 °C	210-211 °C	
Aspecto			

La reacción se llevó a cabo empleando 0.200 g de salicilaldehído como reactivo limitante. A partir de esta cantidad se calcularon 0.00164 mol, que corresponden a una masa teórica máxima de 0.5116 g del producto de 2-(4,5-difenil-1H-imidazol-2-il)-fenol. Después de la purificación por recristalización se obtuvieron 0.3069 g de producto sólido, lo que corresponde a un rendimiento del 60 % **(Tabla 2)**. El rendimiento de 60 % en la síntesis del derivado imidazólico es adecuado considerando la cantidad con la que se trabajó, la manipulación manual y la purificación mediante recristalización. El hecho de que antes de purificar, la masa aparente fuera mayor al valor teórico indica que el sólido crudo contenía restos de solvente o impurezas. lo que significa que es importante realizar la recristalización para obtener un sólido puro, sin importar que la masa final obtenida sea menor.

Se elaboró una placa de cromatografía en capa fina del compuesto sintetizado, la placa revelada bajo luz UV mostró una única mancha principal y no se observaron señales que coincidieran con los reactivos aromáticos empleados como materias primas, lo cual sugiere una purificación adecuada y la ausencia de material de partida sin reaccionar. Esta observación demuestra la eficacia de la cristalización y sugiere que el producto final presenta una pureza adecuada. **(Tabla 2).**

Tabla 3. Características fisicoquímicas de la cafeína antes y después de la recristalización.

Característica	Antes de recristalizar	Después de recristalizar	CCF
Peso	0.763 g	0.12 g	
T_{sub}	186-205 °C	186-188 °C	
Aspecto			
Rf	0.47	0.48	

A partir de 30 g de café se obtuvo un extracto orgánico crudo con masa de 0.763 g, equivalente a 2.54 % respecto al material inicial. Tras la cristalización y purificación se recuperaron 0.12 g de cafeína sólida, lo que representa 0.4 % del café utilizado y un 15.7 % de recuperación respecto al extracto impuro.

El porcentaje impuro del 2.54 % es un poco inferior al promedio de 2.84 % calculado a partir de la información sobre cafeína contenida en café soluble publicada en la revista del consumidor de la PROFECO (*Revista del Consumidor,2021)*. Sin embargo, la recuperación final de solo 0.4 % y una eficiencia de 15.4 % respecto al extracto impuro deja en evidencia que gran parte del material extraído inicialmente no correspondía a cafeína pura. Esto puede atribuirse a la co-extracción de compuestos hidrofóbicos del café, a pérdidas durante el secado con sulfato de sodio anhidro, y a la solubilidad de



la cafeína en los solventes utilizados. La drástica reducción de masa entre el extracto y el sólido cristalino confirma la presencia inicial de impurezas.

La placa de CCF realizada utilizando EtOAc/MeOH/H_2O (10:1.35:1 v/v) como fase móvil, mostró una mancha con Rf = 0.48, consistente con los valores reportados para cafeína con ese sistema (Rodríguez et al., 2025). El punto de sublimación de 186-188 °C observado para la cafeína se encuentra por debajo de los 235-238 °C reportados como punto de fusión en la literatura. Esta diferencia se atribuye a que el compuesto sublima antes de fundirse, la transición directa de sólido a vapor explica la desviación del valor esperado y no necesariamente implica impureza significativa, sino una propiedad característica del compuesto bajo calentamiento abierto sin presión controlada.

Conclusiones

Los resultados de docking mostraron diferencias claras entre las moléculas: el derivado imidazólico fue el que mejor se acomodó en el receptor A_2A, lo que confirma que era una buena elección para sintetizar y seguir estudiando.

La extracción de cafeína a partir del café soluble se realizó sin complicaciones, y aunque la recuperación final fue baja, los análisis (CCF y punto de sublimación) confirmaron que sí se obtuvo el compuesto deseado con buena pureza. La síntesis del 2-(4,5-difenil-1H-imidazol-2-il)-fenol se logró con un rendimiento aceptable. La diferencia entre la masa cruda y la masa purificada dejó claro que la recristalización fue necesaria para eliminar impurezas y obtener un sólido más uniforme.

Referencias

- Costa, J., Lunet, N., Santos, C., Santos, J., & Vaz-Carneiro, A. (2010). Caffeine exposure and the risk of Parkinson's disease: a systematic review and meta-analysis of observational studies. Journal of Alzheimer's disease : JAD, 20 Suppl 1, S221–S238. https://doi.org/10.3233/JAD-2010-091525
- Jacobson, K. A., Gao, Z.-G., Matricon, P., Eddy, M. T., & Carlsson, J. (2022). Adenosine A2A receptor antagonists: from caffeine to selective non-xanthines. *British Journal of Pharmacology*, *179*(14), 3496–3511. https://doi.org/10.1111/bph.15103
- Merighi, S., Borea, P. A., Varani, K., Vincenzi, F., Travagli, A., Nigro, M., Pasquini, S., Suresh, R. R., Kim, S. W., Volkow, N. D., Jacobson, K. A., & Gessi, S. (2022). Pathophysiological Role and Medicinal Chemistry of A2A Adenosine Receptor Antagonists in Alzheimer's Disease. Molecules, 27(9), 2680. https://doi.org/10.3390/molecules27092680
- Mori, A., Chen, J. F., Uchida, S., Durlach, C., King, S. M., & Jenner, P. (2022). The Pharmacological Potential of Adenosine A2A Receptor Antagonists for Treating Parkinson's Disease. Molecules (Basel, Switzerland), 27(7), 2366. https://doi.org/10.3390/molecules27072366
- Procuraduría Federal del Consumidor. (2021, marzo). Cafeína en alimentos y bebidas no alcohólicas. *Revista del Consumidor, (529)*, ISSN:0185-8874
- Rodriguez, M., Arteaga, R., Katan, B., Figueira, M., Guzman, R., & Jimmy, C. (2025). Separation and Determination of Theobromine and Caffeine in Cocoa Beans Extract Using TLC-SERS: Identification and Computational Insights. Analytical science advances, 6(2), e70033. https://doi.org/10.1002/ansa.70033(Jacobson et al., 2022)



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Xochimilco







Folio # 12087

Evaluación microbiológica de pollo lavado vs. no lavado: presencia y proliferación de *E. Coli*

Becerril Campos Jimena, Cayetano Bernabe Marcos Antonio, Salgado Ramirez Vicente
Profesor: Hamdan Partida Aida

Autores para correspondencia:

2253031577@alumnos.xoc.uam.mx
ahamp@correo.xoc.uam.mx

Módulo: Procesos Celulares Fundamentales

Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar el impacto del lavado en la carga bacteriana del pollo crudo y la presencia de *Escherichia coli* (*E. coli*). Se seleccionaron muestras de pollo lavado y sin lavar, se homogeneizaron y se prepararon diluciones seriadas. Estas se sembraron en medios selectivos como agar MacConkey para el análisis microbiológico. Tras la incubación, se observaron colonias y se realizaron pruebas bioquímicas para identificar *E. coli* (glucosa +, lactosa +). El resultado principal indica que el pollo sin lavar presentó una carga bacteriana significativamente mayor que el pollo lavado. Sin embargo, *E. coli* se detectó en ambas muestras, concluyendo que el lavado reduce la carga bacteriana visible pero no elimina completamente los patógenos, y puede aumentar el riesgo de contaminación cruzada.

Palabras clave: *Escherichia coli*, Agar MacConkey, identifición, glucosa+, lactosa+

Introducción:

La finalidad de nuestro proyecto se baso en saber si hay una significativa del antes y el después del lavado del pollo. Así como detectar la posible presencia de *Escherichia coli* (*E. coli*). Para ello, se realizaron diluciones seriadas y se sembraron las muestras en medios selectivos y diferenciales, tales como agar EMB, MacConkey y agar soya, que permiten favorecer el crecimiento de bacterias gramnegativas y diferenciar su metabolismo de azúcares.

Durante el análisis microbiológico, se observaron bacilos grampositivos, movilidad positiva, así como colonias indicativas de *E. coli*, caracterizadas por fermentación de glucosa y lactosa (glucosa +, lactosa +). Estos resultados permiten interpretar la efectividad del lavado y su influencia sobre la carga bacteriana presente en el pollo crudo.

Pollo lavado: Riesgos | UNAM Global. UNAM Global. Recuperado el 3 de mayo de 2024 (Martínez, 2024)

Objetivo general:

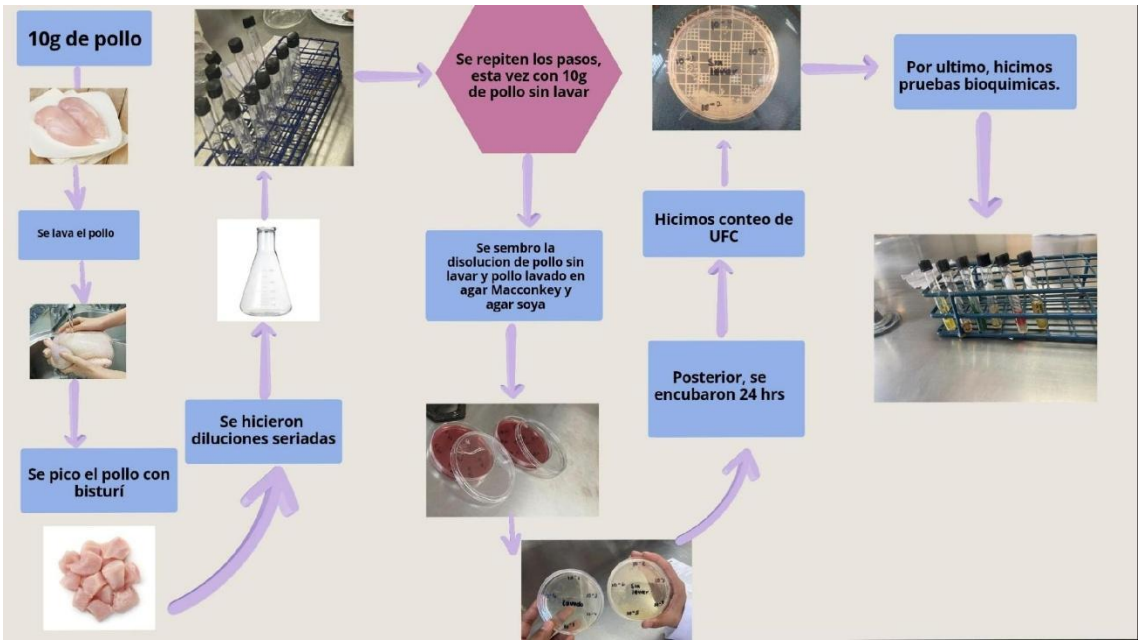
Evaluar el efecto del lavado del pollo crudo sobre la carga bacteriana presente en su superficie, mediante el análisis microbiológico antes y después del lavado.

Objetivos particulares:

- Cuantificar la carga bacteriana: Determinar la diferencia numérica en unidades formadoras de colonias (UFC) de bacterias entre muestras de pollo cocido que fueron lavadas y no lavadas antes de su cocción.

- Identificar patógenos específicos: Comparar la presencia y cantidad de patógenos claves (como *E. coli*) en el pollo cocido según si se lavó previamente o no.

Metodología



Resultado y discusión:

Conteo de UFC

En el aislamiento de una de las cajas con la muestra seriada del pollo lavado se obtuvieron menos presencia de ufc (tabla 1). En comparación con el pollo sin lavar se observo una mayor cantidad de colonias, (tabla 2).

