

# GACETA

*digital*  
del Instituto de Química UNAM



Gaceta IQ-UNAM  
Año 10, Número 24

Órgano informativo del Instituto de Química de la UNAM

Enero-junio de 2025

## ¿POR QUÉ ESTUDIAMOS VENENOS DE ANIMALES?

Fernando Lazcano-Pérez, Adrián Marcelo Franco-Vásquez, Roberto Arreguín Espinosa

## VISITA DEL PROF. PHIL S. BARAN

Marcos Hernández Rodríguez

## INFORME ANUAL DE ACTIVIDADES DEL IQ-UNAM 2024-2025

Braulio V. Rodríguez Molina y Raquel Feregrino Curiel



Dr. Leonardo Lomelí Vanegas  
**Rector**

Dra. Patricia Dolores Dávila Aranda  
**Secretaria General**

Mtro. Hugo Concha Cantú  
**Abogado General**

Mtro. Tomás Humberto Rubio Pérez  
**Secretario Administrativo**

Dra. Diana Tamara Martínez Ruiz  
**Secretaria de Desarrollo Institucional**

Dr. Luis Demetrio Miranda Gutiérrez  
**Director del Instituto de Química**



Año 10, Número 24  
Enero-junio de 2025

**Coordinación Editorial Científica**  
Dr. Braulio V. Rodríguez Molina

**Coordinación Editorial de Diseño**  
M. en C. Ed. Hortensia Segura Silva

**Coordinación de Redacción**  
Lic. Katy Angelica Fonseca Salcedo

### Comité Editorial 2022-2025

Dr. Luis Demetrio Miranda Gutiérrez, Dr. Braulio Rodríguez Molina, M. en C. Ed. Hortensia Segura Silva, Lic. Katy Fonseca Salcedo, M. en C. Marcela Castillo Figa, Dr. Joaquín Barroso Flores, Dr. Roberto Arreguín Espinosa de los Monteros, Dr. José Rivera Chávez, Dr. Alejandro Dorazco González, Dr. Rubén Omar Torres Ochoa, Dra. Ana Luisa Silva Portillo, M. en C. Lizbeth Triana Cruz, Dra. Paula Ximena García Reynaldos, Lic. Raquel Feregrino Curiel, María Fernanda Farrera Pérez, Valeria Hernández Ramírez, Danae García Cabañas, Nicolás Santana Téllez, Abigail Trujillo Sánchez y Joselín Desiré Pagaza Nava.

### Fotografía:

Hortensia Segura Silva, Sebastián Avilés Hernández, Ofelia Salgado López, María Fernanda Farrera Pérez, Valeria Hernández Ramírez, Danae García Cabañas, Nicolás Santana Téllez, Abigail Trujillo Sánchez y DGCS-UNAM.

Publicación realizada por la Secretaría Académica con el apoyo del área de Comunicación y Divulgación y de la Biblioteca.

**GACETA DIGITAL DEL INSTITUTO DE QUÍMICA UNAM, Año 10, No. 24, enero-junio de 2025**, es una publicación semestral editada por la Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Alcaldía Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México; a través del Instituto de Química, Circuito Exterior s/n, Ciudad Universitaria, Col. Copilco, Alcaldía Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México, tel. 55 56 16 25 76, <http://www.iquimica.unam.mx/gacetadigital>, [editorial@iquimica.unam.mx](mailto:editorial@iquimica.unam.mx). Editores responsables: Dr. Braulio V. Rodríguez Molina y Mtra. Hortensia Segura Silva. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2014-110718351600-203, otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsables de la última actualización de este número, Instituto de Química, Dr. Braulio V. Rodríguez Molina y Mtra. Hortensia Segura Silva, Circuito Exterior s/n, Ciudad Universitaria, Col. Copilco, Alcaldía Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México, Tel. 55 56 16 25 76, fecha de la última modificación, 30 de julio de 2025.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Se autoriza la reproducción total o parcial de los textos aquí publicados siempre y cuando se cite la fuente completa y la dirección electrónica de la publicación.



BY NC SA

# GACETA DIGITAL DEL INSTITUTO DE QUÍMICA, UNAM

Publicación semestral

## Contenido

Editorial	5	Informe de la Reunión La Unión Europea y México: Aliados en tiempos de cambio	33
Portadas de Revista	6		
Nuevas Contrataciones	8	Informe Anual de actividades del Instituto de Química 2024-2025	35
Foto Científica	9	Visitas estudiantiles al Instituto de Química: acercando a las nuevas generaciones a la investigación científica	38
La biblioteca como espacio de igualdad de género	10		
¿Por qué estudiamos venenos de animales?	12	Visita del Prof. Phil S. Baran en la Biblioteca del IQ-UNAM	40
Candidiasis: Más allá de la infección, un problema global de mortalidad	18	Del gen al gel, una rápida exploración de las características fisicoquímicas del ADN	41
Celebran un siglo de la revolución cuántica	24	Estudiantes graduados del semestre enero a julio	44
La conservación de los glaciares: Festival del agua	25		
Reconocimiento Sor Juana Inés de la Cruz a la Dra. Ana Luisa Silva Portillo	28	Artículos publicados del semestre	50
4to Congreso Estatal de Ciencia de Materiales del Estado de México Capítulo Estudiantil del Estado de México R1	30		



**Síguenos en:**



@iquimicaunam



RedesIQUNAM



editorial@iquimica.unam.mx

www.iquimica.unam.mx

# Editorial

---

Con esta edición número 24 de la Gaceta Digital del Instituto de Química celebramos más de diez años de su publicación y compartimos una selección de actividades y logros institucionales que marcaron el primer semestre de 2025.

Como en cada número, encontrarán información sobre eventos, avances científicos, reconocimientos a integrantes de nuestra comunidad y la manera en que el Instituto fortalece su vínculo con la sociedad.

Reafirmando nuestro compromiso con la formación de profesionales, el Instituto abre de manera continua sus puertas a estudiantes de instituciones públicas y privadas de todo el país. En el primer semestre de 2025 recibimos grupos de bachillerato y licenciatura en actividades que les acercaron a la investigación de vanguardia que aquí se desarrolla.

El 8 de mayo, durante la presentación de su Informe de Actividades 2024-2025, el Dr. Luis Demetrio Miranda Gutiérrez, Director del IQ-UNAM, destacó la contribución del personal académico en la formación de recursos humanos. En el periodo informado se atendió a más de 400 estudiantes –42 % mujeres y 58 % hombres–; se impartieron 173 cursos de licenciatura y posgrado; y se dirigieron 121 tesis: 59 de licenciatura, 38 de maestría y 24 de doctorado.

Conscientes de la importancia de compartir el conocimiento, en abril se celebró, en el Centro Conjunto de Investigación en Química Sustentable (CCIQS-UAEM-UNAM), la cuarta edición del Congreso Estatal de Ciencia de Materiales del Estado de México. Asimismo, en nuestra sede de Ciudad Universitaria, en marzo, contamos con la visita del Prof. Phil Baran, investigador

del Departamento de Química de Scripps Research, quien impartió la conferencia Simplifying Synthesis with Radical Cross-Coupling. Su participación permitió a estudiantes, académicas y académicos conocer de cerca la obra de uno de los químicos sintéticos más influyentes de su generación.

La comunicación de la Ciencia también se extiende a públicos más amplios. En el Festival del Agua, realizado en las Islas de Ciudad Universitaria, investigadoras e investigadores del Instituto, apoyados por estudiantes, presentaron experimentos que mostraron cómo la Química contribuye a enfrentar los retos hídricos actuales.

En este número celebramos, además, los logros y reconocimientos de nuestra comunidad, como el otorgado a la Dra. Ana Luisa Silva Portillo, quien recibió el Reconocimiento Sor Juana Inés de la Cruz de manos del rector, el Dr. Leonardo Lomelí Vanegas.

Como ya es tradición, incluimos también artículos de divulgación sobre tópicos científicos de gran relevancia. Confiamos en que este número 24 de la Gaceta Digital del Instituto de Química resulte enriquecedor para todas y todos nuestros lectores.

# PORTADA DE REVISTA

## Divergent Malonamides/ $\text{Ti}(\text{NMe}_2)_4$ System for the Synthesis of Mono-, Bis-, and Tris(dimethylamide)-Titanium(IV) Complexes

Colección Especial "EurJIC Talents"

Autores: Mariana Alcántara-Xicotencatl, Emmanuel Hernández-Martínez, Diego Martínez-Otero y Erandi Bernabé-Pablo.

# EurJIC

European Journal of Inorganic Chemistry

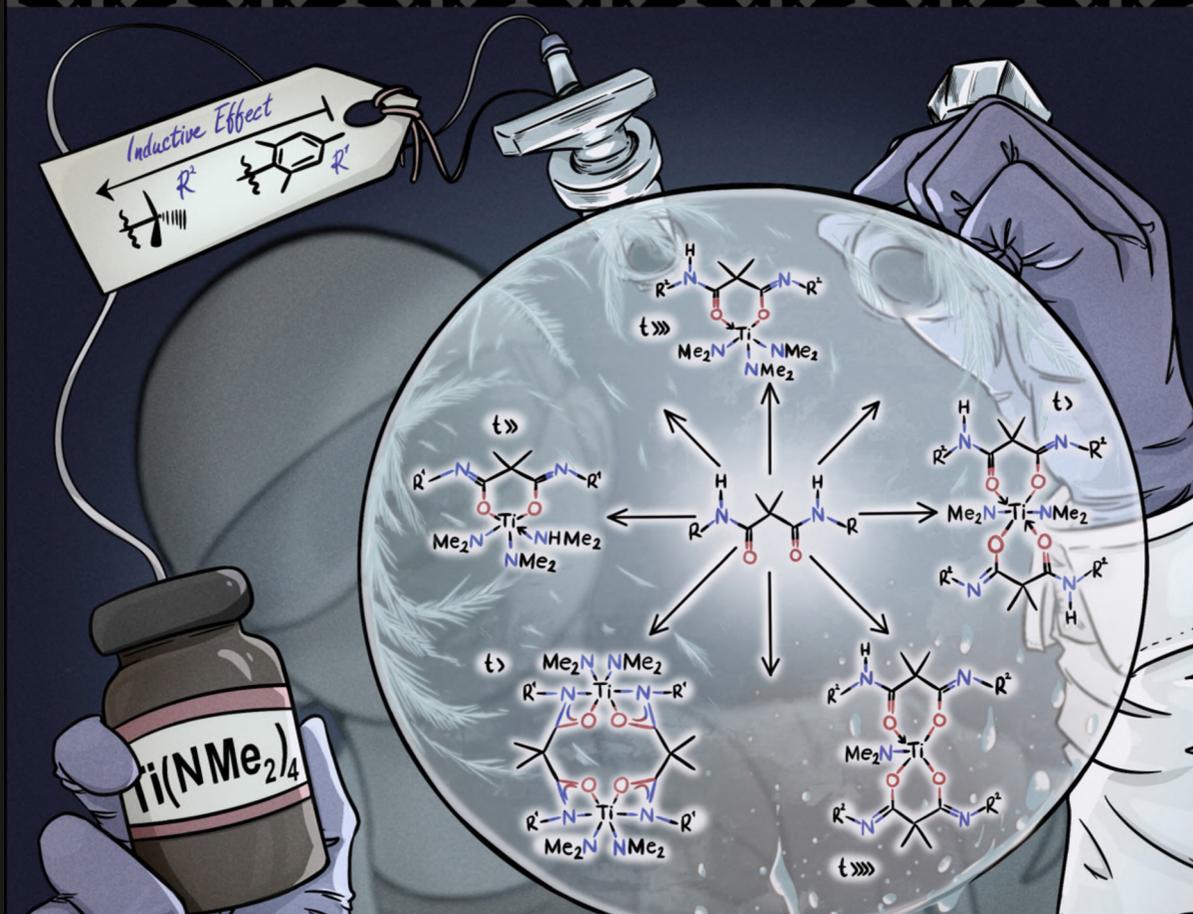
**Chemistry  
Europe**

European Chemical  
Societies Publishing

### Front Cover:

E. Bernabé-Pablo and co-workers

Divergent Malonamides/ $\text{Ti}(\text{NMe}_2)_4$  System for the Synthesis of Mono-, Bis-, and Tris(dimethylamide)-Titanium(IV) Complexes



## PORTADA DE REVISTA

Tetranuclear and dinuclear Cu(II) complexes with risedronate as anti-*Trypanosoma cruzi* and anti-*Leishmania mexicana* agents. Synthesis, crystal structures, and biological evaluation

Autores: Miguel Á. Romero-Solano, Eya Caridad Rodríguez-Pupo, Ignacio Martínez, Berenice Prestegui-Martel, Alberto Martínez-Muñoz, Bertha Espinoza, Diego Martínez-Otero, Víctor López-Guerrero, Alma K. Esteban Covarrubias y Alejandro Dorazco-González.