Tabla 1. Pollo lavado (práctica de laboratorio 2025)

	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}
Caja 1	1	1	0	0	4
Caja 2	0	0	1	2	2

Se sembraron 2 cajas con agar soya del pollo lavado con concentración de 10^{-2}…10^{-6}

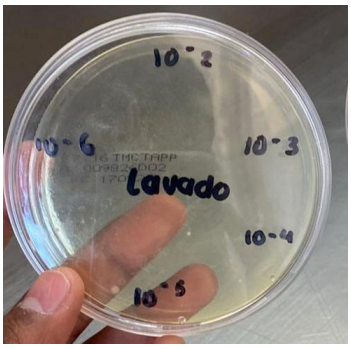


Figura 1. Colonias obtenidas de pollo lavado.

Tabla 2. Pollo sin lavar (práctica de laboratorio, 2025)

	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}
Caja 1	300	136	9	5	35
Caja 2	160	33	130	70	90

Se sembraron 2 cajas con agar soya del pollo sin lavar con concentración de 10^{-2}…10^{-6}

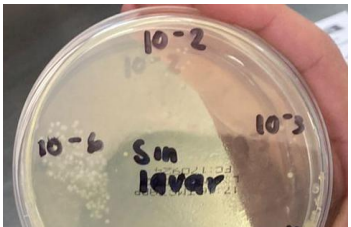


Figura 2. Colonias obtenidas del pollo sin lavar.

Con base en los resultados obtenidos en nuestro proyecto, se observa que la carga bacteriana es mayor en el pollo sin lavar y disminuye después del lavado. Sin embargo, a pesar de esta reducción, se detectó la presencia de *Escherichia coli*, lo cual indica contaminación microbiana que puede representar un riesgo sanitario.

No obstante, documentos académicos —como los publicados por la UNAM— señalan que lavar el pollo crudo no es recomendable, ya que el agua puede dispersar bacterias hacia la superficie circundante y otros utensilios, aumentando el riesgo de contaminación cruzada, aunque la carga en la carne pueda no aumentar.

Conclusión

A partir del análisis microbiológico realizado en muestras de pollo lavado y sin lavar, se determinó que el lavado disminuye parcialmente la carga bacteriana visible en las diluciones, ya que el pollo sin lavar presentó una cantidad significativamente mayor de colonias en comparación con el pollo lavado. No obstante, pese a esta reducción, se detectó la presencia de *Escherichia coli* en ambas condiciones, lo que evidencia que el simple lavado no elimina microorganismos patógenos y no garantiza la inocuidad del alimento.

Además, diversos estudios y recomendaciones académicas indican que lavar el pollo no es una práctica adecuada, pues el agua puede dispersar bacterias a superficies cercanas y favorecer la contaminación cruzada, representando un riesgo adicional. En conjunto, los resultados confirman que el pollo crudo es un vehículo de microorganismos potencialmente peligrosos y que la medida más efectiva para asegurar su inocuidad no es el lavado, sino una correcta cocción y manejo higiénico de los alimentos.

Referencias

- Artículos de revistas científicas en línea Ximena Ocampo Zarate, Perla Alejandra Martínez Reyes, Víctor M Chávez Jacobo Biología y Sociedad 8 (15), 91-95, 2025 https://biologiaysociedad.uanl.mx/index.php/b/article/view/165
- Ocampo Zarate, X., Martínez Reyes , P. A., & Chávez Jacobo , V. M. (2025). No deberías lavar el pollo. Biología Y Sociedad, 8(15), 91–95. https://doi.org/10.29105/bys8.15-165



- Daniel Leonardo Cala Delgado, Tannia Julied Guzmán-Sànchez, Sergio Andrés Ferro-Villamizaro, Carlos Andrés Díaz-Gélvez, Miguel Ángel Bernal-Pérez, Tannia Julied Guzmán Sànchez, Sergio Andrés Ferro Villamizaro, Carlos Andrés Díaz Gélvez, Miguel Ángel Bernal Pérez https://scholar.google.com/scholar?q=related:TljM60wb5loJ:scholar.google.com/&hl=es&as_sdt=0,5



Folio # 12088

Identificación de *Pseudomonas spp.* y enterobacterias en dispensadores de jabón en baños de la UAM Xochimilco	
Arriaga Simón Luis Fabián, Bautista Puga Yauhtli Meredith, Carbajal Sánchez Adrián Alejandro, Rivera Grande Nancy Jimena. **Profesores**: Palacios Rodríguez Yadira, Martínez Gopar Pablo Eliasib	
Autores para la correspondencia: 213055140@alumnos.xoc.uam.mx ypalacios@correo.xoc.uam.mx	**Módulo:** Prevención y control de la propagación microbiana

Resumen

La higiene de manos es una de las medidas más efectivas para prevenir infecciones; sin embargo, los dispensadores de jabón líquido, al ser superficies de alto contacto, pueden convertirse en fuentes de contaminación microbiana si no reciben limpieza adecuada. El objetivo de este estudio fue determinar la presencia de *Pseudomonas* spp. y enterobacterias en dispensadores de los baños de la UAM-Xochimilco mediante su aislamiento e identificación fenotípica. Se realizó un muestreo por hisopado estéril en diez botones de dispensadores y las muestras se transportaron en solución isotónica. Posteriormente, se sembraron en medios selectivos (MacConkey, EMB y Cetrimida) mediante estriado por agotamiento e incubación a 37 °C. Las colonias obtenidas se evaluaron por tinción de Gram y pruebas bioquímicas. Los resultados mostraron crecimiento microbiano en la mayoría de las muestras, identificándose enterobacterias, *Pseudomonas* spp. y crecimiento fúngico secundario. Esto confirma que algunos dispensadores pueden actuar como reservorios contaminados.

Palabras clave: Dispensadores de jabón rellenables, Enterobacterias, *Escherichia* coli, *Pseudomonas* aeruginosa, UAM-Xochimilco.

Introducción

La higiene de manos es reconocida como la medida más importante para prevenir la transmisión de patógenos, de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2022). Sin embargo, la falta de limpieza continua en los servicios higiénicos públicos favorece la formación de reservorios microbianos derivados de secreciones y heces (Yaguancela & Toapanta, 2023).

Los dispensadores rellenables de jabón líquido representan un punto crítico de contaminación. Zapka et al. (2011) reportaron que el 25% de estos dispositivos en espacios públicos contenían cargas mayores a 10^6 UFC/mL, identificando microorganismos como *Klebsiella pneumoniae*. De igual manera, *Escherichia coli* y *Pseudomonas aeruginosa* son de especial relevancia sanitaria debido a su resistencia y persistencia en ambientes húmedos (Mueller & Tainter, 2023; Centers for Disease Control and Prevention [CDC], 2025).

En la UAM-Xochimilco, el uso frecuente y compartido de estos dispositivos incrementa el riesgo de contaminación cruzada. Mediante un enfoque cuantitativo experimental y el método de hisopado con siembra en agar McConkey, E.M.B. y cetrimida, se pretende caracterizar la microbiota presente. Esto conduce a la siguiente pregunta de investigación: ¿Qué microorganismos se encuentran presentes en los dispensadores de jabón de los baños de la UAM-Xochimilco?

Objetivo general

Determinar la presencia de *Pseudomonas* spp. y Enterobacterias en los dispensadores de jabón de los baños de la UAM-Xochimilco.

Objetivos particulares

- Aislar y obtener cultivos de bacilos Gram-negativos a partir de las muestras superficiales de los dispensadores de jabón.
- Diferenciar los aislados en grupos de Enterobacterias y *Pseudomonas spp.*
- Identificar a nivel de especie los aislados predominantes, con especial énfasis en *E. coli* y *Pseudomonas aeruginosa*, utilizando pruebas bioquímicas convencionales.

Metodología

Para la selección de muestreo se seleccionaron exclusivamente los sanitarios ubicados en la planta baja, criterio basado en su mayor accesibilidad y el alto tránsito de usuarios. Se incluyeron instalaciones masculinas, femeninas y mixtas para garantizar la representatividad de los distintos tipos de uso. El tamaño muestral se estableció en 10 sanitarios (n=10), ajustado de acuerdo con la disponibilidad de insumos (cajas Petri) y el tiempo operativo.



Figura 1. Plano de baños de la UAM-X

Los puntos de muestreo se identifican en el mapa con un marcador naranja. La distribución por edificio y tipología es la siguiente:

- A, Ba y Bb: baños de hombres y mujeres
- B y M: baños mixtos
- P: baño de hombres
- O: baño de mujeres

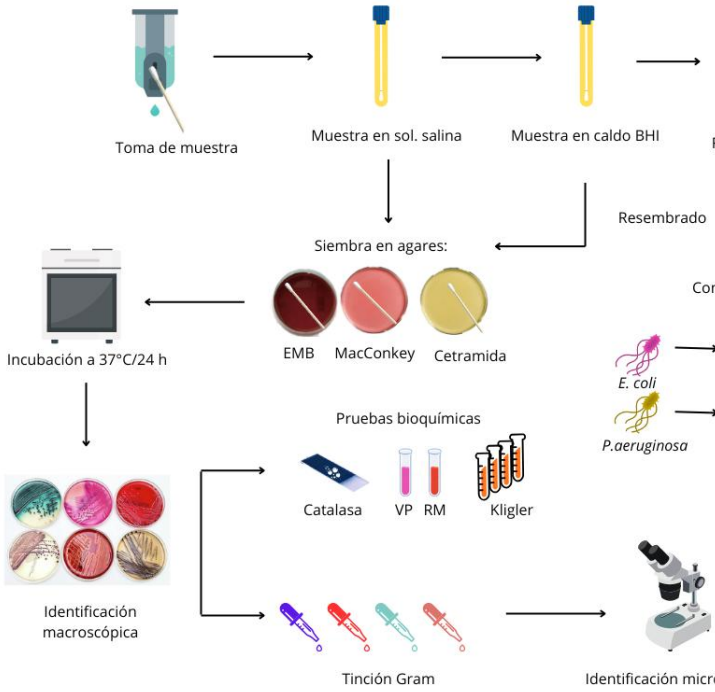


Figura 2. Metodología seguida en el proyecto

Resultados y discusión

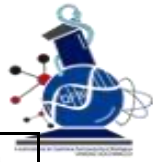
La tabla 1 presenta la interpretación macroscópica y microscópica de los cultivos obtenidos en el proyecto. En el análisis macroscópico se describen las características generales de las colonias, incluyendo forma, coloración, borde y elevación. Para la caracterización microscópica, se realizó tinción de Gram con el fin de identificar la morfología bacteriana (cocos o bacilos) y determinar su reacción Gram (+ o –).

Tabla 1. Interpretación macroscópica y microscópica de los cultivos obtenidos de los botones de los dispensadores de jabón.