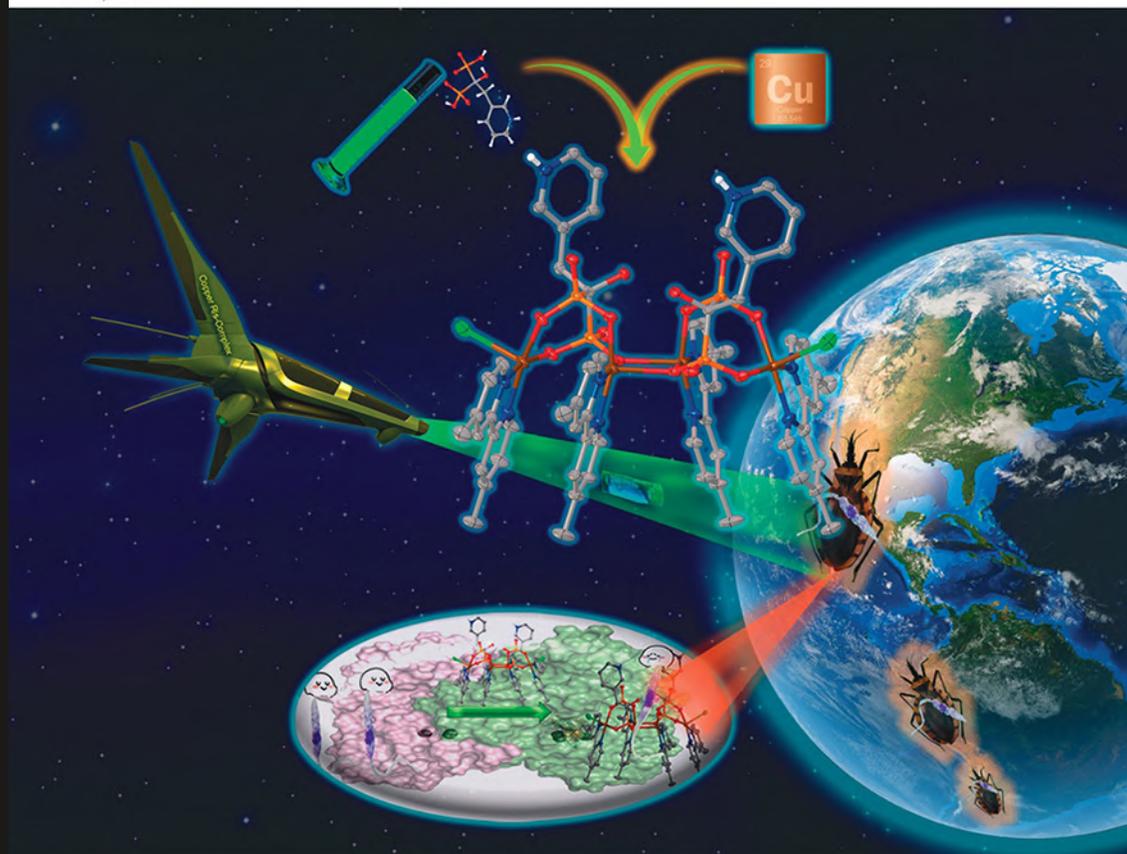
Diseño de portada: Hortensia Segura, Bertha Segura, Miguel Romero, Víctor Guerrero y Alejandro Dorazco.

# Dalton Transactions

An international journal of inorganic chemistry

rsc.li/dalton

Volume 54  
Number 15  
21 April 2025  
Pages 5957-6320



ISSN 1477-9226

PAPER

Alejandro Dorazco-González *et al.*  
Tetranuclear and dinuclear Cu(II) complexes with risedronate  
as anti-*Trypanosoma cruzi* and anti-*Leishmania mexicana*  
agents. Synthesis, crystal structures, and biological  
evaluation

# Nuevas contrataciones



## **Dra. Valeria Itzel Reyes Pérez**

Departamento de Productos Naturales  
Investigadora Asociada C

Fecha de contratación: 1° de diciembre de 2024.

### **Resumen Académico**

La Dra. Valeria Itzel Reyes Pérez es egresada de la licenciatura en Química Farmacéutica Biológica (2016) de la Universidad Autónoma del Estado de México. Realizó sus estudios de Maestría y Doctorado en Ciencias Químicas (2016-2022) en la Facultad de Química, UNAM. En 2023 inició una estancia postdoctoral en el Instituto de Química, becada por la Dirección General de Asuntos del Personal Académico de la UNAM. Desde diciembre de 2024 es Investigadora Asociada C en el Departamento de Productos Naturales del Instituto de Química. Actualmente es Investigadora Nacional Nivel I. A lo largo de su carrera se ha dedicado a la investigación de plantas medicinales para la búsqueda, aislamiento y caracterización de nuevas moléculas con potencial farmacológico como antimicrobianos, antidiabéticos, analgésicos y antiinflamatorios; además de la validación y respaldo del uso tradicional de plantas de la herbolaria mexicana, a partir de estudios químicos, toxicológicos, farmacológicos y de control de calidad.



## **Dr. Manuel Eduardo Rangel Grimaldo**

Departamento de Productos Naturales  
Investigador Asociado C

Fecha de contratación: 1° de enero de 2025.

### **Resumen Académico**

El Dr. Manuel Eduardo Rangel Grimaldo realizó sus estudios de licenciatura en la carrera de Química Farmacéutica Biológica (2013), posteriormente realizó su Maestría (2015) y Doctorado en Ciencias Químicas (2020) en la Facultad de Química de la UNAM. Durante sus estudios de posgrado, su línea de investigación se enfocó en la obtención de metabolitos secundarios de organismos fúngicos y vegetales para el tratamiento de la diabetes. Posteriormente, realizó una estancia postdoctoral en la Universidad de Carolina del Norte en Greensboro, en el grupo de investigación del Dr. Nicholas Oberlies (2021-2024), en el cual se enfocó en la búsqueda de metabolitos secundarios de origen fúngico para el tratamiento del cáncer, en el análisis metabólico del género *Aspergillus* y en el análisis fitoquímico de la especie vegetal *Mitragyna speciosa*. En enero de 2025 se incorporó como Investigador Asociado "C" en el Departamento de Productos Naturales del Instituto de Química de la UNAM.



# Foto Científica



Foto tomada en el Parque Nacional *Los Dinamos*, un Área Natural Protegida con una extensión de 2, 429 hectáreas de bosque.

Durante una salida de campo en *Los Dinamos*, el 28 de agosto de 2023, en plena temporada de lluvias, la Dra. Diana Ceapă buscaba bacterias productoras de antibióticos en la rizosfera de plantas locales. Sin embargo, este hongo (basidiomiceto de la familia *Marasmiaceae*) capturó su atención y no pudo dejar pasar la oportunidad de retratarlo.

**Crédito de la fotografía:** Charly Mondragón Rodríguez.

# La biblioteca como espacio de igualdad de género

Lic. Katy A. Fonseca Salcedo

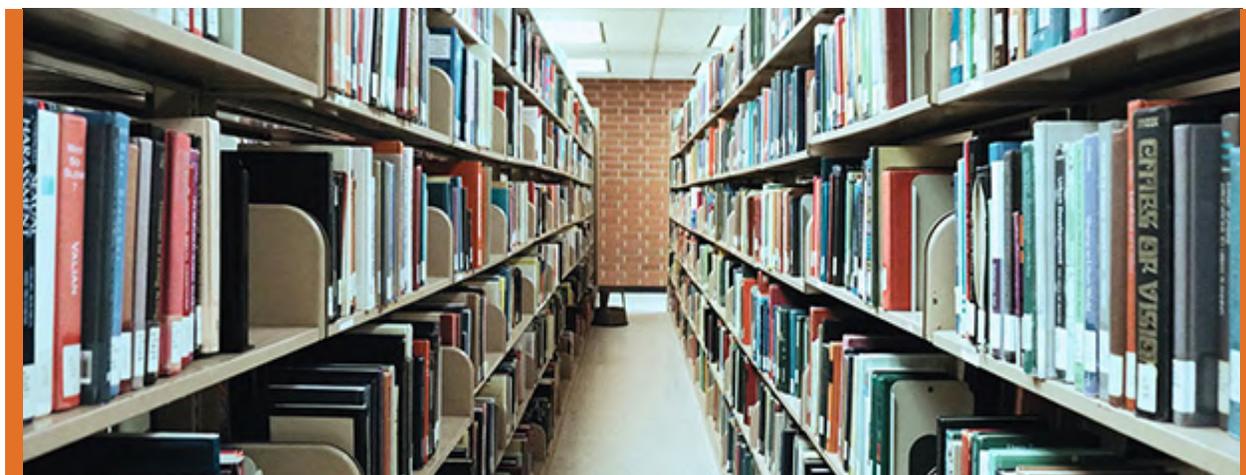
La biblioteca ha evolucionado como un espacio social y educativo crucial, desempeñando un papel fundamental en la promoción de la igualdad de género. En su función como centro de conocimiento, las bibliotecas tienen la capacidad de ofrecer un acceso equitativo a la información, lo que es especialmente importante en comunidades donde las mujeres enfrentan barreras significativas para acceder a la educación y los recursos. Según la UNESCO, al proporcionar un entorno inclusivo, las bibliotecas pueden "promover la equidad de género", asegurando que todas las personas, sin distinción alguna, tengan la oportunidad de aprender y desarrollarse (UNESCO, 2019).

Además de ofrecer libros y recursos digitales, las bibliotecas pueden implementar programas educativos que aborden temas de género de manera directa. Autores como Nancy Fraser argumentan que la equidad de género no solo implica igualdad en términos de recursos, sino

también en la representación y la voz en la esfera pública. Esto puede lograrse a través de talleres, charlas y grupos de discusión acerca del empoderamiento de las mujeres y que fomenten un diálogo abierto sobre la igualdad de género (Fraser, 2003).

Las bibliotecas también sirven como espacios para la reflexión crítica y el debate. Al ofrecer una selección diversa de materiales que incluye literatura feminista, estudios de género y biografías de mujeres influyentes, las bibliotecas pueden desafiar estereotipos y promover una cultura de igualdad. Asimismo, permiten cuestionar las normas de género y de expandir las narrativas disponibles, lo que es esencial para una comprensión más completa y matizada de las experiencias de género (Butler, 1990).

La colaboración con organizaciones locales y grupos comunitarios es otra estrategia clave.



Trabajar en conjunto permite a las bibliotecas desarrollar iniciativas que respondan a las necesidades específicas de su comunidad, amplificando así su impacto en la promoción de la igualdad de género. Esto no solo fortalece el papel de la biblioteca como un centro de recursos, sino que también fomenta un sentido de pertenencia y apoyo entre diferentes grupos.

Las bibliotecas tienen un potencial transformador en la lucha por la igualdad de género. A través de la inclusión, programas educativos, recursos diversos y colaboración comunitaria, pueden jugar un papel crucial en la creación de un futuro más equitativo, es esencial reconocer y abogar por el papel que las bibliotecas pueden desempeñar en la promoción de la equidad, convirtiéndose en espacios que no solo informan, sino que también inspiran y empoderan a todos los miembros de la comunidad.



### Referencias:

Butler, J. (1990). *Gender trouble: Feminism and the subversion of identity*. New York: Routledge.

Fraser, N. (2003). *Social justice in the age of identity politics: Redistribution, recognition, and participation*. En *Theories of social justice* (pp. 7-30). New York: Routledge.

UNESCO. (2019). *The role of libraries in promoting gender equality*. Recuperado de: <https://www.unesco.org>

# ¿Por qué estudiamos venenos de animales?

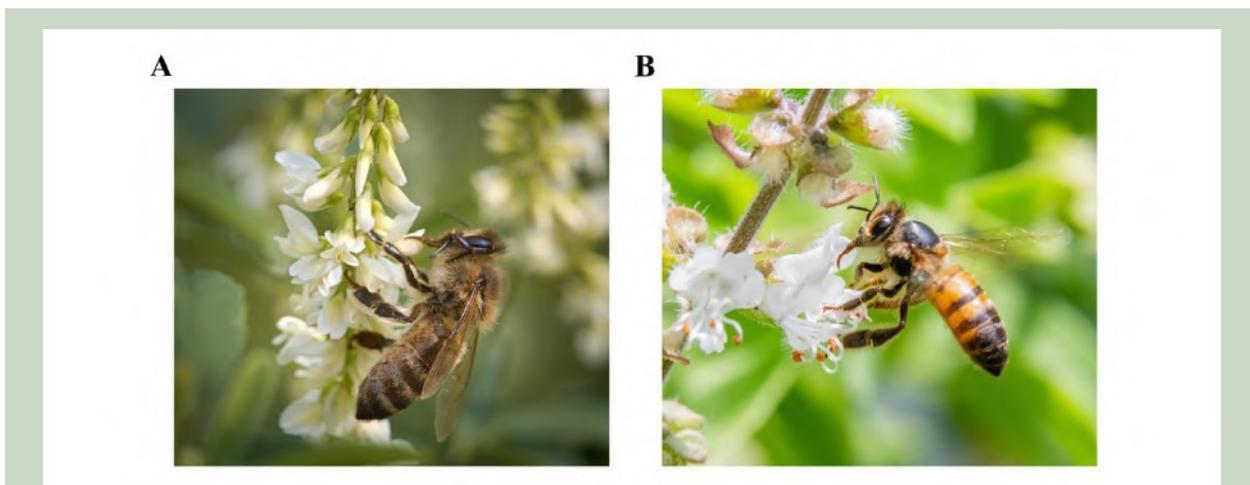


Por: Fernando Lazcano-Pérez, Adrián Marcelo Franco-Vásquez y Roberto Arreguín Espinosa

Un verano de 1996, Ellie Lobel, una mujer activa y en forma, de 27 años, sintió un piquete, pero no le dio importancia. Un tiempo después comenzó a tener fuertes dolores por todo el cuerpo y síntomas de gripe (Wilcox, 2015). Su médico pasaba de un diagnóstico a otro y al cabo de un año, ya casi no podía moverse. Finalmente, después de muchos estudios, lo resolvieron: su cuerpo combatía a *Borrelia burgdorferi*, la espiroqueta causante de la enfermedad de Lyme. No había sido un piquete cualquiera, sino que fue picada por una garrapata del venado. Este artrópodo es el vector de la bacteria que causa esta enfermedad que afecta a miles de personas por año en Estados Unidos, algunos países de Europa y Asia. Si es detectada a tiempo, es curable bajo un régimen con antibióticos, si no, puede llegar al corazón o al sistema nervioso y ser mortal.