Edificio	Género	Agar	Descripción	Gram
A	H	EMB	Puntiforme, Pequeña, Circular Entera, Moradas, Verdes brillantes, Lisa, Plana	Bacilos -
		McC	Puntiforme, Pequeñas, Circulares, Enteras, Blancas, Lisa, Plana	Bacilos -
		C	Pequeñas, Puntiformes, Circulares, Enteras, Blancas Lisas, Planas	Bacilos -
	M	EMB	Puntiforme, Pequeña, Incolora	Cocos +







		McC	S/C	S/C
		C	Irregular, Lobulado, Opaca, Blanca, Lisa, Elevada	Bacilos -
Ba	**H**	**EMB**	S/C	S/C
		McC	Pequeña, Puntiforme, Entera, Circular, Rugosa, Naranja	Bacilos -
		C	Puntiforme, Circular, Entera, Opaca, Lisa, Plana	Bacilos -
	M	**EMB**	Puntiforme, Circular, Entera, Opaca, Morada, Plana	Cocos +
		McC	S/C	S/C
		C	S/C	S/C
Bb	**H**	**EMB**	Puntiforme, Circular, Lisa, Plana	Bacilos -
		McC	Puntiforme, Pequeña, Circular, Entero, Opaca, Lisa, Plana	Bacilos -
		C	S/C	S/C
	M	**EMB**	S/C	S/C
		McC	Puntiforme, Circular, Entera, Sin brillo, Transparente, No pigmentado, Liso, Plana	Cocos +
		C	S/C	S/C
P	**H**	**EMB**	Pequeña, Circular, Entera, Lisa, Morada, Plana, Convexa	Bacilos -
		McC	Pequeñas, Puntiformes, Circular, Entera, Opaca, Naranja, Lisa, Plana	Bacilos -
		C	Pequeñas, Puntiformes, Circular, Entera, Opaca, Lisa, Plana	Bacilos -
O	**M**	**EMB**	Mediana, Circular, Irregular, Ondulado, Opaca, Morada, Lisa, Plana	Bacilos -

		McC	* Puntiforme, Circular, Entera, Transparente, No Pigmentada, Lisa, Plana	Bacilos -
		C	S/C	S/C
B	**Mx**	**EMB**	Mediana, Circular, Entera, Opaca, Blanca, Lisa, Convexa	Bacilos -
		McC	Puntiforme, Pequeña, Circular, Entero, Rojo, Liso, Convexo	Bacilos -
		C	Mediana, Circular, Entero, Opaco, Sin brillo, Lisa Convexa	Bacilos -
M	**Mx**	**EMB**	Grande, Fusiforme, Entero, Translucido, Naranja, Lisa, Elevada, Mucoide	Bacilos -
		McC	Puntiforme, Circular, Entero, Transparente, Amarillo, Rojo, Lisa, Convexa	Bacilos -
		C	Mediana, Circular, Entero, Opaca, Sin brillo, Blanca, Lisa, Convexa	Bacilos -

En la columna correspondiente al género del baño muestreado, se emplearon las abreviaciones H para hombres, M para mujeres y Mx para baños mixtos. En los casos donde el crecimiento fue mínimo, y las colonias se observaron puntiformes, incoloras o prácticamente transparentes, se marcó con S/C (sin crecimiento) indicando que no fue posible efectuar la morfología y tinción. Respecto a los medios de cultivo, las siglas utilizadas son: EMB para agar eosina–azul de metileno, McC para agar MacConkey y C para agar cetrimida.

Durante el proceso de identificación bioquímica no fue posible completar todas las pruebas programadas. En el caso de la prueba Voges–Proskauer (VP), el reactivo de α-naftol presentó contaminación, lo que impidió obtener resultados válidos o repetir la determinación en condiciones controladas. Adicionalmente, algunos tubos de ensayo sufrieron derrames durante el ciclo de autoclave, ocasionando la pérdida parcial de muestras destinadas a otras pruebas bioquímicas.

Ante estas limitaciones técnicas, se optó por seleccionar únicamente aquellas muestras que presentaron un crecimiento bacteriano más abundante en placa, con el fin de asegurar resultados confiables. Asimismo, se equilibró la representatividad entre edificios y tipos de agar utilizados, permitiendo mantener una distribución uniforme de las muestras analizadas y garantizar la consistencia del proceso de identificación. Los resultados obtenidos de las pruebas bioquímicas se presentan en la tabla 2.



Tabla 2. Resultados de las Pruebas Bioquímicas

	Género	Hombres				Mujeres				Mixto		Agares
	Edificio	A	Ba	Bb	P	A	Ba	Bb	O	B	M	
PRUEBAS	Catalasa	+	+		+					+	+	EMB
		+	+	+	+					+	+	McC
		+	+		+	+				+	+	C
	Kligler (fermentación)	G+, L+	G +		G +					G+	G+	EMB
		G+	G+	L+	G+					G+	G+	McC
		G+	G+		G+	G+				G+, L+	G+	C
	RM	+	+								+	EMB
				-	+						+	McC
		+				-				+		C
	VP	Rechazo de resultados por α-naftol contaminado										

Para interpretar los resultados de la Tabla 2. Resultados de Pruebas Bioquímicas, se utilizó la siguiente simbología: "+" indica una prueba positiva y "–" una negativa. En la fermentación, las letras L y G corresponden a lactosa y glucosa, respectivamente; se reportan con "+" si la fermentación fue positiva

Los resultados obtenidos permiten confirmar que los dispensadores de jabón evaluados funcionan como reservorios microbianos, principalmente de enterobacterias y *Pseudomonas* spp., microorganismos de relevancia sanitaria asociados con contaminación fecal, condiciones de humedad y fallas en la higiene de superficies. La presencia constante de bacilos Gram negativos en la mayoría de los cultivos, junto con el crecimiento en medios selectivos como MacConkey, EMB y cetrimida, refuerza esta interpretación.

Las enterobacterias se detectaron en casi todas las muestras analizadas. Su crecimiento característico indica la presencia de bacterias compatibles con *Escherichia coli, Klebsiella spp.* o *Enterobacter spp.* Estas especies suelen asociarse con contaminación por materia orgánica y prácticas de limpieza



insuficientes en superficies de alto contacto. Su hallazgo en los dispensadores sugiere una posible contaminación cruzada entre usuarios, así como la transferencia directa desde manos o superficies cercanas.

En relación con lo encontrado por Zapka et al. (2011), observamos que los dispensadores rellenables pueden albergar poblaciones bacterianas significativas, asociadas a contaminación fecal o ambiental. Los autores demostraron que el uso de jabón proveniente de dispensadores contaminados puede incrementar la carga bacteriana en las manos de los usuarios, lo que coincide con nuestra detección frecuente de enterobacterias en los distintos baños muestreados.

La detección de *Pseudomonas spp*. en varios dispensadores, particularmente en aquellos donde hubo crecimiento evidente en agar cetrimida, manifiesta la capacidad de este género para persistir en ambientes húmedos y en superficies expuestas a residuos de jabón. La presencia de colonias translúcidas, mucoides o de pigmentación tenue coinciden con el fenotipo típico descrito para *Pseudomonas aeruginosa*.

Del mismo modo, la presencia de *Pseudomonas* spp., observada en varias de nuestras muestras, se alineó con lo reportado por Lucassen et al. (2023), quienes encontraron que ciertos diseños de dispensadores presentan puntos que facilitan la intrusión de agua o contaminantes, favoreciendo la colonización por estas bacterias Gram negativas. Este hallazgo es relevante, dado que estas bacterias presentan una alta tolerancia a desinfectantes y pueden sobrevivir por tiempos prolongados en biofilm, lo que incrementa el riesgo de exposición indirecta. La identificación de cocos Gram positivos en algunas muestras indican contaminación por flora cutánea, lo cual ha sido descrito como común en superficies de contacto frecuente. La coexistencia de bacterias ambientales, flora humana y microorganismos oportunistas en un mismo dispositivo refuerza la importancia de la vigilancia microbiológica en dispensadores de uso compartido. En conjunto, la similitud entre nuestros resultados y los reportados en la literatura sugiere que los dispensadores rellenables representan un riesgo sanitario potencial cuando no se gestionan adecuadamente. Aunque nuestro estudio enfrentó limitaciones metodológicas, los patrones observados fueron consistentes y permitieron clasificar los grupos bacterianos predominantes.

Conclusión

La investigación demostró que los dispensadores de jabón evaluados contenían microorganismos de importancia sanitaria, principalmente enterobacterias y *Pseudomonas spp.*, lo que coincide con lo reportado en estudios previos sobre la contaminación microbiana en sistemas de jabón rellenables. Esta situación resalta la necesidad de mejorar las prácticas de mantenimiento, considerar el uso de dispensadores con recambio sellado y establecer protocolos de vigilancia microbiológica periódica. En conjunto, la evidencia sugiere que la adecuada gestión de estos dispositivos es esencial para reducir el riesgo de transmisión de microorganismos en espacios públicos de alto tránsito.

Agradecimientos



Al Laboratorista Tomás González Hernández del laboratorio G-002, 003 del turno vespertino por su apoyo constante para el desarrollo adecuado en cada una de las etapas experimentales. Valoramos especialmente su paciencia, profesionalismo y la seguridad que nos brindó dentro del laboratorio.

Referencias

- Centers for Disease Control and Prevention. (2025, 12 de junio). *About Pseudomonas aeruginosa*. https://www.cdc.gov/pseudomonas-aeruginosa/about/index.html
- Instituto Nacional de Salud Pública. (2022, 4 de mayo). *La higiene de manos salva vidas*. https://www.insp.mx/avisos/la-higiene-de-manos-salva-vidas
- Lucassen R, van Leuven N, Bockmühl D. A loophole in soap dispensers mediates contamination with Gram-negative bacteria. Microbiologyopen. 2023 Oct;12(5):e1384. doi: 10.1002/mbo3.1384. PMID: 37877653; PMCID: PMC10541457.
- Mueller, M., & Tainter, C. R. (2023, 13 de julio). *Escherichia coli* infection. En *StatPearls*. StatPearls Publishing. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK564298/
- Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. (s.f.). *Mapa*. Recuperado el 26 de noviembre de 2025, de https://www.xoc.uam.mx/mapa/
- Yaguancela, M. A. S., & Toapanta, V. H. G. (2023). Carga microbiana en los servicios higiénicos: Una revisión bibliográfica. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, 4*(2). https://doi.org/10.56712/latam.v4i2.693
- Zapka, C. A., Campbell, E. J., Maxwell, S. L., Gerba, C. P., Dolan, M. J., Arbogast, J. W., & Macinga, D. R. (2011). Bacterial hand contamination and transfer after use of contaminated bulk-soap-refillable dispensers. *Applied and Environmental Microbiology*, *77*(9), 2898–2904. https://doi.org/10.1128/aem.02632-10



Control microbiológico de excipientes para formulaciones no estériles de docencia de la UAM-X

Bohórquez Pinacho Heidy Fernanda, Duarte Puertas Leonardo, Jiménez Cervantes Carlos Abraham Rodríguez Monroy Ricardo.

Profesores: González García Samuel, González Nava Janette Berenice

Autores para correspondencia: sgonzalezg@correo.xoc.uam.mx 2223022975@alumnos.xoc.uam.mx

Módulo: Prevención y control de la propagación microbiana.

Resumen. El objetivo de este estudio fue evaluar la calidad microbiológica de excipientes utilizados en formulaciones no estériles de los laboratorios de docencia de los módulos 8 y 9 de la Licenciatura de QFB de la UAM-X, considerando los criterios de la FEUM adaptando el MGA. 0571: Límites Microbianos. Se analizaron los excipientes [almidón de maíz, goma arábiga, goma xantana, carboximetilcelulosa y lactosa] con recuento total de aerobios mesófilos y recuento total de hongos y levaduras, caracterización morfológica y antifungigrama por el método Kirby-Bauer. Los resultados mostraron en todos los excipientes valores elevados de hongos filamentosos. Se detectó *Staphylococcus* sp coagulasa positiva (+) y se descartó *Candida albicans* con la prueba en tubo germinativo. El ensayo de sensibilidad antifúngica del hongo con fenotipo predominante evidenció resistencia frente a terbinafina, fluconazol y nistatina. Estos hallazgos subrayan la importancia de garantizar la calidad microbiológica en excipientes, incluso en entornos académicos que emulan procesos farmacéuticos.

Palabras clave: Excipientes, hongos filamentosos, antifungigrama, límites microbianos.

Introducción

Un producto farmacéutico contiene principios activos y excipientes, estos últimos permiten la fabricación, adecuada administración del medicamento y favorecen la biodisponibilidad de los fármacos (Arribada et al., 2025). En las sustancias no estériles se exige el control microbiológico para garantizar que se encuentre dentro de los límites y la ausencia de microorganismos objetables (Secretaría de Salud, 2018).

El riesgo de contaminación microbiológica en medicamentos se acentúa desde las materias primas. Dao et al. (2018) identificaron a los excipientes como una fuente importante de contaminación de microorganismos en el producto final. A diferencia de los componentes sintéticos, una gran proporción de los excipientes de uso común son de origen natural (almidones, gomas, azúcares, etc) o animal (lactosa, glicerina, etc), por lo que pueden portar una carga microbiana inherente (Cundell, 2005; Verma et al., 2018). Los lineamientos de la FEUM, aunque

diseñados para la industria farmacéutica, también son relevantes en entornos académicos que replican procesos de manufactura. En los laboratorios de la Licenciatura de QFB de la UAM-X, la formulación farmacéutica se reproduce con fines didácticos, pero la aplicación y validación de los métodos farmacopeicos no ha sido documentada de manera sistemática, lo que refleja una oportunidad para su evaluación.

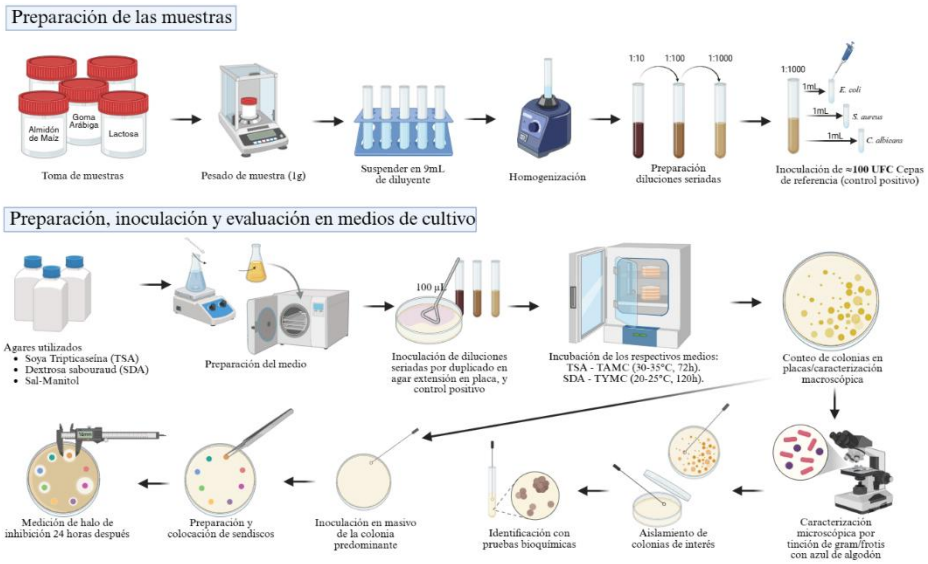
Objetivo general

Evaluar la conformidad microbiológica de excipientes empleados en formulaciones no estériles del laboratorio de docencia de la Licenciatura en QFB de la UAM-X

Objetivos particulares

- Determinar la carga microbiana en los excipientes seleccionados.
- Detectar la presencia de microorganismos objetables.
- Caracterizar la sensibilidad antifúngica de los organismos aislados.

Metodología





Aptitud del método (control positivo)

La recuperación de los microorganismos se observó de manera cualitativa y no por la cuantificación de Unidades Formadoras de Colonias (UFC), por lo que los resultados deben interpretarse únicamente con fines académicos.

Examen del producto (Recuento microbiano)

La evaluación de la calidad microbiológica de los excipientes se realizó mediante recuento por el método de extensión en placa. Se determinaron las cantidades de Organismos mesofílicos aerobios (OMA) y Hongos filamentosos y Levaduras (HL) de cada disolución por duplicado, los resultados se promediaron y se presentan en la tabla 1. Los límites microbianos de excipientes mencionados en la FEUM (Secretaría de salud, 2018) establecen la cantidad máxima por gramo o mililitro en $1x10^3$ OMA, y en $1x10^2$ para HL.

Tabla 1. Carga microbiana.

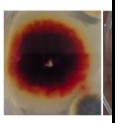
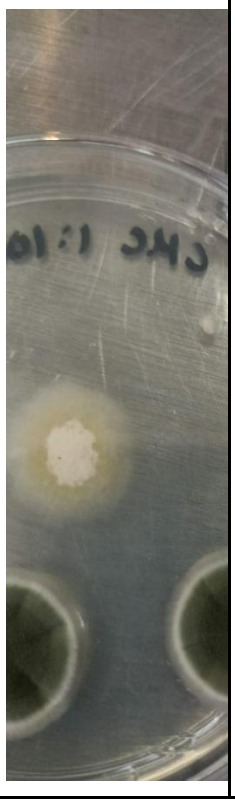
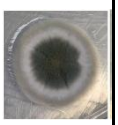
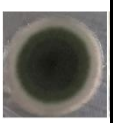
Muestra		UFC/g		Dictamen	Muestra		UFC/g		Dictamen
		OMA	HL				OMA	HL	
AM	1:10	510^1	Incontable	No cumple (HL)	GX	1:10	510^1	**	No cumple (HL)
	1:100	0	210^3			1:100	0	110^3	
	1:1000	0	210^4			1:1000	0	1.510^5	
CMC	1:10	0	**	No cumple (HL)	LC	1:10	0	110^2	No cumple (HL)
	1:100	0	410^3			1:100	0	1.510^3	
	1:1000	0	210^4			1:1000	0	110^4	
GA	1:10	510^1	4.510^2	No cumple (HL)	NA				
	1:100	0	510^2						
	1:1000	0	3.610^5						

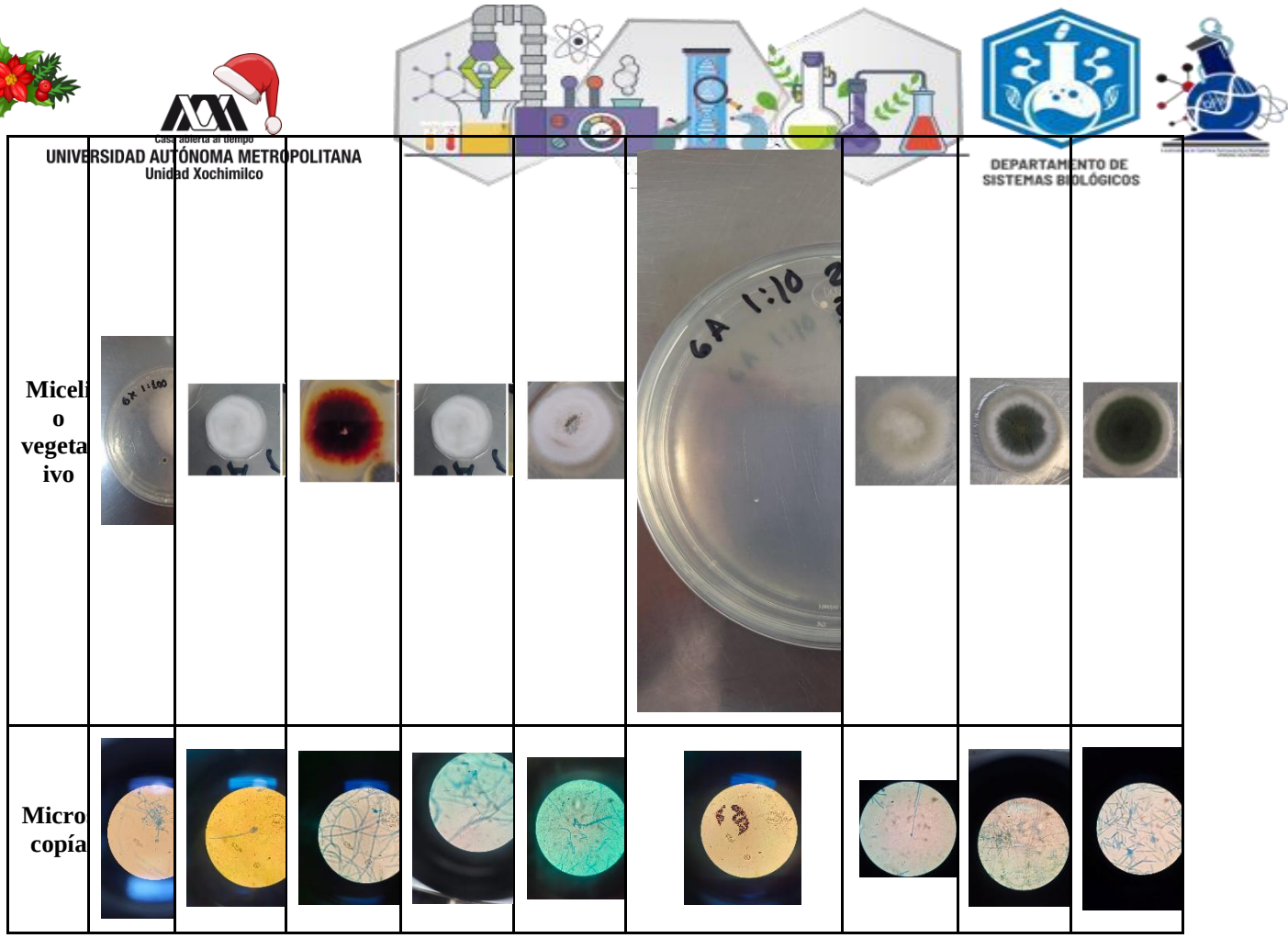
AM: Almidón de Maíz, CMC: Carboximetilcelulosa, GA: Goma arábiga, GX, Goma Xantana, LC: Lactosa, OMA: Organismos Mesófilos Anaerobios, HL: Hongos filamentosos y levaduras. **No se inoculó la disolución.



Se identificaron al menos nueve formas fenotípicas diferentes de los hongos como se observa en la tabla 2, lo cual evidencia una alta diversidad fúngica presente en los excipientes evaluados. Esta variabilidad es consistente con lo reportado en la literatura, donde los excipientes de origen natural o con bajo procesamiento suelen contener mezclas complejas de hongos ambientales, entre ellos mohos comunes contaminantes como *Aspergillus* y *Penicillium,* típicos de materias primas con almacenamiento prolongado o exposición ambiental (Myemba et al., 2022).

Tabla 2. Distinción de Hongos

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Micel o aére									



Microorganismos objetables

Staphylococcus aureus

Para los organismos en forma de cocos gram positivos en los agares TSA, se inoculó una colonia (perteneciente a GX), y se aisló en Agar Sal-Manitol para confirmar la identidad de *S. aureus*. Se seleccionaron colonias sospechosas y se realizó la prueba de coagulasa. Tras la incubación, la lectura reveló la formación de fibras de fibrina suspendidas en el medio líquido sin la formación de un coágulo total. Este hallazgo macroscópico se interpretó como una reacción débilmente positiva (1+), confirmando la presencia de la enzima coagulasa libre y ratificando la identidad del aislamiento como *Staphylococcus aureus* (Sperber & Tatini, 1975).

Candida albicans

Para confirmar la identidad de las colonias levaduriformes recuperadas en Agar Sabouraud, se realizó la prueba de tubo germinativo. La evaluación microscópica posterior reveló la presencia

de blastoconidios ovoides sin la formación de extensiones filamentosas. En consecuencia, el resultado se considera negativo para *Candida albicans*, clasificando al aislamiento preliminarmente como *Candida* sp.

Antifungigrama

Se realizó el ensayo de difusión en disco (método Kirby-Bauer) sobre Agar Mueller-Hinton al hongo con fenotipo predominante. Se utilizaron tres agentes antifúngicos comerciales con distintos mecanismos de acción: Fluconazol (Azol), Nistatina (Polieno) y Terbinafina (Alilamina). La Figura 1 reveló fenotipos de resistencia preocupante destacando una resistencia total tanto a la terbinafina como nistatina, y al comparar el diámetro de 13mm con la literatura, se expone la resistencia del hongo al tratamiento de Fluconazol de igual manera (Emilia et al., 2007).