Resignada, debido a que su estado ya estaba muy avanzado, Ellie decidió mudarse para morir tranquila y entonces, el destino decidió jugarle

una nueva crueldad: una semana después de mudarse fue atacada por un enjambre de abejas africanizadas. ¡Sí, abejas africanizadas! Aquellas que causaron tanto revuelo y cobraron la vida de varias personas en toda América en los años 80's y 90's. Conocida también como "abeja africana" o "abeja asesina" (Figura 1), es una subespecie de la abeja mielera y es originaria de África (*A. m. scutellata*) que fue importada a Brasil en 1956 y, en 1957, 26 enjambres escaparon y se dispersaron por América Latina hasta llegar a México en 1985, donde atacaron a unas 300 personas y 49 de ellas murieron entre 1986 y 1992 (França et al., 1994). La abeja africana se caracteriza por ser extremadamente agresiva y atacar en enjambre. Si el lector aún no está sorprendido por esta ironía de la vida, muy al estilo jobiano, le contamos: cuando Ellie tenía dos años, fue picada por una abeja mielera, lo que le provocó un severo choque anafiláctico y casi muere. Resulta que ella pertenece a ese pequeño porcentaje de personas que tienen una alergia severa a las abejas. Unas



**Figura 1.** Las abejas son insectos sociales venenosos. Utilizan su veneno para defender a la colonia de depredadores y atacantes. A: Abeja mielera *Apis mellifera* (Foto: Hedera.baltica). B: La abeja africanizada o asesina es un híbrido de la abeja africana *Apis mellifera scutellata* y la abeja mielera europea *A. mellifera*. (Foto: Carlos Eduardo Joos).

horas después del ataque, se revolcaba de un dolor indescriptible y pensó que todo estaba decidido, ese día iba a morir. Pero la fortuna le sonrió, porque tres días después, el dolor desapareció y con él, la enfermedad de Lyme.

Muchos investigadores y médicos piensan que el veneno de las abejas le salvó la vida y existe evidencia experimental de que este veneno tiene propiedades antibióticas contra diversas cepas de *B. burgdorferi* (Socarras et al., 2017). Este veneno se ha utilizado durante cientos de años por varios pueblos, como los egipcios, los chinos y los griegos, para el tratamiento de diversos padecimientos. Galeno, el gran investigador médico del imperio romano, describió el uso de abejas trituradas mezcladas con miel para el tratamiento de la calvicie. En la India existe un viejo proverbio que dice "veneno mata veneno", ya que desde hace algunos milenios se utilizan ciertos venenos de animales con fines médicos. Por ejemplo, el veneno de la cobra de la India, *Naja naja*, mezclado con algunos otros componentes, se utiliza para tratar la peste bubónica, la tuberculosis, la fiebre y la ascitis (acumulación de líquido en la cavidad abdominal). Se sabe que el veneno de ciertas serpientes, aplicado en dosis pequeñas, es un poderoso estimulante (Bhattacharjee y Bhattacharyya, 2014). Actualmente, el veneno de muchas otras serpientes se sigue utilizando en varias partes del mundo para tratar enfermedades como artritis, cáncer, infecciones y hasta depresión. En muchas ciudades grandes de la India, se usa veneno de cobra como droga recreativa, conocida como K-72, y puede costar hasta 500 dólares. Es muy popular entre

los jóvenes que asisten a fiestas "rave" ya que los usuarios dicen que el efecto es similar al de la cocaína, pero sin los efectos adversos, aunque es probable que este efecto se deba a que esté combinada con otras drogas, ya que el veneno de las serpientes se destruye con el ácido y las enzimas del estómago cuando es ingerido vía oral. Sin embargo, también existen adictos a las mordeduras, quienes pagan por recibir pequeñas mordidas de serpientes venenosas como *N. naja*, *Bungarus caeruleus* y *Opheodrys vernalis* (Figura 2) en la lengua para obtener un "viaje" (Aich et al., 2015; Das et al., 2017).

Los animales venenosos son químicos en miniatura. Producen tal diversidad de sustancias que estudiarlas todas implicaría décadas de investigación y cientos de científicos. Esa diversidad y elevado número de toxinas son el resultado de millones de años de evolución de estos animalitos tóxicos en su compleja relación depredador-presa. La mayoría poseen glándulas que producen el veneno y están conectadas con estructuras específicas para inyectar en sus presas, tales como colmillos, quelíceros (el equivalente a colmillos en las arañas), espinas, agujones y los más complicados de todos: los nematocistos en los cnidarios (Figura 3). Los venenos son una mezcla de toxinas que incluyen péptidos neurotóxicos, porinas, fosfolipasas, proteasas, hialuronidasas, quitinasas, inhibidores de colinesterasa y muchas más, cada una, con una función específica, ya sea impedir la transmisión nerviosa como las neurotoxinas paralizantes o romper las membranas celulares para causar un edema, inflamación y



Figura 2. Serpientes de la India cuyos venenos son utilizados como drogas recreativas. A: Cobra de la India *Naja naja* (Foto: Dan Rosenberg); B: Búngaro común *Bungarus caeruleus* (Foto: Birdman Chakrabarty); C: Culebra verde *Opheodrys vernalis* (Foto: Peter Paplanus)

destruir tejidos, todo ello, con la finalidad de atrapar una presa o defenderse y ahuyentar a sus depredadores.

Estudiar los venenos de las especies tóxicas nos ha ayudado a tratar los síntomas y consecuencias de los encuentros desagradables con ellas. Ahora sabemos que si pisamos un pez piedra, aunque es considerado uno de los dolores más fuertes que existen, con solo remojar la pierna en agua muy caliente podemos desnaturalizar la toxina y disminuir los síntomas sin consecuencias graves. Por lo contrario, existen venenos muy poderosos que requieren de su respectivo antiveneno, como los de las temidas cobras, las serpientes de cascabel, las nauyacas, los búngaros, algunos escorpiones o la temida avispa de mar australiana, *Chironex fleckeri*, una cubomedusa cuyo veneno puede matar a una persona en 7 minutos.

No obstante, las ventajas que conlleva el estudio de las toxinas de los animales venenosos han superado las expectativas de los especialistas. Estas toxinas han abierto las puertas al entendimiento de procesos fisiológicos como el funcionamiento de los canales iónicos, los receptores de neurotransmisores, la producción de anticuerpos, la cascada de coagulación sanguínea y muchos más (Franco-Vásquez et al., 2023). Además, han mostrado ser moléculas modelo para el desarrollo de sustancias nuevas que pueden ser utilizadas como analgésicos, antibióticos, antiparasitarios, activadores del sistema inmune, incluso para combatir el sobrepeso o las arrugas y un sinfín más. A continuación, presentamos algunos ejemplos de medicamentos derivados de toxinas de animales que se encuentran disponibles comercialmente o en fase clínica de investigación como posibles agentes terapéuticos:

El primer caso en el mundo de un medicamento derivado del veneno de un animal es el del Captopril®. Este famoso fármaco está indicado para disminuir la presión en personas con hipertensión. La proteína original se aisló a partir del veneno de una de las serpientes más peligrosas de sudamérica, *Bothrops jararaca* (Figura 5), un vipérido con un

potente veneno hemotóxico que causa una severa baja en la presión arterial de la víctima y que si no es atendida a tiempo, puede ser letal. Cuando se descubrió la proteína responsable de esta baja de presión, se pensó que podría utilizarse como un medicamento para combatir la presión alta. De esta forma, los químicos tomaron la porción activa de la proteína y la modificaron químicamente hasta obtener un compuesto con muy baja toxicidad y pasó por todos los estudios clínicos conocidos hasta la obtención de las tabletas que hoy conocemos como Captopril. Otros medicamentos son: el batroxobin (Defibrase®) obtenido de una proteasa de *Bothrops atrox moojeni* (Figura 5) que se utiliza para prevenir la formación de trombos, en el tratamiento de infartos cerebrales y otros problemas trombóticos (Lan et al., 2021); el tirofiban comercializado como Aggrastat® y aislado de *Echis carinatus*, se usa para el tratamiento de angina de pecho e infarto del miocardio sin ondas Q; y el epifibatide que se comercializa como Integrilin®, aislado de *Sistrurus miliarius barbouri*, el cual se emplea junto con ácido acetilsalicílico y heparina para la prevención del infarto al miocardio precoz en adultos con angina inestable.

## Caracoles cono

Es tal la cantidad de péptidos tóxicos en estos organismos (hasta 200 moléculas diferentes por especie), y tan grande y específica la acción sobre sus blancos fisiológicos, que han generado un interés sin precedentes en la investigación farmacológica de venenos. Uno de estos péptidos, aislado de la especie *Conus magus*, logró captar el interés de los primeros investigadores de *Conus* por su potencia y alta especificidad para bloquear los canales neuronales de calcio  $Ca_v^{2+}$  de tipo N, los cuales están implicados en la transmisión del dolor. El bloqueo de estos canales impide la transmisión nerviosa y la nocicepción (sensación de dolor). Los investigadores que trabajaron con este péptido lograron fabricar un péptido sintético, al que llamaron ziconotide, basado en el péptido natural, que bloquea los canales  $Ca_v^{2+}$  tipo N y es 1000 veces más potente que la morfina para disminuir el dolor, con la ventaja extra de que no

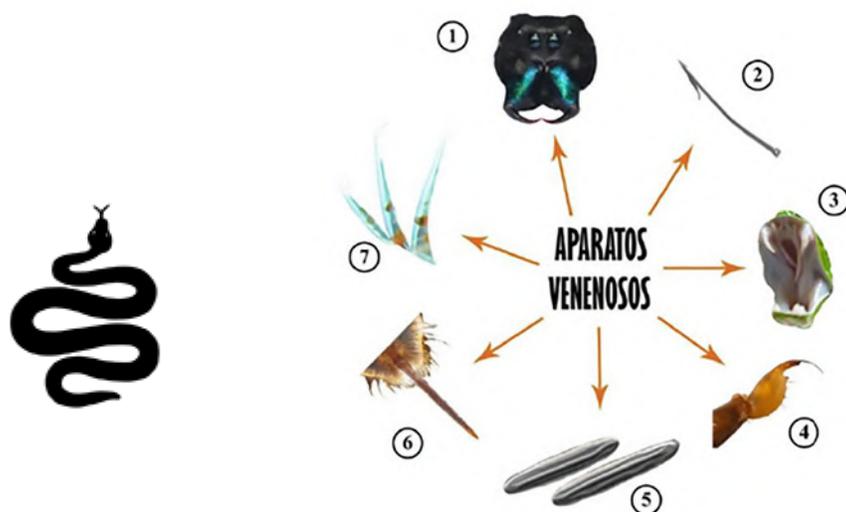


Figura 3. Ejemplos de aparatos venenosos. 1: quelíceros de araña *Phidippus audax* (Foto:Sankax); 2: rádula de *Conus circumcissus* (Foto: Dr. Alexander Fedosov, sin publicar); 3: colmillos de serpiente (Foto: Moody Man); 4: aguijón de escorpión *Centruroides vittatus* (Foto: USGS Bee Inventory and Monitoring Lab); 5: nematocistos de *Exaiptasia diaphana* (Foto: Dr. Ricardo González-Muñoz.); 6: aguijón de abeja (Foto: USGS Bee Inventory and Monitoring Lab); 7: espinas dorsales de pez león *Parapterois heterura* (Foto: Maynard Hogg).

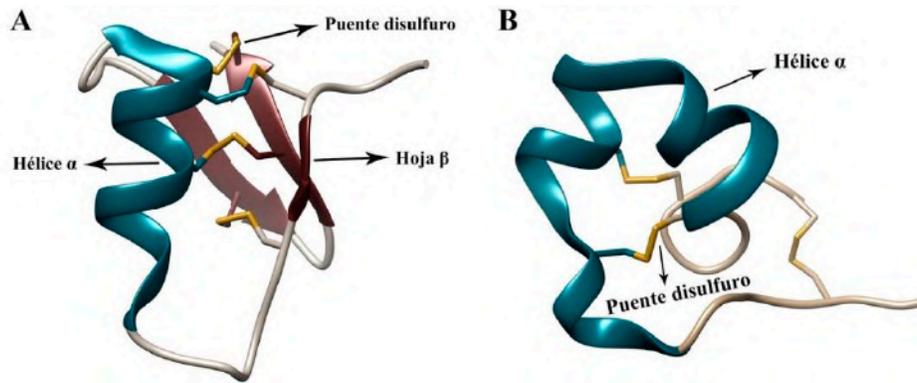
causa adicción. Actualmente se utiliza en pacientes con cáncer, infección por VIH, esclerosis múltiple y neuropatía crónica que sufren dolor intenso y que no es tratable con morfina ni con ningún otro analgésico opiáceo. Se comercializa bajo el nombre de Prialt® y se administra vía intratecal, es decir, se inyecta en el espacio que rodea la médula espinal y se incorpora directamente al líquido cefalorraquídeo, evitando así la barrera hematoencefálica.

### Escorpión palestino

El veneno del escorpión palestino amarillo *Leiurus quinquestriatus hebraeus* (Figura 5), contiene un péptido en su veneno, que se une a un tipo de canales iónicos de cloro, por lo que se le llama clorotoxina (Figura 4). Esta toxina es capaz de cruzar la barrera hematoencefálica y unirse específicamente a tejidos malignos sin unirse al tejido sano. Aún no se sabe a qué molécula específica se une en estos casos, aunque se sospecha de la metaloproteasa-2 de la matriz extracelular en los cánceres invasivos y de la anexina-2, una proteína que se une a los fosfolípidos que se encuentra sobreexpresada en los cánceres humanos (Ojeda et al., 2016). Esto lo sabemos porque se han hecho experimentos en donde se ha marcado a la clorotoxina con el isótopo

radiactivo Yodo-125 ( $^{125}\text{I}$ ) y se ha visto que la toxina se acumula exclusivamente en los sitios donde hay tumores y no en las células sanas. Gracias a esta toxina, se pueden localizar muy bien tumores como melanomas, neuroblastomas, meduloblastomas y carcinomas pulmonares pequeños, por lo que será muy útil en un futuro próximo para focalizar y extirpar o atacar puntualmente estos cánceres.

La lista de especies de cuyos venenos se han aislado moléculas con interés farmacéutico es grande y va en aumento. Algunos otros ejemplos son: El exantide-4, aislado de *Heloderma suspectum*, mejor conocido como monstruo de Gila (Figura 5), un péptido secretado por el cuerpo que estimula la liberación de insulina, a la vez que estimula y protege a las células  $\beta$ -pancreáticas y que desde el año 2005 se utiliza en combinación con la metformina para el tratamiento de la diabetes tipo 2; el bivalirudin (Angiomax®), un oligopéptido anticoagulante aislado de la sanguijuela; y una toxina modificada llamada ShK-186, aislada de la anémona de mar *Stichodactyla helianthus*, que actualmente se encuentra en fase clínica en humanos con el nombre genérico de Dalazatide, para el tratamiento de la esclerosis múltiple y otras enfermedades autoinmunes.