Figura 1. Antifungigrama en Agar Muller-Hilton

Conclusiones

Se identificó un conteo elevado de levaduras en todos los excipientes, lo que confirma que dichas materias primas exceden el límite establecido para estas sustancias de uso farmacéutico. Se puede sugerir que la carga microbiana proviene predominantemente de hongos ambientales.

Se identificó la presencia de un organismo objetable (*S. aureus*) en Goma Xantana, lo cual es evidencia que la contaminación no proviene únicamente del origen de la materia prima, sino de una intervención humana deficiente. Esto evidencia fallas en las buenas prácticas de manipulación y almacenamiento dentro del laboratorio de docencia, señalando al personal y estudiantes como vectores de contaminación cruzada.

La presencia de estas cepas resistentes en insumos académicos representa un hallazgo crítico que sugiere la persistencia de microorganismos adaptados en el entorno del laboratorio.



Referencias

- Arribada, R. G., Rodrigues-Braz, D., Silva-Cunha, A., & Behar-Cohen, F. (2025). Excipients in drug delivery systems: A comprehensive review of approved inactive ingredients for human ophthalmic formulations. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*, 208(11), 36-47. https://doi.org/10.1016/J.EJPB.2025.114637

- Cundell, A. M. (2005). Managing the microbiological quality of pharmaceutical excipients. PDA Journal of Pharmaceutical Science and Technology, 59(6), 381–395. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16471425

- Dao, H., Lakhani, P., Police, A., Kallakunta, V., Ajjarapu, S. S., Wu, K., Ponkshe, P., Repka, M. A., & Murthy, S. N. (2018). Microbial stability of pharmaceutical and cosmetic products. *AAPS PharmSciTech*, 19(1), 60-78. https://doi.org/10.1208/s12249-017-0875-1

- Emilia Cantón Lacasa, Estrella Martín Mazuelos & Ana Espinel-Ingroff. (2007). Métodos estandarizados por el CLSI para el estudio de la sensibilidad a los antifúngicos (documentos M27-A3, M38-A y M44-A). En J. P. E. M.-M. MC Rubio Calvo (Ed.), *Guía Práctica de Identificación y Diagnóstico en Micología Clínica*. Revista Iberoamericana de Micología.

- Myemba, D. T., Bwire, G. M., & Sangeda, R. Z. (2022). Microbiological quality of selected local and imported non-sterile pharmaceutical products in Dar es Salaam, Tanzania. *Infection and Drug Resistance*, *15*, 2021–2034. https://doi.org/10.2147/IDR.S355331

- Secretaría de Salud. (2018). Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos (12ª ed., Vol. I). Comisión Permanente de la Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos.

- Sperber, W. H., & Tatini, S. R. (1975). Interpretation of the tube coagulase test for identification of staphylococcus aureus. *Applied Microbiology*, *29*(4), 502–505. https://doi.org/10.1128/am.29.4.502-505.1975

- Verma, P., Gupta, S., Kushwah, A., & Saxena, Y. (2018). Remarkable contribution of natural excipients in finished pharmaceutical products (FPPs). *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 52(1), 7–14. https://globalresearchonline.net/journalcontents/v52-1/02.pdf



Folio # 12090

Evaluación del papel de la cafeína y bebida energética en la modulación de la sedación y el deterioro motor por etanol en *Drosophila melanogaster*	
Bautista Ríos Alison Valeria, Contreras Vera Ingrid Emilli, García Gómez Gustavo Mauricio Gurgua Esquinca Dulce Daniela, Orrante Contreras Jorge Alexis **Profesores:** Dra. Fabiola Guzmán Mejia, Dra. Cristina Martínez Nava	
Autores para correspondencia: fguzman@correo.xoc.uam.mx cmartinezn@correo.xoc.uam.mx 2233023439@alumnos.xoc.uam.mx	**Módulo:** Los fármacos como modificadores de las funciones biológicas

Resumen

El consumo combinado de bebidas energéticas (BE) y alcohol se ha vuelto común entre jóvenes y representa un riesgo para la salud pública, ya que la cafeína y otros estimulantes pueden ocultar la sedación causada por el etanol. Esta combinación genera una sensación de "falsa sobriedad" que mantiene afectadas tanto la toma de decisiones como la coordinación motora, aumentando la probabilidad de conductas de riesgo.

El objetivo de este proyecto fue determinar si la cafeína es el principal componente responsable de este efecto enmascarado. Se empleó *Drosophila melanogaster* como modelo biológico, aplicando un protocolo de exposición aguda al etanol y evaluando dos parámetros conductuales: la latencia a la sedación y el rendimiento motor. Las moscas tratadas con cafeína o BE mostraron una sedación retardada sin una recuperación motora significativa. Estos resultados nos indican que la cafeína es el principal compuesto que mitiga los efectos depresores del alcohol, favoreciendo una percepción engañosa de alerta.

Palabras clave: cafeína, etanol, bebidas energéticas, sedación, *Drosophila melanogaster*.

Introducción

El consumo simultáneo de BE y alcohol ha aumentado de manera en los últimos años, especialmente entre adolescentes y adultos jóvenes que buscan prolongar el estado de vigilia, disminuir la sensación de cansancio y reducir la percepción de embriaguez. Las BE suelen contener concentraciones elevadas de cafeína, taurina y azúcares, compuestos con efectos estimulantes sobre el sistema nervioso central. Cuando estos productos se combinan con etanol, pueden modular la percepción subjetiva de sus efectos depresores, generando una sensación engañosa de "falsa sobriedad". Este fenómeno se caracteriza por que el individuo se siente alerta y funcional, aun cuando la coordinación motora, el juicio y el control inhibitorio siguen comprometidos. Diversos estudios han señalado que las BE no reducen la depresión inducida por el alcohol, sino que la enmascaran, incrementando así la probabilidad de conductas impulsivas, accidentes y un consumo mayor. (Sefen, Patil & Cooper, 2022).



La combinación de estas sustancias representa, un riesgo importante para la salud pública, y su estudio requiere modelos experimentales que permitan analizar los mecanismos conductuales. En este contexto, *Drosophila melanogaster* es un organismo modelo ampliamente utilizado en neurofarmacología debido a su sistema nervioso relativamente simple pero altamente conservado, su facilidad de manejo y la reproducibilidad de sus respuestas conductuales. Investigaciones han demostrado que la cafeína retrasa la sedación inducida por etanol en esta especie, un efecto comparable al observado en humanos, lo que la convierte en una herramienta adecuada para estudiar la interacción entre estimulantes y depresores del sistema nervioso.

La presente investigación se centra en evaluar los efectos de una BE comercial sobre dos parámetros conductuales clave tras la exposición aguda al etanol: la latencia a la sedación y el rendimiento motor posterior. En conjunto, estos análisis permiten explorar si la combinación de BE y etanol reproduce en *Drosophila* el fenómeno de falsa sobriedad descrito en humanos, donde la percepción subjetiva de alerta no se acompaña de una restauración real de las capacidades motoras.

Objetivo general

Analizar distintas concentraciones de cafeína y una bebida energética comercial sobre la respuesta a la sedación y la alteración de la coordinación motora inducida por etanol en *Drosophila melanogaster*.

Objetivos particulares

- Evaluar la resistencia a la sedación inducida por etanol (LORR) en moscas pre-tratadas con cafeína o bebida energética, comparadas con el control.
- Analizar la coordinación motora mediante el ensayo de geotaxis negativa en moscas expuestas crónicamente a cafeína o bebida energética bajo una dosis sub-sedante de etanol.
- Integrar los resultados de ambos ensayos para determinar la presencia del fenómeno de “falsa sobriedad” y su relación con las respuestas conductuales.
- Determinar mortalidad post-ensayos.

Metodología

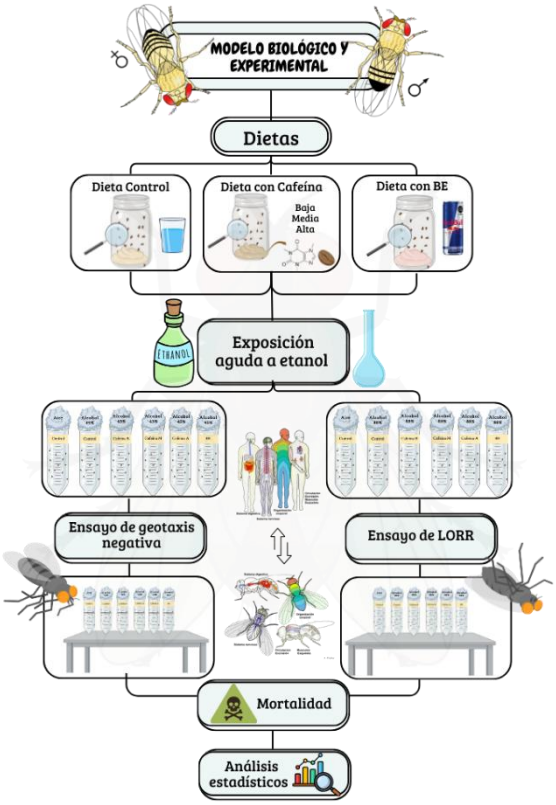


Figura 1. Resumen del diseño experimental: alimentación por siete días con dietas control, con cafeína o con bebida energética; exposición aguda a etanol por evaporación pasiva; evaluación de geotaxis negativa, LORR y mortalidad, seguida de análisis estadístico.



Tabla 1. Concentraciones totales de cafeína de cada grupo de tratamiento en los medios de cultivo

Condición	Cafeína (mg/mL)	Cafeína total (mg) en 100 mL
Control	0.00	0
Cafeína Baja	0.15	15
Cafeína Media	0.35	35
Cafeína Alta	0.50	50
Bebida energética	0.53	53

Resultados y discusión

- **Mortalidad**

La mortalidad aguda post-ensayo se mantuvo por debajo del 20% en todos los grupos, indicando que los efectos conductuales observados no se deben a toxicidad letal. En el ensayo de sedación (LORR) la mortalidad fue ligeramente mayor que en geotaxis, aunque este dato no presentó diferencias significativas. El grupo tratado con BE mostró una mortalidad similar a los grupos con cafeína, sugiriendo que la BE no provoca una toxicidad letal aguda superior a la de sus componentes individuales.

- **Coordinación motora (geotaxis negativa)**

Respecto a la coordinación motora evaluada mediante geotaxis negativa, el grupo control con aire presentó el índice de escalada más alto como referencia de funcionalidad motora normal. Por otro lado, el grupo con etanol redujo significativamente el índice de escalada, confirmando el deterioro motor por la exposición a etanol. En los grupos de tratamiento con BE y cafeína, tanto en hembras como en machos, no mostraron diferencias estadísticamente significativas respecto al control con etanol. La pérdida de coordinación motora persistió en todos los grupos y sexos (**Figura 2**), lo que reafirma que los tratamientos administrados no recuperan la coordinación motora. Se observó además un fenómeno conductual en el que los grupos de BE y cafeína alta en machos mostraron mayor actividad y movimientos erráticos durante la prueba. Se ha descrito que esta respuesta depende del equilibrio entre excitación neuronal e inhibición mediada por GABA, y cuando el sistema inhibitorio se altera por etanol, la locomoción se vuelve descoordinada (Daack et al., 2021). Estudios como el de

Ulenius et al. (2019) muestran que la combinación de cafeína y taurina potencia efectos locomotores del etanol y genera hiperactividad desorganizada, lo cual coincide con las observaciones en machos con BE y cafeína alta.