**Figura 4.** Estructuras tridimensionales de toxinas peptídicas con potencial terapéutico. A: clorotoxina de *L. quinquestratus hebraeus*. B: toxina ShK de *S. helianthus*. Las toxinas con actividad sobre canales iónicos generalmente están estabilizadas por la presencia de puentes disulfuro, representados en amarillo (uniones entre los residuos de cisteína en una proteína). Estos puentes les confieren estabilidad térmica y resistencia contra la acción de ciertas proteasas.

Entonces, ¿por qué estudiamos venenos de animales? Porque los venenos de los animales constituyen una biblioteca bioquímica gigante, ya que existen alrededor de 40 millones de toxinas en las aproximadamente 200,000 especies de animales venenosos registrados en el planeta. Aún existen muchas especies venenosas que no conocemos deambulando en las partes inexploradas del planeta. Ya sea una arañita saltadora, una garrapata portadora de bacterias mortíferas, una abeja

trabajadora, un lento caracol lleno de sustancias raras o una serpiente amenazante que otrora fuera objeto de reverencia de nuestros ancestros, todas ellas luchan por sobrevivir en un mundo cambiante. De ellas hemos aprendido mucho y podrían estar en peligro debido a la pérdida de hábitat por acción del ser humano y el calentamiento global. Estudiémoslas y aprendamos a convivir con ellas, algún día, podrían salvarnos la vida.



**Figura 5:** Especies venenosas origen de compuestos químicos actualmente en el mercado o en últimas fases clínicas de investigación. A: *Bothrops jararaca* (Foto: Samuel Gohlke); B: *Bothrops atrox moojeni* (Foto: William Quatman); C: *Echis carinatus* (Foto: Omid Mozaffari); D: *Sistrurus miliarius* (Foto: Eric Centenero Alcalá); E: *Conus magus* (Foto: Kwajalein Underwater); F: Escorpión palestino amarillo *Leirus quinquestratus hebraeus* (Foto: Vlada Trailin); G: Monstruo de Gila *Heloderma suspectum* (Foto: Alex Figueroa); H: Anémona alfombra *Stichodactyla helianthus* (Foto: James St. John); I: Sanguijuela medicinal *Hirudo medicinalis* (Foto: Jakob Fahr).

**Referencias:**

Aich, T., Saha, I., Ram, D., Ranjan, S., & Subedi, S. (2014). A Comparative Study On 136 Opioid Abusers In India and Nepal. *Journal Of Psychiatrists Association Of Nepal*, 2(2), 11-17. <https://doi.org/10.3126/jpan.v2i2.9719>

Bhattacharjee, P., & Bhattacharyya, D. (2014). Therapeutic use of snake venom components: a voyage from ancient to modern India. *Mini-reviews in organic chemistry*, 11(1), 45-54.

Das, S., Barnwal, P., Maiti, T., Ramasamy, A., Mondal, S., & Babu, D. (2017). Addiction to snake venom. *Substance Use & Misuse*, 52(8), 1104-1109. <https://doi.org/10.1080/10826084.2016.1272614>

França, F. O. S., Benvenuti, L. A., Fan, H. W., Santos, D. D., Hain, S. H., Picchi-Martins, F. R., ... & Warrell, D. A. (1994). Severe and fatal mass attacks by 'killer' bees (Africanized honey bees—*Apis mellifera scutellata*) in Brazil: clinicopathological studies with measurement of serum venom concentrations. *QJM: An International Journal of Medicine*, 87(5), 269-282.

Franco-Vásquez, A. M., Lazcano-Pérez, F., & Arreguín-Espinosa, R. (2023). Animales venenosos: una propuesta terapéutica. *Revista de divulgación científica iBIO*, 5(2), HS124-HS124

Lan, D., Song, S., Liu, Y., Jiao, B., & Meng, R. (2021). Use of Batroxobin in Central and Peripheral Ischemic Vascular Diseases: A Systematic Review. *Frontiers In Neurology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fneur.2021.716778>

LiveNOW from FOX, [@livenowfox]. (2017, 07 de junio). "Trend or Truth: Apitherapy". Consultado el 31 de octubre de 2024. Video de: <https://youtu.be/PWk26-vKpS0>

Ojeda, P. G., Wang, C. K., & Craik, D. J. (2016). Chlorotoxin: structure, activity, and potential uses in cancer therapy. *Peptide Science*, 106(1), 25-36. <https://doi.org/10.1002/bip.22748>

Redtox, [@redtoxvenenos]. (2021, 26 de marzo). *Serpientes venenosas en México/ Serie Serpientes Parte 1*. YouTube. Consultado el 31 de octubre de 2024. Video de <https://youtu.be/Q8hoJkgSb90>

Redtox, [@redtoxvenenos]. (2021, 12 de marzo). "¿Son alacranes o escorpiones?/ Alacranes Parte 1". YouTube. Consultado el 31 de octubre de 2024 de <https://youtu.be/pC58kIDZ-s0>

Socarras, K. M., Theophilus, P. A., Torres, J. P., Gupta, K., & Sapi, E. (2017). Antimicrobial activity of bee venom and melittin against *Borrelia burgdorferi*. *Antibiotics*, 6(4), 31. <https://doi.org/10.3390/antibiotics6040031>

Wilcox, C. (2015). *How a bee sting saved my life*. BBC. Disponible en <https://www.bbc.com/future/article/20150327-how-a-bee-sting-saved-my-life>. Fecha de acceso: 30 sep. 2023.

**Créditos iconográficos:**

Western honeybee, *Apis mellifera*. (2021). Tomada por Hedera.baltica. Licencia: CC BY-SA 2.0. [https://www.flickr.com/photos/hedera\\_baltica/](https://www.flickr.com/photos/hedera_baltica/)

Africanized bee, *Apis mellifera scutellata*. (2021). Tomada por Carlos Eduardo Joos. Licencia: CC BY-SA 2.0. <https://www.flickr.com/photos/joos-gallery/>

Indian cobra, *Naja naja* (2015). Tomada por Dan Rosenberg. <https://www.flickr.com/photos/cowyeow/>

Krait Común, *Bungarus caeruleus*. (2022). Tomada por Birdman Chakrabarty. Licencia: CC BY-NC 4.0. <https://www.inaturalist.org/people/birdmanswarna>

Smooth Green Snake, *Opheodrys vernalis*. (2016). Tomada Peter Paplanus. Licencia: CC BY 2.0. <https://www.flickr.com/photos/2ndpeter/>

Bold Jumping Spider, *Phidippus audax*. (2010). Tomada Sankax. Licencia: CC BY-NC 2.0. <https://www.flickr.com/photos/sankax/>

Venom fangs of snake. (2010). Tomada Moody Man. Licencia: CC BY-NC 2.0. <https://www.flickr.com/photos/portishead520/>

The Striped Bark Scorpion, *Centruroides vittatus*. (2016). Tomada por USGS Bee Inventory and Monitoring Lab. Licencia PDM 1.0. <https://www.flickr.com/photos/usgsbiml/>

Ver referencis completas en: <https://iquimica.unam.mx/referencias-articulo-gaceta/>



## Candidiasis: Más allá de la infección, un problema global de mortalidad

Edson E. Maqueda Cabrera<sup>1</sup>, Abel Moreno<sup>2</sup> y Mayra Cuéllar Cruz<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Biología, Universidad de Guanajuato

<sup>2</sup>Instituto de Química, Universidad Nacional Autónoma de México

La candidiasis invasiva es una enfermedad infecciosa ocasionada por especies del género *Candida*, es de especial relevancia, debido a los altos índices de mortalidad de pacientes hospitalizados e inmunocomprometidos. Se ha reportado que aproximadamente 995,000 personas al año que padecen una infección por estos patógenos fallecen lo cual representa un índice de mortalidad del 63.6 %, dentro de las infecciones fúngicas. El desarrollo de candidiasis por el paciente se favorece debido a los métodos inapropiados de identificación disponibles, a la elección inadecuada de un tratamiento efectivo, a la condición del paciente, así como a los mecanismos de resistencia que *Candida* ha desarrollado contra los fármacos utilizados contra esta enfermedad.

### Antecedentes

La microbiota humana es un conjunto de microorganismos que incluye bacterias, virus y hongos que coexisten de manera simbiótica, siendo en el caso de los hongos, *Candida albicans* la especie más prevalente, encontrándose principalmente en el tracto gastrointestinal y genitourinario (Mishra et al., 2021; Nobile et al., 2015; Pérez, 2021a, 2021b; Talapko et al., 2021). Sin embargo, otras especies como *C. parapsilosis* también son comunes en la microbiota intestinal, especialmente en niños, debido a que la colonización por estas especies comienza en los primeros meses de vida y puede variar en cantidad a lo largo del tiempo (Kondori et al.,

2020) parámetros que son relevantes, porque una alteración o desbalance en la composición o distribución de los microorganismos del organismo, conocida como disbiosis, la inmunosupresión y/o el daño causado por cualquier factor externo o interno a la barrera intestinal pueden predisponer a infecciones por *Candida*, originando candidiasis. Esto ocurre porque el sistema inmunológico del organismo puede diferenciar cuando *Candida* simplemente está presente (colonización), tolerando su presencia en pequeñas cantidades y cuando empieza a penetrar los tejidos (invasión) (Gow et al., 2011), reaccionando de manera fuerte para defenderse, puesto que *Candida* posee características o atributos que le permiten causar una infección, y estas propiedades son conocidas como «factores de virulencia», los cuales utiliza como herramientas para dañar o alterar las células y tejidos del organismo e incluso para evadir las defensas (Nobile et al., 2015; Talapko et al., 2021; Zhai et al., 2020).

### Factores de virulencia de la *Candida*

Dentro de los factores de virulencia de *Candida*, se encuentran la capacidad de adherirse a las superficies bióticas y abióticas del hospedero, con la posibilidad de formar biopelículas (Calderone et al., 2001; Hassan et al., 2021). Las biopelículas están formadas por varias capas de células del hongo agrupadas y organizadas, lo cual les confiere protección (Fig. 1). Una vez que la biopelícula se encuentra completamente formada, las células de

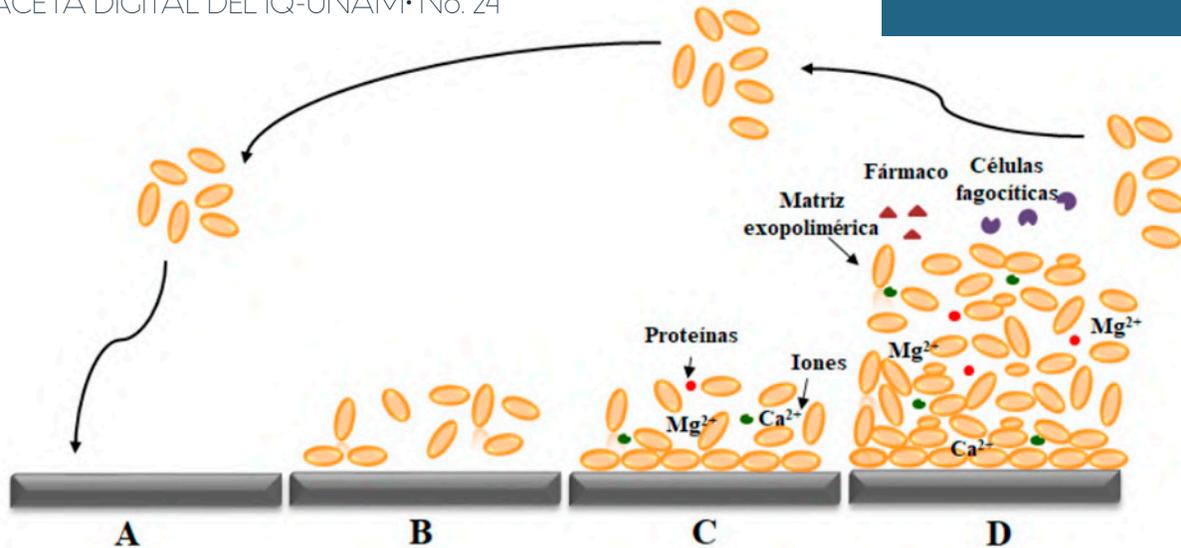


Figura 1. Formación de biopelículas por especies de *Candida*. (A) Adherencia de *Candida* a material inerte implantado en el paciente. (B) *Candida* comienza a proliferar formando una matriz de polisacáridos, carbohidratos, proteínas y componentes desconocidos. (C) El crecimiento continúa, dando lugar a la formación de biopelícula madura, donde *Candida* se protege de células fagocíticas, fármacos y sustancias tóxicas. (D) Finalmente, algunas de las células fúngicas se desprenden y colonizan tejidos u otros dispositivos implantados en el paciente.

la capa externa se desprenden de la biopelícula para adherirse a otros órganos o a dispositivos médicos implantados en el paciente (Fig. 1). De esta manera, la formación de biopelículas dificulta eliminar en el hospedero una infección de este tipo.

Otro factor de virulencia es la secreción de enzimas, como proteasas o fosfolipasas, las cuales permiten degradar componentes de las membranas celulares del organismo, contribuyendo a facilitar la invasión y propagación del hongo a diferentes tejidos y órganos (Calderone et al., 2001; Staniszewska, 2019). En algunas especies, como *C. albicans*, existe una característica especial que les permite cambiar de morfología, pudiendo pasar de ser células redondas y pequeñas (blastoconidias) a alargarse y formar estructuras llamadas hifas. Este cambio de morfología es importante porque ayuda a los hongos a invadir los tejidos del cuerpo de manera más efectiva y, además, pueden evadir las células del sistema inmunológico del hospedero humano, impidiendo así su eliminación (Lim et al., 2012).