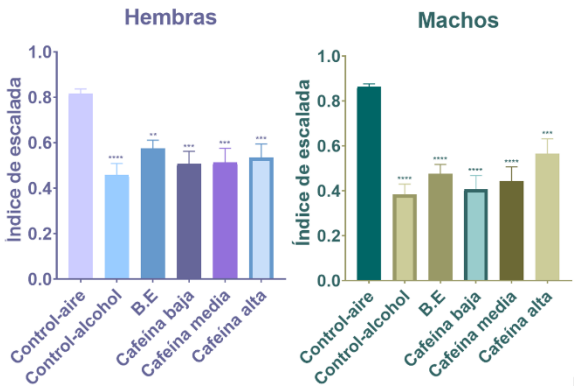


Figura 2. Alteración de la coordinación motora (Geotaxis negativa) en *Drosophila melanogaster*, índice de escalada tras la exposición con aire y la exposición aguda al etanol. Los datos se muestran como la Media ± Error Estándar. ANOVA una vía, prueba post hoc de Tukey, ** p<0.01 vs Control-alcohol, *** p<0.001 vs Control-alcohol, **** p<0.0001 vs Control-alcohol.

- **Resistencia a la sedación (LORR)**

En el ensayo LORR, el grupo de BE mostró una diferencia significativa en el tiempo de sedación comparado con los demás tratamientos (**Figura 3**). Aunque la BE y cafeína alta poseen concentraciones similares de cafeína, los resultados sugieren que la BE presenta una matriz sinérgica que incrementa la resistencia a la sedación más allá de lo que produce por sí sola la cafeína. Estudios como el de Devinei et al. (2011) sugieren que los mecanismos de tolerancia a la sedación y falta de coordinación motora pueden estar regulados por circuitos neuronales distintos. Esto concuerda con lo reportado en nuestra investigación, debido a que la BE podría estar modulando de manera eficiente los circuitos relacionados con la sedación; los cuales son importantes en el estado de alerta, pero que, por otra parte, genera falla en proteger los circuitos encargados de la motricidad ante los efectos tóxicos del etanol.

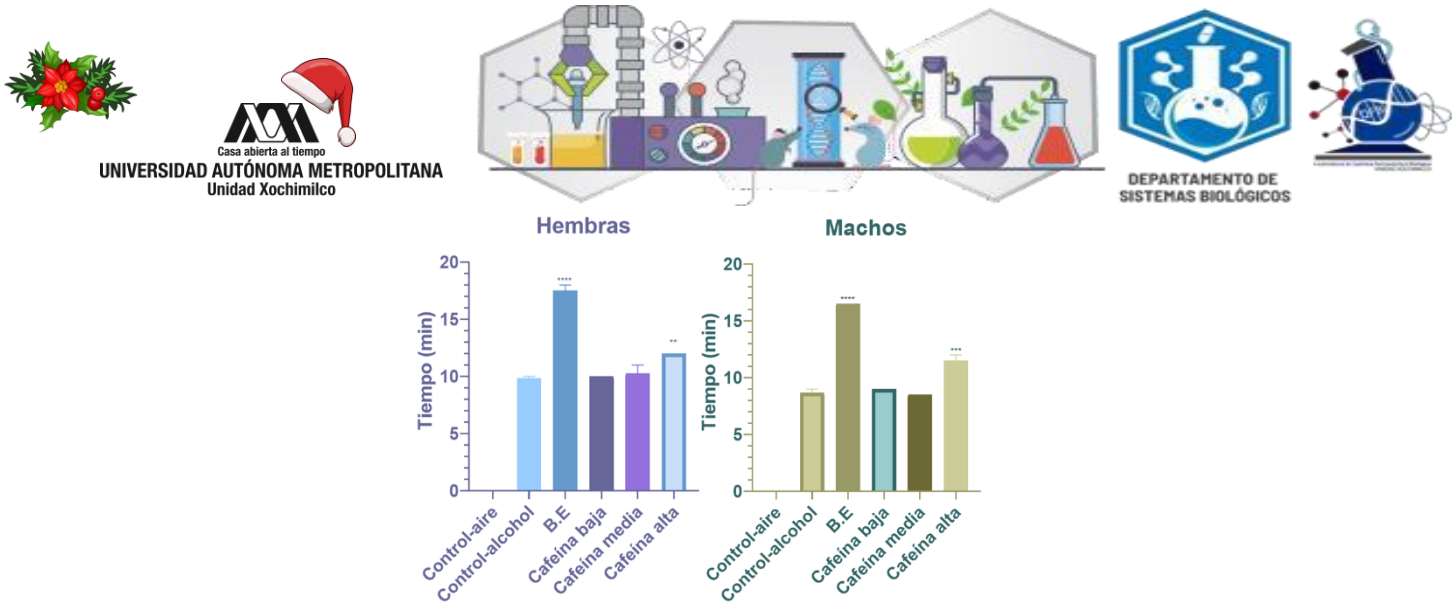


Figura 3. Resistencia de sedación (LORR) en *Drosophila melanogaster*, el tiempo corresponde a el 50% de la población la cual perdió el reflejo de enderezamiento bajo la exposición continua de etanol. El grupo de bebida energética (Red Bull) mostró una resistencia significativamente mayor comparado con el de control y otros tratamientos.

Conclusión

En conjunto, los resultados demuestran que la bebida energética ejerce un efecto más potente que la cafeína al modular la respuesta de *Drosophila melanogaster* frente al etanol, ya que incrementa de forma significativa la resistencia a la sedación, sin embargo, no mejora la pérdida de la coordinación motora. Así, se demuestra que la bebida energética al igual que la cafeína, no revierte los efectos neurológicos del alcohol, sino que los enmascara, produciendo una sensación engañosa de "falsa sobriedad".Los resultados obtenidos denotan una base biológica para demostrar los peligros asociados al consumo combinado de BE y etanol en humanos, debido a que el estado de alerta está muy relacionado con un estado de sobriedad o resistencia a la sedación, lo que puede conllevar a la creencia de tener una completa funcionalidad incrementando la probabilidad de accidentes y conductas de riesgo.

Referencias

- Daack, C. W., Yeh, D., Busch, M., & Kliethermes, C. L. (2021). GABAergic regulation of locomotion before and during an ethanol exposure in Drosophila melanogaster. *Behavioural Brain Research*, *410*, 113369. https://doi.org/10.1016/j.bbr.2021.113369

- Devineni, A. V., McClure, K. D., Guarnieri, D. J., Corl, A. B., Wolf, F. W., Eddison, M., & Heberlein, U. (2012). The genetic relationships between ethanol preference, acute ethanol sensitivity, and ethanol tolerance in Drosophila melanogaster. *Fly*, *5*(3), 191–199. https://doi.org/10.4161/fly.5.3.16987

- Lin, F. J. (2010). Effect of taurine and caffeine on sleep–wake activity in Drosophila melanogaster. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23616711/

- Marczinski, C. A., Fillmore, M. T., Bardgett, M. E., & Howard, M. A. (2011). Energy drinks mixed with alcohol: what are the risks?











- Nutrition Reviews, 69(11), 689–702. https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2011.00404.x

- Sefen, J. A. N., Patil, J. D., & Cooper, H. (2022). The implications of alcohol mixed with energy drinks from medical and socio-legal standpoints. *Frontiers in Behavioral Neuroscience, 16, Article 968889.* https://doi.org/10.3389/fnbeh.2022.968889



La dapsona como fármaco cardioprotector en un modelo de status epiléptico en rata	
Ruiz Díaz Amairani* **Profesores:** Dr. Rios Castañeda Luis Camilo, Villalón Herrera Carlos Miguel, Barón Flores Verónica, Moreno Rocha Luis Alfonso	
Autores para correspondencia crios@correo.xoc.uam.mx 2221801736@alumnos.xoc.uam.mx	Doctorado

Resumen

El estatus epilepticus (SE) es una urgencia neurológica caracterizada por la presencia de crisis convulsivas anormalmente extensas. Durante las crisis convulsivas el sistema nervioso autónomo (SNA) se ve alterado provocando un desbalance simpato-vagal con aumento en la estimulación cardiaca. Actualmente el tratamiento es el diazepam (DZP), sin embargo, no tiene efecto cardioprotector. La dapsona (DDS) es un fármaco que ha demostrado tener efecto cardioprotector en modelos de cardiotoxicidad. Evaluar el efecto cardioprotector del DDS, en un modelo de SE inducido con ácido kaínico (AK) en rata. Se utilizaron ratas Wistar macho de 280 a 350 g divididos en los siguientes grupos: 1) AK + Veh, 2) AK+DDS (25 mg/kg i.p. cada 24 horas por 3 días), 3) AK+DZP (20 mg/kg i.p. dosis única) y 4) AK+DDS/DZP. A las 72h, se obtuvieron los corazones y se realizó, hematoxilina-eosina, tricómico de Masson e inmunihistoquímica (Nrf-2). En el tejido cardiaco de ratas tratadas con AK+Vehículo y AK+DZP se observó infiltrado de células inflamatorias, mientras que en los grupos AK+DDS y AK+DDS/DZP fue de menor proporción, este infiltrado se acompañó de fibras de colágeno. La inmunorreactividad de Nrf-2, fue menos intensa solo en el grupo tratado con la combinación de DDS+DZP. La DDS en combinación con DZP disminuye los infiltrados inflamatorios y el estrés oxidativo. teniendo mejor efecto cardioprotector que la administración por separado posterior al SE.

Palabras clave: Status epiléptico, cardioprotección, dapsona

Introducción

El *status epilepticus* (SE) es una condición médica grave que puede tener consecuencias a largo plazo, incluida la muerte neuronal, lesión neuronal y la alteración de redes neuronales, según el tipo y la duración de las convulsiones" (Fisher et al., 2014). Los pacientes con SE pueden desarrollar un amplio espectro de alteraciones cardiovasculares. Unos de los mecanismos propuestos para el desarrollo de alteraciones cardiovasculares durante las crisis convulsivas es la presencia de desbalance simpato-vagal, en donde, el tono simpático predomina provocando un aumento en la actividad cardiaca, lo que produce cambios estructurales y funcionales (Kalla et

al., 2016). En la actualidad el diazepam es el fármaco más empleado para inhibir SE (Jimenez, 2004; Bassin et al., 2002). Aunque este fármaco tiene la capacidad de inhibir el SE, debe administrarse en dosis elevadas, provocando efectos adversos en el paciente. Se ha demostrado el efecto anti-convulsivo y neuroprotector de la dapsona en un modelo de SE en rata (Ríos, et al., 2019), así como su efecto cardioprotector en un estudio realizado por Sheibani, et al., (2020) utilizando un modelo de toxicidad cardíaca con doxorrubicina en rata, demostraron que la administración de dapsona redujo significativamente el estrés oxidante.

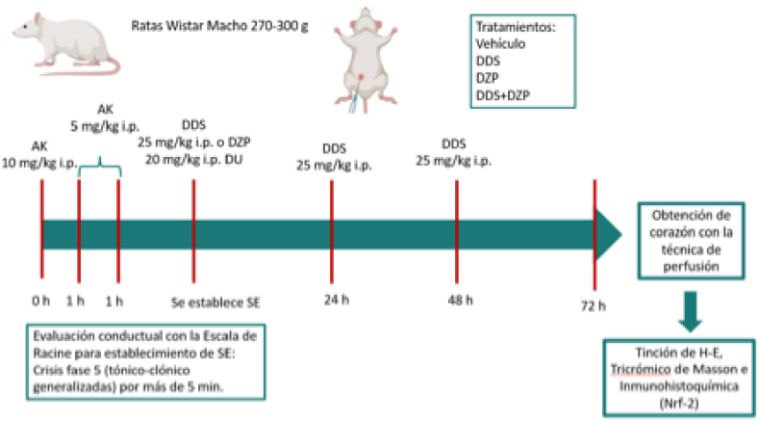
Objetivo general

Evaluar el efecto neuro y cardioprotector de la dapsona, en un modelo de status epilepticus inducido con ácido kaínico en rata.