Un factor de virulencia que también permite evadir el sistema inmunológico por parte de *Candida* es la producción de toxinas como la candidalislina,

una sustancia que, una vez producida es capaz de dañar las membranas celulares de los macrófagos y neutrófilos generando poros que conducen a la muerte celular, impidiendo eliminar a estos patógenos. Interesantemente, especies como *C. glabrata* y *C. tropicalis* han desarrollado mecanismos para soportar y/o resistir condiciones de estrés (cambios en su entorno), incluidos los efectos de los medicamentos, lo cual plantea un gran desafío, porque hace más difícil combatir las infecciones y reduce las opciones para elegir un tratamiento apropiado. Esto debido a que dependiendo de la localización de *Candida* y la susceptibilidad del individuo estos microorganismos pueden afectar de distintas maneras, pasando desde la manifestación superficial o mucocutánea hasta la forma invasiva, que puede perjudicar a cualquier órgano del cuerpo. Los pacientes inmunosuprimidos, como aquellos con cáncer, VIH, o que reciben tratamientos inmunosupresores, tienen un mayor riesgo de desarrollar candidiasis (Diaz et al., 2019; Seideman et al., 2019). Aunque, también hay que considerar otros factores de riesgo, como la presencia de catéteres venosos centrales, ventilación mecánica y nutrición parenteral, siendo estos de gran relevancia, especialmente en unidades de cuidados intensivos y neonatales

(Benjamin et al., 2010; Sakamoto et al., 2022; Sousa et al., 2022). Asimismo, en años recientes se ha demostrado que la diabetes no controlada también es un factor de riesgo significativo; por otro lado, el uso prolongado de antibióticos de amplio espectro y glucocorticoides puede alterar la microbiota normal del cuerpo, causando una disminución de bacterias benéficas con la consecuente proliferación de especies de *Candida* (Benjamin et al., 2010; Gonçalves et al., 2021), las cuales, como se mencionó anteriormente, debido a los factores de virulencia que posee puede pasar de colonizar a invadir órganos y tejidos.

## Signos y síntomas de candidiasis

La candidiasis presenta una variedad de síntomas que dependen de la localización y gravedad de la infección. Por ejemplo, es característica la presencia de placas blancas en la boca y garganta (Bhattacharya et al., 2020) cuando se trata de candidiasis oral, mientras que cuando se trata de candidiasis vulvovaginal se presenta flujo anormal, picazón y ardor, así como dispareunia (dolor durante las relaciones sexuales) (Johal et al., 2016; Pereira et al., 2021). Por su parte en la candidiasis ocular también conocida como endoftalmitis candidiásica, se puede incluir visión borrosa o lesiones blancas en la retina (Shah et al., 2008). Sin embargo, la invasión de otros órganos no muestra síntomas tan específicos que sugirieran la presencia de *Candida*, siendo ejemplo de esto la meningitis, en la cual se manifiesta dolor de cabeza, malestar general, fiebre y rigidez de nuca (Voice et al., 1994) o la candidiasis diseminada, donde además de la fiebre se presenta dolor abdominal o torácico y mucositis (inflamación de las mucosas del tracto gastrointestinal) (Shkalim-Zemer et al., 2018); síntomas compartidos con otras infecciones, por lo cual es necesario identificar al agente causal con ayuda de pruebas diagnósticas.

## Diagnóstico

El diagnóstico de la candidiasis puede ser complicado, debido a que para obtener un buen resultado es necesaria una buena muestra

y, como se describió previamente, no siempre es fácil seleccionar la muestra a analizar por la misma dificultad en la presunción de *Candida*; sin embargo, existen varias alternativas: una forma es por microscopía directa (Marty et al., 2015), donde el uso de hidróxido de potasio (KOH) al 10% es útil al evaluar exámenes directos y aislamientos con posible presencia de *Candida*, debido a su capacidad para disolver las células epiteliales y otras estructuras como mucosidades, mientras que deja intactas las estructuras fúngicas ya que estas son resistentes a este agente por la pared celular (PC).

También se puede hacer uso de medios de cultivo como el *agar dextrosa Sabouraud* o CHROMagar *Candida*® (Coronado-Castellote et al., 2013), el primero sólo permite aislar hongos los cuales pueden ser evaluados macro y microscópicamente para comenzar la identificación y, posteriormente, se deben utilizar otros métodos para identificar a las especies aisladas. Mientras que el CHROMagar permite la identificación de especies individuales de *Candida*. La base de su funcionamiento radica en el uso de cromógenos, que son compuestos químicos que se incorporan en el medio y que, al ser metabolizados por las levaduras, producen un cambio de color característico debido a las diferencias metabólicas de cada especie. Así se permite una identificación preliminar y rápida sólo con observar la morfología macroscópica de las colonias; no obstante, una limitante es el tiempo, ya que estos microorganismos tardan en crecer entre 24 y 48 horas. Prueba de esto son los hemocultivos, siendo esta la prueba más solicitada ante la sospecha de una candidemia (presencia de *Candida* en la sangre) o candidiasis diseminada. Estos cultivos de sangre tienen una sensibilidad baja, con resultados negativos en aproximadamente el 50% de los casos de candidiasis invasiva comprobados posteriormente por autopsia (Barantsevich et al., 2022; Ellepola et al., 2005; Pfaller, 1992), donde además los resultados tardan ¡de 7 a 31 días!

Estas limitaciones impulsaron la búsqueda de métodos de diagnóstico más rápidos y efectivos, los cuales dieron origen a las pruebas serológicas

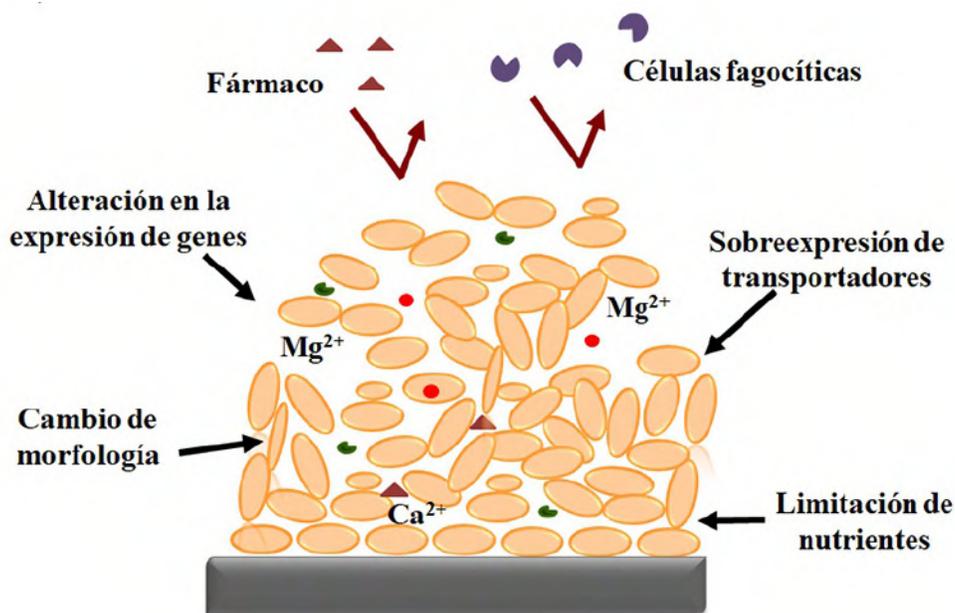


Figura 2. Esquema general de los mecanismos descritos implicados en la resistencia de la biopelícula de especies de *Candida*.

(Barantsevich et al., 2022; Clancy et al., 2013). Entre las que se encuentran la detección de antígenos como manano y  $\beta$ -D-glucano (componentes de la pared de los hongos que no se encuentra en las células animales), debido a que en una infección estas sustancias son liberadas al torrente sanguíneo. Aunque estas pruebas son útiles, especialmente en combinación con otros marcadores como la procalcitonina (una proteína que produce el cuerpo cuando hay una infección), tienen la desventaja de que no identifican a las especies de *Candida*, por lo que solo se tiene evidencia de una infección fúngica.

Actualmente, la PCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa), ha mostrado alta sensibilidad y especificidad para el diagnóstico de candidiasis invasiva, superando a los hemocultivos (Camp et al., 2020; Tomer et al., 2020). Esta es una técnica que se utiliza para amplificar concentraciones mínimas de material genético, el cual es único de cada especie, siendo esta la característica principal de la especificidad de esta técnica. Las únicas limitantes que se atribuyen a esta técnica

es la disponibilidad, y accesibilidad debido a que su uso depende de la infraestructura e insumos, así como de personal capacitado para desarrollar la metodología implicada. En general, en la identificación de *Candida* en las diferentes muestras por esta técnica no es viable, debido a estas limitantes, lo que conlleva el no administrar al paciente un tratamiento efectivo y oportuno contra candidiasis.

### Tratamiento: antifúngicos

La mayoría de antifúngicos disponibles como tratamiento se enfocan en atacar alguna biomolécula presente en la PC y la membrana de los hongos a causa de que, como se mencionó en las pruebas serológicas, estas estructuras no existen o son muy diferentes respectivamente en las células animales (Robbins et al., 2021). La PC de los hongos está formada por polisacáridos (azúcares) como el  $\beta$ -1,3-D-glucano, los mananos, el quitosano y los galactanos, que le dan estructura y soporte. Por otro lado, la membrana plasmática de los hongos, aunque similar a la de los humanos,

tiene un componente único llamado ergosterol, en lugar de colesterol en las células animales (García-Rubio et al., 2020). Debido a estas diferencias en ambos tipos celulares, resulta atractiva para el diseño de fármacos, evitando dañar a las células humanas. Hoy en día, los fármacos utilizados para el tratamiento de los diferentes tipos de candidiasis pertenecen a tres clases principales: polienos, azoles y equinocandinas.

Los polienos, utilizados desde la década de 1950, se unen directamente al ergosterol de la membrana, formando poros que permiten la salida de componentes celulares, provocando su muerte (Lee et al., 2021). Aunque son muy efectivos, presentan el inconveniente de que no se absorben bien por vía oral y pueden tener efectos tóxicos a dosis altas o prolongadas.

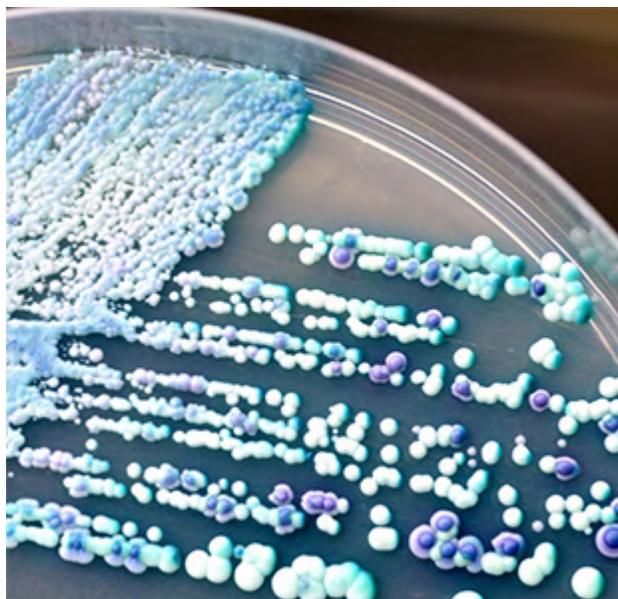
Los azoles funcionan inhibiendo la producción de ergosterol, ya que se unen a la enzima esterol-14- $\alpha$ -desmetilasa, implicada en la ruta de síntesis de esta molécula. De esta manera, sin este componente la membrana de *Candida* se desestabiliza, haciéndola susceptible al daño por agentes externos. Estos fármacos son los más ampliamente utilizados, debido a su administración al paciente, la cual es generalmente por vía oral, aunado a la buena absorción en el cuerpo. Un efecto adverso de estos fármacos es que pueden interactuar con otros fármacos y, al ser fungistáticos pueden contribuir a la resistencia contra los tratamientos (Nocua-Báez et al., 2020; Zhang et al., 2024).

Las equinocandinas bloquean la enzima que sintetiza el  $\beta$ -1,3-D-glucano, que es esencial para la PC de los hongos y al impedir esta síntesis debilitan la estructura del hongo, provocando su destrucción (Letscher-Bru et al., 2003). Estos fármacos tienen una gran efectividad y son bastante seguros; sin embargo, son más costosos y no se absorben bien por vía oral, quedando limitados a administración intravenosa (Azanza Perea, 2016). Además, el tratamiento depende también de la localización de la infección, debido a la biodisponibilidad de los fármacos existentes. De esta manera, para la candidiasis mucocutánea

(oral y vaginal) los tratamientos son tópicos, siendo los más efectivos el clotrimazol, nistatina y miconazol, con tasas de curación completas del 73% al 100% (Chamorro-Petronacci et al., 2019; Taudorf et al., 2019). Por su parte, el fluconazol oral es efectivo para esta afección cuando no hay respuesta a los tratamientos tópicos (Chamorro-Petronacci et al., 2019), así también es una opción sistémica efectiva, comparable a ketoconazol oral y clotrimazol tópico (Taudorf et al., 2019). Para la candidemia y candidiasis invasiva los tratamientos más efectivos incluyen los azoles (como fluconazol) y las equinocandinas (como caspofungina y anidulafungina), así como el polieno anfotericina B, siendo esta última especialmente útil contra especies *no-albicans*, pero como desventaja es más tóxica (Andes et al., 2012; Barantsevich et al., 2022; Rex et al., n.d.).

## Mecanismos de resistencia y perspectivas

Aún cuando se tienen varias opciones terapéuticas contra los distintos tipos de candidiasis, en algunos casos los tratamientos pueden no ser efectivos debido a la resistencia que desarrollan las especies de *Candida* (Fig. 2). Se ha descrito que los microorganismos desarrollan resistencia por mutaciones genéticas, sobreexpresión de transportadores o cambios en la morfología. En el caso de los polienos, *Candida* puede producir esteroides diferentes al ergosterol, los cuales se unen de manera menos eficaz al fármaco, permitiendo su supervivencia. Mientras para los azoles, estos patógenos pueden alterar la forma de la enzima esterol-14- $\alpha$ -desmetilasa, de manera que las moléculas no la reconozcan adecuadamente. Incluso pueden sintetizarla en una concentración mayor, permitiendo que las moléculas no sean suficientes para una inhibición completa; o bien, pueden usar las bombas de eflujo y expulsar a estos compuestos. De manera similar en el caso de las equinocandinas *Candida* puede alterar la forma de la  $\beta$ -1,3-D-glucano sintasa impidiendo el mecanismo del principio activo (Bhattacharya et al., 2020; dos Santos et al., 2023; Georgopapadaku, 1998; Hassan et al., 2021; Lee et al., 2021; Paul et al., 2022; Robbins et al., 2021).



## Conclusiones

Conocer y estudiar las especies de *Candida* es importante, porque no únicamente forman parte de la microbiota normal del cuerpo, de igual modo son capaces de comportarse como patógenos y favorecer una infección que puede complicarse dependiendo de los factores externos e internos a los que el hospedero humano se encuentra expuesto; aunado a la dificultad de identificar a estos patógenos desde el abordaje clínico, el diagnóstico y la elección del tratamiento, así como a la resistencia que han desarrollado ante todos los antifúngicos disponibles para el tratamiento.

## REFERENCIAS:

Andes, D. R., Safdar, N., Baddley, J. W., Playford, G., Reboli, A. C., Rex, J. H., Sobel, J. D., Pappas, P. G., & Kullberg, B. J. (2012). Impact of treatment strategy on outcomes in patients with candidemia and other forms of invasive candidiasis: A patient-level quantitative review of randomized trials. *In Clinical Infectious Diseases* (Vol. 54, Issue 8, pp. 1110-1122). doi: 10.1093/cid/cis021

Azanza Perea, J. R. (2016). Equinocandinas: aspectos aplicados de la farmacología. *Revista Iberoamericana de Micología*, 33(3), 140-144. doi: 10.1016/J.RIAM. 2016.02.004

Barantsevich, N., & Barantsevich, E. (2022). Diagnosis and Treatment of Invasive Candidiasis. *Antibiotics*, 11(6). doi: 10.3390/antibiotics11060718

Benjamin, D. K., Stoll, B. J., Gantz, M. G., Walsh, M. C., Sánchez, P. J., Das, A., Shankaran, S., Higgins, R. D., Auten, K. J., Miller, N. A., Walsh, T. J., Laptook, A. R., Carlo, W. A., Kennedy, K. A., Finer, N. N., Duara, S., Schibler, K., Chapman, R. L., Van Meurs, K. P., ... Goldberg, R. N. (2010). Neonatal candidiasis: Epidemiology, risk factors, and clinical judgment. *Pediatrics*, 126(4). doi: 10.1542/peds.2009-3412

Bhattacharya, S., Sae-Tia, S., & Fries, B. C. (2020). Candidiasis and mechanisms of antifungal resistance. *In Antibiotics* (Vol. 9, Issue 6, pp. 1-19). MDPI AG. doi: 10.3390/antibiotics9060312

Calderone, R. A., & Fonzi, W. A. . Virulence factors of *Candida albicans*. *Trends in Microbiology*, 9(7), 327-335. doi: [https://doi.org/10.1016/S0966-842X\(01\)02094-7](https://doi.org/10.1016/S0966-842X(01)02094-7)

Camp, I., Spettel, K., & Willinger, B. (2020). Molecular methods for the diagnosis of invasive candidiasis. *In Journal of Fungi* (Vol. 6, Issue 3, pp. 1-14). MDPI AG. doi: 10.3390/jof6030101

Ver referencias completas en:  
<https://iquimica.unam.mx/referencias/>

# Celebran un siglo de la revolución cuántica



M. en C. Ed. Hortensia Segura Silva y Sofía Gutiérrez Olivares

La Asamblea General de Naciones Unidas declaró el 2025 como el *Año Internacional de la Ciencia y Tecnología Cuántica*, por lo que la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) se preparó para celebrar un siglo de la revolución cuántica con una serie de actividades académicas y de divulgación. A lo largo del año especialistas de 10 entidades de la UNAM reflexionarán sobre cómo la Física Cuántica ha impactado en la comunicación, medicina, el transporte y el medio ambiente, así como de su futuro en México y el mundo.

Algunos de los objetivos de estos eventos son.

- Incrementar la conciencia pública sobre la importancia y el impacto de la Ciencia Cuántica.

- Divulgar las ideas básicas y las consecuencias tecnológicas de los desarrollos cuánticos.

- Fomentar el desarrollo de vocaciones científicas y tecnológicas relacionadas con la física cuántica.

Las instituciones participantes son: el Instituto de Ciencias Nucleares (ICN), Instituto de Física (IF), Facultad de Ciencias (FC), Instituto de Ciencias Físicas (ICF), Instituto de Química (IQ), Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas (IIMAS) y la Facultad de Ingeniería (FI).

Cabe mencionar que durante el evento inaugural el Dr. Luis Demetrio Miranda Gutiérrez, director del Instituto de Química (IQ), destacó que la Química moderna no se explicaría sin las herramientas de la Mecánica Cuántica.

Además, se llevarán a cabo una serie de encuentros en donde los integrantes de la comunidad científica de la UNAM visitarán algunos espacios públicos para impartir charlas, talleres y demostraciones.



Directores de 10 entidades de la UNAM festejarán que el 2025 fue declarado por la UNESCO *Año Internacional de Ciencia y Tecnología Cuántica* (foto en el auditorio Marcos Moshinsky del ICN-UNAM).

# La conservación de los glaciares

M. en C. Ed. Hortensia Segura Silva, Abigail Trujillo Sánchez  
y Sofía Gutiérrez Olivares



## Introducción: la Conservación de los Glaciares

Como es de saberse, el agua representa nuestra fuente principal para la conservación de la vida diaria y el funcionamiento de otros aspectos, sin embargo; también es evidente que existe una profunda preocupación por científicos e investigadores en torno a este elemento, pues desde hace algunas décadas comenzó la crisis por su escasez debido a múltiples factores ambientales. Los glaciares, por su parte, son uno de los cuerpos principales que dotan al mundo de agua dulce y, que en el caso de algunos países como México, la formación de los bloques de hielo se vuelve compleja como consecuencia directa de estos cambios climáticos a causa de las acciones humanas no reguladas. "No obstante, resulta necesario señalar que, en esencia, esto es consecuencia de las características geomorfológicas y climáticas en las que se han formado estos glaciares, ya que los cuerpos de hielo de montañas de latitudes medias, y más aún los de latitudes bajas, poseen un régimen térmico cercano al punto de fusión, por lo que son considerados como glaciares "cálidos", situación que los vuelve aún más sensibles antes las anomalías climáticas vigentes" (Soto, 2024).

No obstante, como sociedad, es nuestro deber mantenernos informados y dispuestos a llevar a cabo acciones que reduzcan el impacto ambiental y generen beneficios a corto y largo plazo para nuestro planeta, pero sobre todo, en el apoyo a la conservación y preservación de estos agentes fundamentales del agua.

Con el objetivo de reiterar la importancia del agua, así como la Química y la Ciencia ayudan a encontrar soluciones a distintos retos hídricos, se llevaron a cabo varios experimentos a cargo de los investigadores del Instituto de Química, durante el festival del agua realizado en las Islas de Ciudad Universitaria.

## ¡Rompe la molécula del agua!

Para la investigación científica, desde hace algunas décadas, el calentamiento global representa un problema medioambiental al que se debe atender con rigurosidad e inmediatez. La Dra. Elizabeth Gomez Pérez (investigadora en el Departamento de química Inorgánica) presentó el taller "¡Rompe la molécula del agua!", en el cual nos explicó cómo es que la obtención del hidrógeno a partir de las moléculas del agua puede ser una vía alternativa sumamente interesante hacia las energías

El taller-experimento "¡Rompe la molécula!" Con la participación de: la Dra. Elizabeth Gómez Pérez, el Dr. José Miguel Hidalgo Galván y la estudiante Evelyn Betzabeth Angeles Baltazar.



renovables, ya que su proceso de combustión no genera gases de efecto invernadero.

### El agua en el Universo

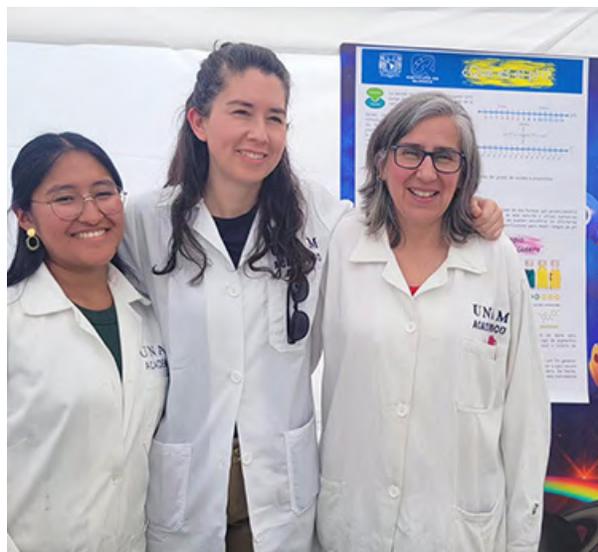
En una unión de la diversión con el aprendizaje científico, la Mtra. Hortensia Segura Silva junto con el Dr. José Miguel Galván Hidalgo llevaron a cabo el juego denominado "Agua en el Universo: una aventura cosmoquímica", donde a partir de un memorama, los jugadores buscaban los planetas y nebulosas en los cuales se ha descubierto la existencia de agua.

### El pH en nuestra vida

El pH es una unidad química que juega un importante papel tanto en nuestra vida cotidiana como en otros miles de procesos de la medicina, la agricultura, la industria alimenticia o el medio ambiente; mide la concentración de iones de hidrógeno ( $H^+$ ); es decir, la acidez o alcalinidad de una sustancia. A pesar de que cada elemento es único en su pH, se suele llegar a asociar la acidez como sinónimo de "malo" y alcalino como lo contrario, lo cual es incorrecto. Lo que sí es correcto pensar es que un pH incorrecto y desbalanceado puede afectar la condición de dicha sustancia y causar otros efectos secundarios. Para demostrarlo, la Dra. Nuria Sánchez Puig y su equipo de estudiantes realizaron experimentos sobre el pH en elementos como el jabón que utilizamos para bañarnos.

### La desaparición del agua y sus implicaciones

En la charla de divulgación: "La desaparición del agua y sus implicaciones" del Dr. Abel Moreno Cárcamo, se realizó un experimento en el que se hace una mezcla de dos líquidos, estos dos líquidos al mezclarse después de cierto tiempo, aparentemente ¡desaparecen! El público debe observar y cuestionarse que pasó, las preguntas que se hacen son: ¿qué pasó con esos dos líquidos? ¿Qué pasaría si el agua en la tierra desapareciera? ¿Qué implicaciones tendría en los seres humanos la desaparición del agua en la faz de la Tierra? La



En el Taller-experimento "El Ph en nuestra vida" lo llevaron a cabo: la Dra. Nuria Sánchez Puig, Fernanda Hernández Sedano y Abril Gijbers Alejandre.

Los participantes del taller “Investigación de la calidad de agua en tu hogar”, son: Dr. Luis David Rosales Vázquez, el Dr. Alejandro Dorazco González. Además, lo acompañaron el Dr. Ivan Jonathan Bazany y la Quím. Abril Diego Robles Rodríguez.



El Dr. Abel Moreno Cárcamo en el experimento.

respuesta de la primera pregunta es que se lleva a cabo la formación de un hidrogel. Respondiendo a la segunda cuestión, es que la desaparición del agua provocaría anomalías, los seres vivos moriríamos por deficiencia de este líquido, los animales no podrían hidratarse y las plantas se secarían, por lo que se provocaría un efecto de desertización. En el marco geopolítico habría una guerra entre países por la tenencia de la poca agua que hubiera en la Tierra. La respuesta a la tercera pregunta es clara, no existiría la vida sobre la faz de la Tierra, solo quedarían restos mineralizados en el tiempo de todos los seres vivos y de la materia orgánica. Por ello, el mensaje es: la desaparición total del agua en la naturaleza sería nuestra propia extinción, si el agua desapareciera totalmente.

Cada vez que salvamos y la cuidamos el agua, preservamos nuestra vida y las vidas de los seres vivos de la naturaleza.

### Investigación de la calidad de agua en tu hogar

El Dr. Alejandro Dorazco González nos explicó a través de su taller “Investigación de la calidad de agua en tu hogar” la importancia de la Química en la conservación y uso adecuado del agua, pues es nuestro recurso más vital para la vida y se encuentra en riesgo. A su vez, realizó un experimento para detectar la calidad del agua en nuestro hogar, mostrando distintos químicos como el pH del agua, presencia, detección de metales tóxicos y mitigación de contaminantes.

El evento tuvo la participación de más de 40 instituciones, organizado por la DGACO-UNAM, PUMA-AGUA y Helvex. En el stand del IQ-UNAM se atendieron a más de 780 personas quienes conocieron las investigaciones que se realizan.

#### Referencia:

Soto, V. (2024). La imposibilidad de pronosticar la extinción de un glaciar de montaña. *Investigaciones Geográficas*, (114). <https://doi.org/10.14350/rig.60921>

# Reconocimiento Sor Juana Inés de la Cruz a la Dra. Ana Luisa Silva Portillo

Dr. Braulio V. Rodríguez Molina

En el marco de la rica tradición de reconocimiento y promoción de la igualdad de género en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), se encuentra el *Reconocimiento Sor Juana Inés de la Cruz*. Este galardón, otorgado anualmente, busca destacar y premiar la labor sobresaliente de mujeres en diversos campos del conocimiento y la cultura; además, a través de esta distinción se resalta la importancia de reconocer y visibilizar el trabajo y la contribución de las mujeres en la construcción de una sociedad más justa y equitativa.