Objetivos particulares

- Evaluar las alteraciones conductuales inducidas por la administración del ácido kaínico para identificar el tiempo de inicio del status epilépticus utilizando la escala de Racine.
- Evaluar el efecto cardioprotector de la dapsona en cardiomiocitos utilizando técnica histológica con H-E y Tricrómico de Masson
- Evaluar el efecto antioxidante de la dapsona mediante la técnica de inmunohistoquímica de Nrf-2

Materiales y métodos



Resultados

La figura 1 muestra el análisis histopatológico con tinción de Hematoxilina-Eosina de la pared externa del ventrículo en donde se observa la disposición de las fibras del músculo cardíaco La figura 1 A-C muestra la histología normal del músculo cardiaco. En el grupo de ratas administradas con AK+Veh (figura 1 D-F) y AK+DZP (figura 1 J-L), se observa infiltrado de características inflamatorias, las cuales producen pérdida de la integridad de las fibras musculares, mientras que en el grupo con AK+DDS (figura 1 G-I), así como, en el grupo tratado con la combinación DDS/DZP (figura 1 M-O) no se observan estos cambios. Estos infiltrados inflamatorios se encuentran de manera más abundante en el grupo tratado con Vehículo de manera significativa ($p<0.05$) en relación con los demás grupos.

La figura 2 muestra el tejido cardiaco con técnica de Tricrómico de Masson, en la que se observa la estructura normal del corazón, con delgadas fibras de colágeno alrededor de los cardiomiocitos (figura 2 A-C). Mientras que en el grupo tratado con Vehículo (figura 2 D-F) y DZP (figura 2 J-L) se observan estas fibras de colágeno rodeando a los infiltrados inflamatorios presentes en el músculo cardiaco. Estas fibras de colágeno están en menor cantidad en los grupos tratados con DDS (figura 2 G-I) y DD/DZP (figura 2 M-O) teniendo una reducción significativa ($p<0.05$) en comparación con el grupo tratado con vehículo.

Finalmente, al realizar la técnica de inmunohistoquímica para Nrf-2 (Figura 3) hay un aumento en la inmunorreactividad en las ratas que recibieron el vehículo, el DZP y la DDS por separado (Figura 3 A-I), mientras que las ratas que fueron tratadas con la combinación del tratamiento tuvieron una reducción significativa ($p<0.05$) en comparación con los otros grupos (Figura 3 J-L).

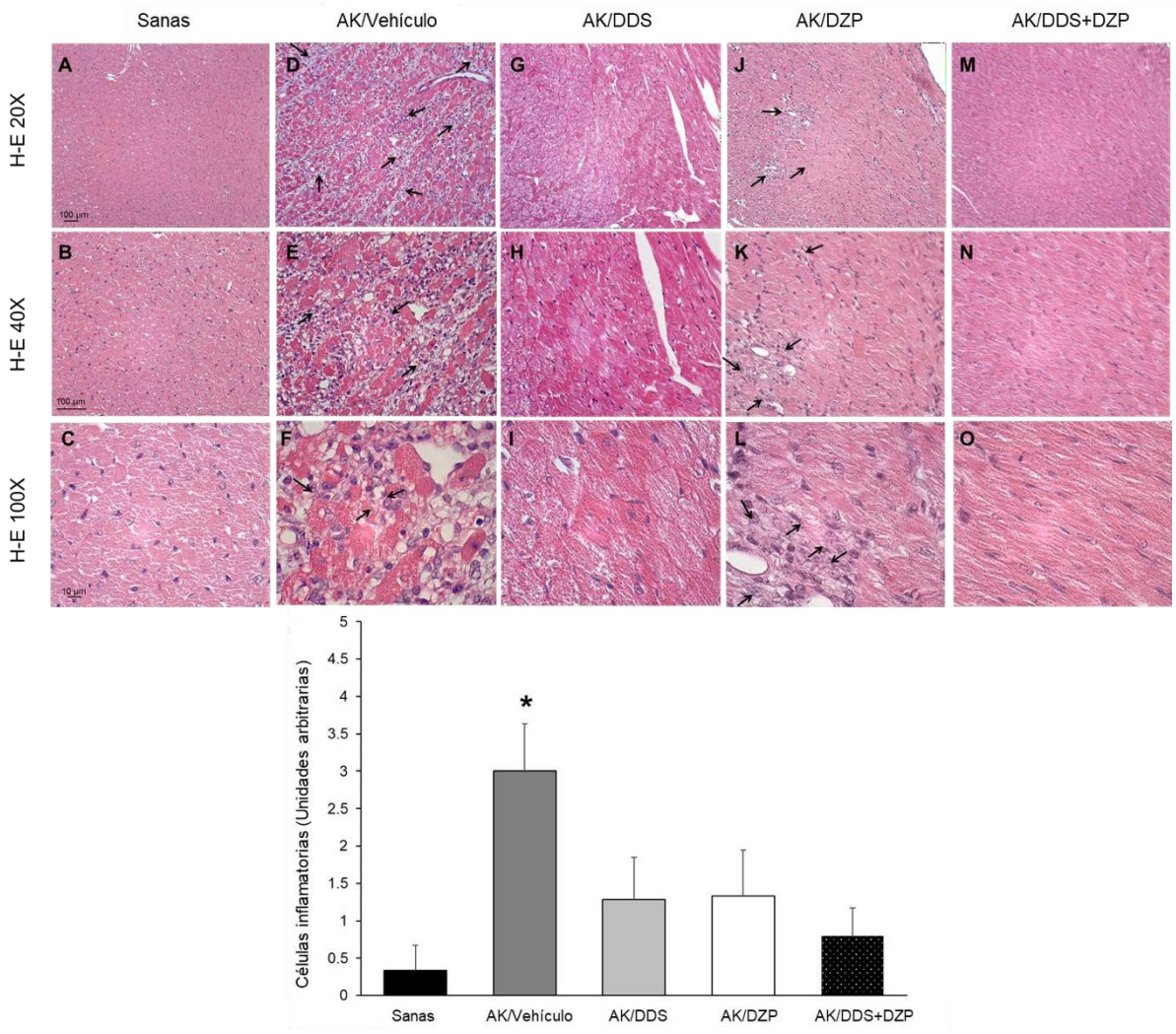
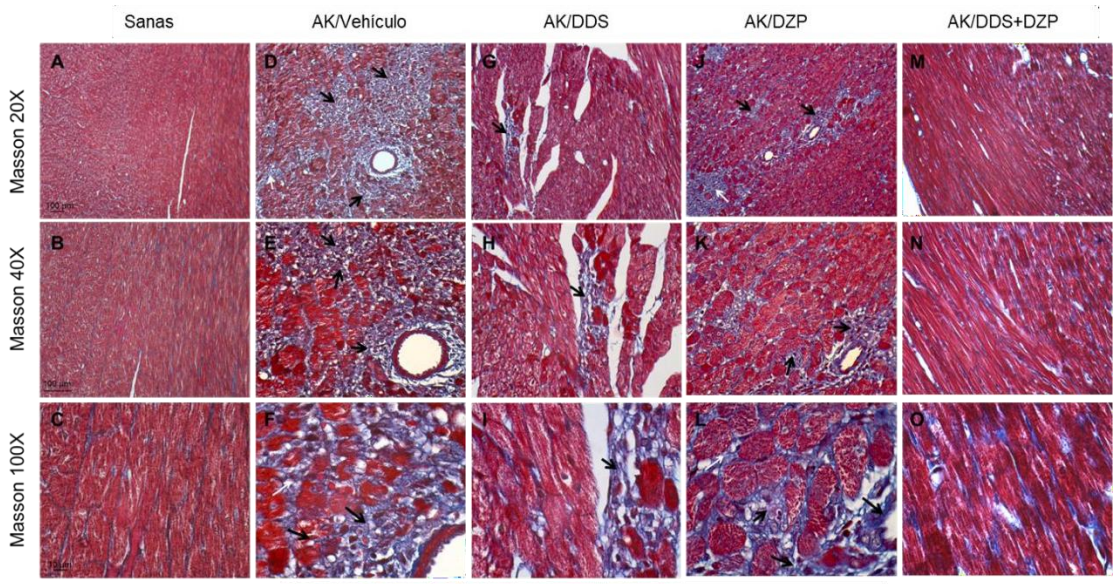


Fig. 2 Fotografías representativas de músculo cardiaco de ratas sanas (A-C), así como en tratadas con AK+Vehículo (D-F), AK+DDS 25 mg/kg (G-I), AK+DZP (J-L) y AK+DDS/DZP (M-O). En el grupo tratado con vehículo y el grupo con DZP observa presencia de infiltrado inflamatorio (↑) con alteración en la arquitectura muscular, estos cambios no se observan en el grupo tratado con DDS Y DDS+DZP, presentando mejor conservación del tejido cardiaco. El panel P muestra las diferencias en la cantidad de células inflamatorias donde se observa una mayor cantidad en las ratas tratadas con vehículo en comparación con los demás grupos Resultados expresados como la media $\pm$EEM. Los resultados fueron analizados mediante ANOVA-una vía seguido de la prueba de Dunnet *p<0.005



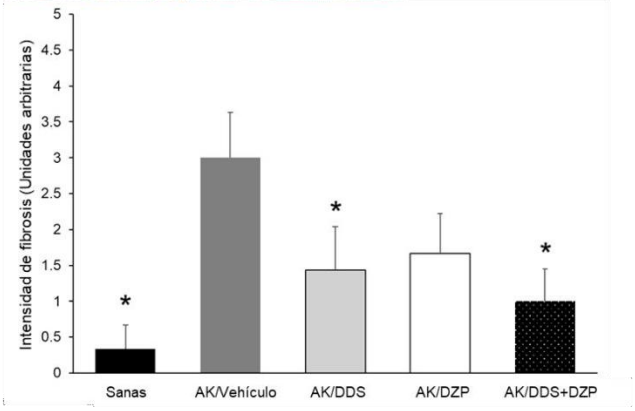


Figura 3. Fotografías representativas con técnica de tricrómico de Masson de músculo cardiaco de ratas sanas (A-C), así como en tratadas con AK+Vehículo (D-F), AK+DDS 25 mg/kg (G-I), AK+DZP (J-L) y AK+DDS/DZP (M-O). En el grupo tratado con vehículo y el grupo con DZP observa presencia fibras de colágeno en color azul (↑) que acompañan el infiltrado inflamatorio, estos cambios se observan en menor cantidad el grupo tratado con DDS Y DDS+DZP. El panel P muestra las diferencias en la cantidad de fibras de colágeno habiendo una disminución significativa en los grupos tratados con DDS solo o en combinación con DZP. Resultados expresados como la media +EEM.

Los resultados fueron analizados mediante ANOVA-una vía seguido de la prueba de Dunnet *p<0.005.