En la ceremonia presidida por el rector de la UNAM, el Dr. Leonardo Lomelí Vanegas, este año recibieron 92 académicas dicho reconocimiento, entre ellas la Dra. Ana Luisa Silva Portillo.

La Dra. Ana Silva nació en la Ciudad de México y cursó sus estudios de licenciatura y posgrado en la UNAM donde obtuvo el título de Química con Mención Honorífica por parte de la Facultad de Química de la UNAM. Sus estudios de Maestría en Ciencias Químicas (Química Orgánica) los realizó en la misma entidad académica y su tesis fue galardonada con Mención Honorífica en el Premio a las Mejores Tesis 2000. Posteriormente, obtuvo el Doctorado en Ciencias dentro del Programa de Maestría y Doctorado en Ciencias Químicas, haciéndose acreedora de una beca en el Programa de Apoyos para la Superación del Personal

Académico de la UNAM (PASPA). Actualmente se desempeña como técnica académica titular B de tiempo completo en el Instituto de Química de la UNAM y pertenece al Programa de Primas al Desempeño del Personal Académico (PRIDE) en el nivel C.

Su trayectoria académica se ha centrado en el área de Química Orgánica donde ha colaborado en el desarrollo de metodologías sintéticas y la síntesis de diversos compuestos e intermediarios orgánicos, así como en la síntesis total de productos naturales. En el campo de la síntesis asimétrica efectuó la primera síntesis total enantioselectiva de un furanoeremofilano, (+)-9-oxoeuryopsina. Del 2016 a la fecha ha contribuido en el desarrollo de cuatro proyectos financiados, uno de la industria para la síntesis de estándares de referencia y tres en el Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT).

Dentro de sus actividades docentes ha impartido en la Facultad de Química 37 cursos a nivel licenciatura y asistido a estudiantes en el Subprograma de Formación de Profesores; así mismo, ha fungido como jurado en exámenes extraordinarios y profesionales. Ha supervisado el trabajo experimental de alumnos de servicio social, de tesis de Licenciatura, Maestría y Doctorado. Su trabajo ha sido reconocido mediante 21 agradecimientos en artículos, tesis y congresos. Para estimular la



Foto: Ceremonia de entrega del reconocimiento *Sor Juana Inés de la Cruz* a la Dra. Ana Luisa Silva Portillo por parte del Rector de la UNAM.  
Crédito: Imagen cortesía de la DGCS-UNAM.

vocación científica de alumnos de bachillerato, ha entrenado en las labores de investigación a seis estudiantes de la Escuela Nacional Preparatoria y del Colegio de Ciencias y Humanidades, en el Programa de Estancias Cortas de Investigación en el Instituto de Química.

Durante el periodo 2020-2021, formó parte de la Comisión Interna de Equidad de Género del Instituto de Química y del 2021 a la fecha, pertenece al Comité Editorial de la Gaceta Digital del Instituto de Química y a la Comisión Evaluadora del PRIDE del Área de las Ciencias Fisicomatemáticas y de las Ingenierías de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza.

Derivado de algunos de los trabajos de investigación en los que participa, ha publicado 12 artículos científicos en revistas indizadas, seis de los cuales es primera autora. Ha presentado 27

trabajos en seminarios o congresos y ha colaborado en la realización de 15 infografías, cuya divulgación se efectuó en las redes sociales del Instituto de Química. Ha efectuado cinco reseñas de artículos y de eventos académicos para la Gaceta Digital del Instituto de Química y realizado la revisión cruzada de tres artículos para este medio digital. De igual manera, ha sido árbitro en la revista *J. Mex. Chem. Soc.* y miembro del comité organizador del rally "*Caminemos por las Ciencias*" y del concurso "*Conoce a las Científicas que han hecho Historia*", ambos eventos con motivo del Día Internacional de la *Mujer y la Niña en la Ciencia* en el 2020 y 2021, respectivamente.

Por todo lo anterior, le extendemos una felicitación a la Dra. Ana Silva, por su trayectoria, aportes en docencia, investigación y difusión de la cultura.

# 4<sup>to</sup> Congreso Estatal de Ciencia de Materiales del Estado de México

## Capítulo Estudiantil del Estado de México R1

M. C. César B. Morales Ramos, Dr. Alfredo R. Vilchis Nestor  
Centro Conjunto de Investigación en Química Sustentable UAEMéx-UNAM

La cuarta edición del Congreso Estatal de Ciencia de Materiales del Estado de México se llevó a cabo del 7 al 10 de abril de 2025 en el Centro Conjunto de Investigación en Química Sustentable, sede del Capítulo Estudiantil del Estado de México R1. Este capítulo, parte de la Sociedad Mexicana de Materiales, tiene como objetivo fomentar la discusión científica entre estudiantes e investigadores y generar interés por la Ciencia de Materiales. Actualmente, el Capítulo Estudiantil del Edo. Méx. región 1-CEEM R1 está encabezada en este 2025 por el Presidente M.C.M. César Benjamín Morales Ramos, la Vicepresidenta M.C.M. Guadalupe Reyes, y la Tesorera I.Q. Susana Castañeda, el Dr. Víctor Castrejón (TESJo) y el Dr. Alfredo R. Vilchis (UAEMéx), quienes apoyan la organización de eventos que contribuyan a la difusión científica en la región.

Las actividades dieron inicio el 7 de abril con el curso precongreso titulado “*Microscopía Electrónica de Transmisión*”, impartido por el Dr. Miguel Ávalos Borja, pionero en microscopía electrónica y cristalografía en México. El Dr. Ávalos ha sido jefe de importantes departamentos en la UNAM y el IPICyT, y cuenta con más de 200 artículos publicados en revistas indexadas. Durante el curso, con una duración de tres horas, se ofreció una explicación detallada sobre la arquitectura principal de un microscopio electrónico de transmisión, así como de las implicaciones fundamentales de la interacción radiación-materia. Además, se abordaron diversas técnicas de análisis de muestras empleadas en esta modalidad de microscopía, incluyendo campo claro, campo oscuro, SAED, EDS, STEM y EELS. El curso contó con la participación de 21 asistentes.



A) Dr. Miguel Ávalos Borja impartiendo el curso precongreso “*Microscopía Electrónica de Transmisión*”.  
B) Participantes del curso precongreso en el Centro Conjunto de Investigación en Química Sustentable (CCIQS UAEMéx-UNAM).



C) 4<sup>to</sup> Congreso Estatal de Ciencia de Materiales del Estado de México R1, pláticas e invitados en el Auditorio Rafael López Castañares del CCIQS.  
D) Sesión de carteles.

Del 8 al 10 de abril dieron inicio las charlas de esta reunión científica, destacando una amplia gama de temas y la participación de conferencistas expertos, quienes compartieron sus conocimientos con entusiasmo y a quienes extendemos nuestro agradecimiento. Durante el congreso, se congregaron investigadores reconocidos en el campo de la Ciencia de Materiales, como el Dr. Miguel Ávalos Borja (IPICYT), quien ofreció la conferencia plenaria *“Cristales y cristalografía. ¿Ciencia o arte?”*, abordando las propiedades de los cristales y los métodos para su estudio. El Dr. Marco A. Camacho López (UAEMéx) describió métodos sencillos para la síntesis de óxidos metálicos nanoestructurados, mientras que el Dr. Regulo López Callejas (ININ) ofreció una perspectiva innovadora sobre el uso de plasmas no térmicos en la medicina, en su conferencia plenaria titulada *“Plasma no-térmico: De la investigación a la clínica, explorando nuevas fronteras terapéuticas”*. La Dra. Monserrat Bizarro Sordo (IIM-UNAM) habló sobre los fotocatalizadores heteroestructurados en forma de película delgada, sus aplicaciones y métodos de evaluación. Por su parte, el Dr. Demetrio Mendoza Anaya (ININ) analizó la respuesta termoluminiscente de la hidroxiapatita en función del sinterizado; asimismo, la Dra. Alejandra Pérez Nava (CCIQS) impartió un

taller especializado sobre electrohilado, en el que se exploraron de forma práctica las aplicaciones y el potencial de las nanofibras poliméricas en distintas áreas de la ciencia y la tecnología. De forma virtual, el Dr. Santiago Camacho López (CICESE), discutió el diseño de superficies resistentes a la erosión mediante láseres de pulsos ultracortos. En la conferencia plenaria del día 9 de abril, el Dr. Guillermo González Rubio (UCM, España) abordó la síntesis y modificación de nanocristales plasmónicos de oro mediante métodos coloidales y láseres pulsados. Por su parte, el Dr. Hugo Tiznado Vázquez (CNyN-UNAM) presentó un trabajo sobre la ingeniería de capas atómicas de nanoestructuras con propiedades controladas mediante ALD. También destacó la ponencia virtual de la Dra. Selene Sepúlveda Guzmán (UANL), quien expuso sobre la *“Preparación de películas híbridas de nanocarbones para su aplicación en la construcción de plataformas de GERS”*.

El evento también incluyó una dinámica y concurrida sesión de presentación de posters, donde los participantes compartieron los avances de sus proyectos de investigación en diversas áreas de la Ciencia de Materiales. En esta actividad se contó con la participación de 43 estudiantes de



E) Presidente del CEEM R1 acompañado de los investigadores que apoyaron en la evaluación del concurso de carteles.

distintos niveles académicos y procedentes de diversas instituciones del país, quienes formaron parte del concurso de posters. El trabajo ganador fue reconocido con una beca para asistir al 33<sup>rd</sup> *International Materials Research Congress (IMRC 2025)*, que se celebrará en Cancún, Quintana Roo, en agosto de 2025. Este premio cubre los gastos de vuelo redondo, hospedaje en el hotel sede e inscripción al congreso.

Los temas abordados en los carteles reflejan la amplitud y riqueza de enfoques en el campo, incluyendo el estudio de cambios estructurales en polimorfos de óxido de bismuto, ablación láser de sólidos en líquidos, síntesis verde de nanomateriales, y el uso de zeolitas para la remoción de contaminantes, entre otros. Esta sesión representó un espacio fundamental para el intercambio académico y la formación de redes de colaboración entre jóvenes investigadores.

El último día del congreso se llevó a cabo una sesión técnica dedicada a la microscopía electrónica, dirigida por el M.C. Martín Palacios Dorado, gerente de aplicaciones de JEOL México. Durante esta sesión, se revisaron los avances recientes en microscopía electrónica de barrido (SEM) y

transmisión (TEM), destacando las capacidades analíticas y de resolución que los equipos JEOL han desarrollado en los últimos años. Esta actividad brindó a los asistentes una valiosa oportunidad para conocer de cerca las posibilidades técnicas actuales en la caracterización de materiales. Agradecemos especialmente a JEOL México por su apoyo.

El 4° Congreso Estatal de Ciencia de Materiales concluyó con gran éxito, consolidándose como un espacio clave para la difusión científica y el fortalecimiento de vínculos entre investigadores, estudiantes y especialistas en Ciencia de Materiales. Agradecemos a todos los participantes, administrativos y colaboradores que hicieron posible este encuentro. ¡Esperamos haya sido una experiencia enriquecedora para todos los involucrados!

---

Centro Conjunto de Investigación en Química Sustentable UAEMéx-UNAM (CCIQS UAEMéx-UNAM). Carretera Toluca-Atlacomulco Km. 14.5 C.P. 50200, Toluca, Estado de México, México.

# Informe de la Reunión La Unión Europea y México: Aliados en tiempos de cambio

Por: Dra. Corina Diana Ceapă

El jueves 24 de abril de 2025, tuve el privilegio de asistir a un interesante evento en la Delegación de la Unión Europea en México. El evento contó con una conversación con Teresa Ribera, Vicepresidenta Ejecutiva de la Comisión Europea de una transición limpia, justa y competitiva. Esta reunión me dejó una profunda impresión, llenándome de esperanza y de nuevas ideas para el futuro, que espero sean relevantes para la comunidad del Instituto de Química y que espero poder transmitirles a través de esta nota.

## Compromiso con los jóvenes: Preguntas y reflexiones

El evento resultó particularmente inspirador gracias a la contribución dinámica de los jóvenes, quienes formularon cuestiones que estimulaban la introspección. Se plantearon cuestiones tales como los aprendizajes potenciales para México a partir de los ejemplos de transformación brindados por la Unión Europea, la manera de evaluar el éxito de la participación juvenil y el rol de los jóvenes en la superación de obstáculos y desafíos. También se preguntaron si la responsabilidad recae en los individuos o en los componentes estructurales, administrativos y políticos, y si existen políticas emergentes para apoyar estos cambios.

## Ideas clave de Teresa Ribera

Teresa Ribera hizo hincapié en la importancia de pensar a largo plazo mientras se actúa a corto plazo. Subrayó la necesidad de tener en cuenta las fuerzas emocionales de los individuos

motivados y de buscar cambios que proporcionen beneficios inmediatos y tangibles para movilizar la aceptación masiva. Ribera destacó la importancia de la solidaridad con los grupos vulnerables, como los pueblos indígenas, los jóvenes y las personas que viven por debajo del umbral de la pobreza, para garantizar que no se les margine aún más con los cambios significativos que se necesitan para asegurar limitar el cambio climático, además de que abogó por espacios abiertos para compartir y procesos participativos, citando el éxito de los Consejos de la Juventud, que movilizan a través de la visibilidad, los premios y el trabajo en equipo. Se destacó que hay 38 millones de jóvenes en México (de menos de 30 años de edad), una fuerza que se tiene que incluir en la toma de decisiones, guiar y escuchar.

Ribera enfatizó que el cambio no puede imponerse desde arriba, sino que debe surgir espontáneamente de la comunidad, con canales de comunicación e incentivos adecuados que fomenten la participación y el compromiso de todos los involucrados.

## Educación y adaptación dinámica

En cuanto a la educación, Ribera defiende un enfoque dinámico que se adapte a los problemas actuales y prepare a los expertos para las demandas futuras. Señalando la necesidad de que los jóvenes opinen sobre sus necesidades educativas, fomentando un proceso social de toma de decisiones que busque el consenso y el entendimiento.



La conversación con Teresa Ribera, Vicepresidenta Ejecutiva de la Comisión Europea de una transición limpia, justa y competitiva.