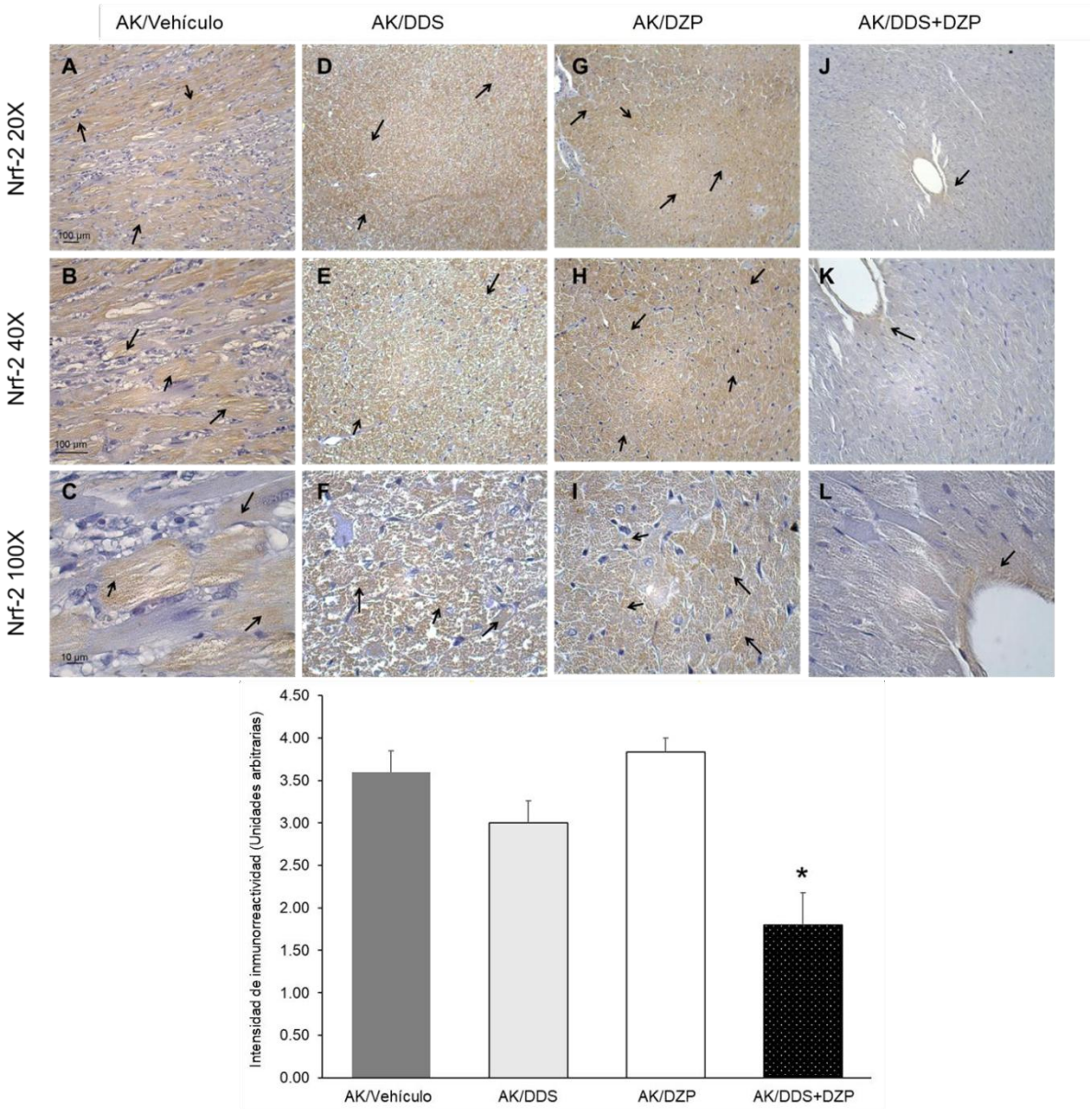


Figura 4. Fotografías representativas con técnica de Inmunohistoquímica para Nrf-2 de músculo cardiaco de ratas. Los grupos AK+Vehículo (A-C), AK+DDS 25 mg/kg (D-F) y AK+DZP (G-I) y AK+DDS/DZP (J-L). En el grupo tratado con vehículo y el grupo con DZP (G-I) se observa intensa inmunorreactividad presente en citoplasma (↑) que, esta inmunorreactividad observa en menor intensidad el grupo tratado con DDS+DZP (J-L). El panel M muestra las diferencias en la



inmunorreactividad habiendo una disminución significativa en el grupo tratado con DDS/DZP en comparación al grupo con vehículo. Resultados expresados como la media +EEM. Los resultados fueron analizados mediante ANOVA-una vía seguido de la prueba de Dunnet *p<0.005.

Conclusión

La administración de ácido kaínico es un modelo de status epilepticus debido a que produce un aumento en la estimulación de receptores glutamatérgicos generando la aparición de crisis convulsivas, las cuales generan alteraciones en el ritmo cardiaco como la presencia de taquicardia sinusal. En este estudio, a nivel histológico se evidenció el daño producido por la administración de AK mediante la presencia infiltrado inflamatorio y fibrosis, lo cual podría tener repercusiones a nivel funcional, el tratamiento con dapsona sola y en combinación con diazepam parece tener efecto cardio protector al reducir el infiltrado inflamatorio y conservando de mejor manera la morfología de las fibras musculares cardiacas, lo cual podría evitar la generación de arritmias. Los resultados sugieren que la DDS y el DZP posterior al SE tiene efectos cardioprotectores mediante la disminución de los infiltrados inflamatorios, fibrosis y el estrés oxidante, este efecto cardioprotector en mejor cuando el tratamiento es administrado en combinación que la administración por separado de DZP y DDS.

Referencias

- Bassin S, Smith TL, Bleck TP. Clinical review: status epilepticus. Crit Care. 2002 Apr;6(2):137-42.
- Fisher R.S, Acevedo C., Arzimanoglou A., et al. Definición clínica práctica de la epilepsia; Epilepsia, 2014; 55(4):475-482.
- Jiménez ME. Avances en el manejo de la epilepsia. Revista Neuropsicología Neuropsiquiatría y Neurociencias. 2004, 6, 51-61
- Kalla M, Herring N, Paterson D. Cardiac sympatho-vagal balance and ventricular arrhythmia. Auton Neurosci. 2016 Aug;199:29-37
- Ríos C, Farfán-Briseño AC, Manjarrez-Marmolejo J, Franco-Pérez J, Méndez- Armenta M, Nava-Ruiz C, Caballero-Chacón S, Ruiz-Diaz A, Baron-Flores V, Díaz- Ruiz A. Efficacy of dapsone administered alone or in combination with diazepam to inhibit status epilepticus in rats. Brain Res. 2019 Apr 1;1708:181-187.
- Sheibani M, Nezamoleslami S, Faghir-Ghanesefat H, Emami AH, Dehpour AR. Cardioprotective effects of dapsone against doxorubicin-induced cardiotoxicity in rats. Cancer Chemother Pharmacol. 2020 Mar;85(3):563-571



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Xochimilco



DEPARTAMENTO DE
SISTEMAS BIOLÓGICOS

PREMIACIONES





Modalidad presentación oral

• 1° lugar

Folio:12034

Título del trabajo: Detección y clasificación de errores de medicación en recetas médicas de centro de salud de la ciudad de méxico.

Autores: Martínez Ramírez Carlos Manuel, Miranda Arista Brisa, Ortega Castañeda Martha y Reyes Guzmán Bethzaida Noemí

Profesores: García Casas Mireya e Ibarra Cázares Alma Elena

Módulo: Farmacoepidemiología, atención y servicios farmacéuticos

• 2° lugar

Folio:12065

Título del trabajo: Efecto de la adición de cloruro de sodio (NaCl) sobre el crecimiento microbiano en carne de res cruda almacenada a temperatura ambiente

Autores: Bonet Luna Luis Angel, González Colón Héctor, Nova Bautista Azuleny, Romero Aguirre Valeria

Profesores: Manzo Durán Rubiceli, Vásquez Bonilla José Norberto

Módulo: Prevención y control de la propagación microbiana



• 3° lugar

Folio:11782

Título del trabajo: Evaluación in vitro de la actividad sinérgica de extractos vegetales en la inhibición de *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus epidermidis* contra sus biofilms.

Autores: Campos Cruz Daniela, Domínguez Méndez Keren Jahdai, Vega Huaracha Luis Ángel

Profesores: Esquivel Campos Ana Laura, Pérez Ramos Julia.

Módulo: Prevención y control de la propagación microbiana



Modalidad cartel

• 1° lugar

Folio: 12090

Título del trabajo: Evaluación del papel de la cafeína y bebida energética en la modulación de la sedación y el deterioro motor por etanol en *Drosophila melanogaster*

Autores: Dulce Daniela Gurgua Esquinca, Bautista Rios Alison Valeria, Contreras Vera Ingrid Emili, Garcia Gómez Gustavo Mauricio, Orrante Contreras Jorge Alexis

Profesores: Fabiola Guzmán Mejia y Cristina Martínez Nava

Módulo: Los fármacos como modificadores de las funciones biológicas

• 2° lugar

Folio: 12045

Título del trabajo: Diseño de péptidos terapéuticos dirigidos a la estructura proteica del oncogen E6 del virus de papiloma humano

Autores: Katya Fernanda Carpio Domínguez, Manuel Jonathan Fragoso Vásquez, Humberto Lubriel Mendoza Figueroa.

Módulo: Servicio Social



• 3° lugar

Folio:12006

Título del trabajo: Identificación de *S. aureus* y *S. salivarius* en muestras de saliva de estudiantes varones de la UAM-X que fuman y que no fuman

Autores: José Orlando Arteaga Díaz, Correro Flores Diego, Lozano Castro Rogelio Iván, Ocampo Horvath Patrik, Pérez Vega Salma Paola

Profesores: Palacios Rodríguez Yadira, Martínez Gopar Pablo Eliasib

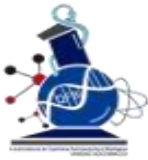
Módulo: Prevención y Control de la Propagación Microbiana.



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Xochimilco



DEPARTAMENTO DE SISTEMAS BIOLÓGICOS



Modalidad infografía:

• 1° lugar

Folio:111

Título del trabajo: ¿Como funcionan los bloqueadores solares?

Autores: Bahena López Hannia Nicole, Carteño Vargas Michelle Alessandro, García Medina Dafnne.

Profesores: Martha Leyte Lugo y Juan Francisco Cortes Benitez

• 2° lugar

Folio: 106

Título del trabajo: Hongos psilocibios

Autores: Guillen Gordillo Ximena Yamile y Hernández Méndex Ixchel Yolotli

Profesores: Juan Francisco Cortez Benitez y Martha Adriana Leyte Lugo

• 3° lugar

Folio: 109

Título del trabajo: Manejo de residuos peligrosos de laboratorio

Autores: Angel Iván Gutiérrez Ramirez, Paola Alejandra González Ramón

Profesores: Martha Adriana Leyte Lugo y Juan Francisco Cortés Benítez

Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Xochimilco

DEPARTAMENTO DE SISTEMAS BIOLÓGICOS

Modalidad concurso de piñatas









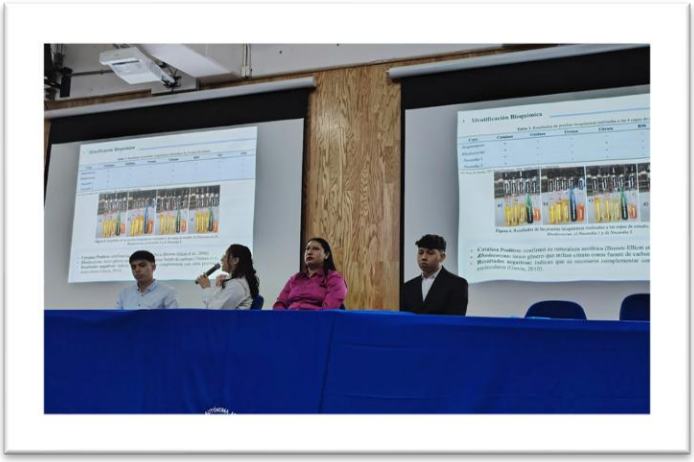
Galeria de imágenes

Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Xochimilco

DEPARTAMENTO DE SISTEMAS BIOLÓGICOS














PYRE
20000




NAPROXENO
Tabletas / 500mg
Vía de Administración: Oral






Salud
Secretaría de Salud
ACOPEA
13.0
MEXICO 2021











Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Xochimilco



DEPARTAMENTO DE SISTEMAS BIOLÓGICOS