## Responsabilidad y acción colectiva

Ribera también señaló que, aunque los individuos no pueden ser los únicos responsables del cambio, deben estar informados, exigir cambios y comprender la situación. Destacó la capacidad colectiva que sigue sin aprovecharse e instó a la gente a darse cuenta de su poder como consumidores y votantes.

## El ejemplo de la Unión Europea

La experiencia de la Unión Europea demuestra que los países más avanzados en la realización de cambios, como los que utilizan más las energías renovables, muestran una mayor resiliencia a los cambios económicos y políticos. Este principio se aplica a todos los sectores, incluidos los laboratorios científicos, donde la incorporación de nuevas tecnologías y jóvenes talentos genera fuerza, resistencia y riqueza para el futuro.

## Reflexiones personales

Este evento reforzó mi convicción de que los enfoques integrales y multidisciplinarios son esenciales para abordar los problemas mundiales, como la resistencia a los antimicrobianos. Quiero apoyar a los jóvenes en sus iniciativas sociales y científicas y los animo a unirse a nuestros esfuerzos. Les pido que me compartan sus ideas en la dirección de correo electrónico [corina.ceapa@iquimica.unam.mx](mailto:corina.ceapa@iquimica.unam.mx), y les aseguro que haré todo lo posible por hacer un seguimiento y colaborar en pequeñas acciones comunes.

Apoyo la idea que la ponente remarcó varias veces: podemos construir un futuro mejor mediante una acción colectiva informada y una adaptación dinámica a los retos a los que nos enfrentamos. La mejor manera de predecir el futuro es crearlo.

# Informe Anual de actividades del Instituto de Química 2024-2025

Dr. Braulio Rodríguez Molina y Lic. Raquel Feregrino Curiel

El viernes 9 de mayo el Dr. Luis Demetrio Miranda presentó su tercer informe de labores en la biblioteca Jesús Romo Armería en donde se destacó la misión del Instituto de Química para desarrollar conocimiento de frontera en Química y aplicarlo en la resolución de los problemas nacionales, así como formar profesionales y especialistas de excelencia con impacto a nivel nacional e internacional, tanto en el ámbito académico como en el industrial, contribuyendo al desarrollo armónico y sustentable del país.

El Instituto cuenta con una sede en Ciudad Universitaria, una sede compartida con la Universidad Autónoma del Estado de México, el Centro Conjunto de Investigación en Química Sustentable UAEMéx-UNAM en Toluca y otra sede en Mérida.

El Dr. Miranda señaló que actualmente la planta académica está integrada por 65 investigadores, de los cuales 47 son hombres y 19 mujeres y 42 técnicos académicos, con 29 mujeres, y 13 hombres. En el Sistema Nacional de Investigadores e Investigadoras, la mayoría se encuentra en los niveles más altos, ya que se cuenta con 9 eméritos, 20 en el nivel 3, 19 en el nivel 2 y 15 en el nivel 1. En lo que concierne a los técnicos académicos, 12 de ellos forman parte del SNII. En el Programa de Primas al Desempeño del Personal Académico, 33 investigadores pertenecen al nivel D, mientras que 14 pertenecen al nivel C, 9 cuentan con el nivel B, 8 reciben estímulo por equivalencia y 1 pertenece al nivel A. Por otro lado, 20 técnicos académicos pertenecen al nivel D, 14 al nivel C, 7 al nivel B, mientras que 5 reciben estímulo por equivalencia. La edad promedio de los investigadores es de 54 años, de los cuales 75.4 % son definitivos. Los técnicos académicos tienen una edad promedio de



El Dr. Luis Demetrio Miranda Gutiérrez en la presentación del Informe de Actividades 2024-2025.

50 años y 74.4 % son definitivos. En este período se contrató a dos investigadores en el Departamento de Productos Naturales.

El Dr. Miranda resaltó la participación del personal académico en la formación de recursos humanos como tutores en los diferentes posgrados de la UNAM. Se atendió a 432 alumnos, 42 % mujeres y 58 % hombres. Además, el personal impartió 173 cursos en los diferentes niveles de licenciatura y posgrado, mientras que el número de tesis dirigidas fue de 59 de licenciatura, 38 de maestría y 24 de doctorado. En 2024 se llevó a cabo la segunda edición del programa "Verano en el IQ", en el que 20 estudiantes de diversas universidades asistieron a conferencias, visitaron laboratorios de servicios analíticos y realizaron prácticas experimentales durante tres días. Igualmente, alumnos de diversas instituciones llevaron a cabo visitas al Instituto. También, se impartió un curso sobre técnicas espectroscópicas a alumnos de la Universidad Veracruzana-Orizaba. Por otra parte, estudiantes de bachillerato de diversos estados del país, que



participaban en la preselección de la Olimpiada Nacional de Química, visitaron el Instituto para conocer sus líneas de investigación.

En 2024 los académicos del Instituto publicaron 189 artículos en revistas internacionales indexadas, de los cuales 26 fueron publicados en revistas con más de 5 puntos de factor de impacto. El 81.2% de los artículos publicados por nuestra entidad se encuentran en los cuartiles 1 y 2. Además, se publicaron 2 libros y 6 capítulos de libros. Los artículos de 2024 equivalen a 2.86 publicaciones indizadas por investigador al año.

Durante este periodo, la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECHITI, antes Conahcyt) financió 24 proyectos de investigación de la entidad, por un monto de \$8,815,307, una disminución sustancial del monto obtenido en el año anterior, en el que financió 36 proyectos por \$15,064,696. El financiamiento de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico se aplicó a 51 proyectos, por un monto de \$12,302,617, una ligera disminución de los 52 proyectos financiados en el año anterior por \$13,442,977. Se tienen vigentes 21 convenios con

diversas organizaciones y 6 con universidades. Además, 10 proyectos de colaboración con la industria.

Los laboratorios de servicios analíticos cuentan con la certificación ISO9001:2015. Se realizaron 24,020 servicios analíticos en los diferentes laboratorios, de los cuales 22,651 fueron internos y 1,369 externos. Se obtuvieron \$3,584,457.78 de ingresos extraordinarios por estos análisis y se capacitó a 171 alumnos en el uso de las diferentes técnicas.

El Dr. Miranda dio a conocer que se dio mantenimiento y reparación a los diferentes edificios que conforman el Instituto. Se dio impulso al tema de seguridad al implementar dos nuevas líneas directas de emergencia, mantenimiento a los extintores y capacitación a 260 alumnos en el curso introductorio y en bioseguridad.

Entre las actividades organizadas por la entidad, se mencionó el Segundo Seminario de difusión organizado por el Laboratorio Nacional de Ciencias para la Investigación y la Conservación del Patrimonio Cultural "La Química y la Arqueología, una perspectiva desde el LANCIC-IQ", en el que



Asistieron Directores de otras Dependencias al Informe que presentó el Dr. Luis Demetrio Miranda Gutiérrez y otros invitados especiales.

se contó con la participación de especialistas del Instituto Nacional de Antropología e Historia; el 2o Simposio Instituto de Química-Merck, el simposio *"Enfoques Sociales y Científicos para afrontar la Resistencia a los Antimicrobianos"* y el Tercer Congreso Internacional de Terapia contra el Cáncer. El IQ participó también en la organización del 6o Simposio Mexicano de Química Supramolecular, en conjunto con la Facultad de Química UNAM y el Posgrado en Ciencias Químicas de la UNAM. En la edición 2024 del Simposio Interno del Instituto se presentaron un total de 173 carteles. Como parte de este evento, se llevó a cabo un reconocimiento con motivo de la jubilación de las Maestras Emma Maldonado, Carmen Márquez y Ana Lidia Pérez, por su labor y trascendencia académica.

Además, la Comisión Interna para la Igualdad de Género del IQ junto a la administración llevaron a cabo diversos eventos y acciones para sensibilizar a la comunidad sobre este tema. Por otra parte, se nombró a una nueva Persona Orientadora Comunitaria del IQ.

El personal de la entidad obtuvo varios premios y distinciones nacionales e internacionales.

Asimismo, varios estudiantes recibieron reconocimientos en la presentación de sus trabajos en congresos y publicaciones. El IQ participó como uno de los ocho representantes de esta casa de estudios en la auditoría 2024 a los procesos administrativos, realizada por el Instituto Mexicano de Normalización y Certificación (IMNC), para obtener el Certificado por su Sistema de Gestión de Calidad ISO 9001:2015.

Las actividades de divulgación del Instituto incluyeron la publicación de dos números de la Gaceta Digital del IQ, la participación en la Fiesta de las Ciencias y las Humanidades, el 5° Encuentro por el Agua y el Bosque 2024, La Noche de las Estrellas 2024 y el Festival Universitario del Agua, entrevistas en la televisión universitaria, pláticas de divulgación en los planteles de la Escuela Nacional Preparatoria y el Colegio de Ciencias y Humanidades, así como difusión de las actividades académicas mediante las redes sociales. Además, se lanzó la nueva página web del IQ con un total de 449 páginas interiores y un diseño responsivo.

# Visitas estudiantiles al Instituto de Química: acercando a las nuevas generaciones a la investigación científica

Por: Dra. Paula Ximena García Reynaldos

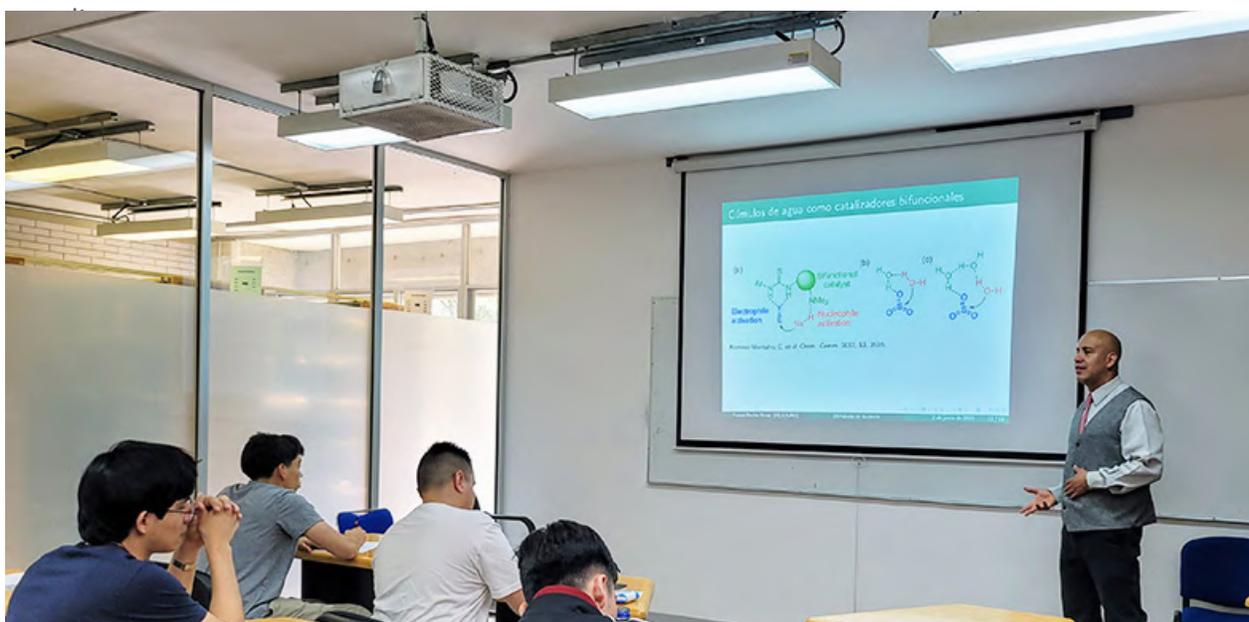
Una de las misiones del Instituto de Química es la formación de profesionales, y para alcanzarla, además de trabajar con los estudiantes de posgrado que realizan su trabajo de investigación en el IQ-UNAM, es fundamental realizar labores de extensión que acerquen a estudiantes de bachillerato y licenciatura a las actividades científicas que se desarrollan.

Por esta razón, en el Instituto de Química siempre estamos abiertos a recibir visitas de estudiantes, desde nivel medio superior hasta posgrado, provenientes de instituciones públicas y privadas de todo México.

Entre febrero y junio de este año, el Instituto recibió la visita de seis grupos escolares de nivel medio superior y superior, con una asistencia total de 141

Durante este periodo, nos visitaron alumnos y alumnas de la Escuela Nacional Preparatoria No. 5 "José Vasconcelos", la Preparatoria No. 7 "Ezequiel A. Chávez", el Colegio de Ciencias y Humanidades plantel Azcapotzalco, así como de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH) y de la Universidad Veracruzana (UV). También recibimos al entusiasta grupo de estudiantes de bachillerato de todo el país, que forma parte de la Selección Nacional para la Olimpiada de Química 2025, que se llevará a cabo en julio en los Emiratos Árabes Unidos.

En estas visitas nos centramos en mostrar de manera cercana la investigación científica de vanguardia que se realiza en el Instituto, así como los recursos técnicos y humanos que hacen posible el avance de la ciencia en México.



El Dr. Tomás Rocha Rinza y el grupo de estudiantes participantes en la Olimpiada de Química.



El grupo de visitantes: estudiantes y profesoras de la UV, acompañados por el director del IQ-UNAM, Dr. Luis D. Miranda, y el Dr. Baldomero Esquivel Rodríguez del Departamento de Productos Naturales.



El Dr. Homero Gómez y los estudiantes de la ENP No. 7 "Ezequiel A. Chávez", en el LANEM-IQ.

Para estudiantes de bachillerato, estas actividades buscan despertar vocaciones científicas; para estudiantes de licenciatura, se presentan las oportunidades de formación que ofrece el Instituto, como estancias académicas o programas de posgrado.

El programa de visitas incluye recorridos guiados por los laboratorios de análisis como Resonancia Magnética Nuclear (RMN), Resonancia Paramagnética Electrónica (EPR), Espectrometría de Masas, Cristalografía de proteínas, Cromatografía, Análisis elemental, así como el área de seguridad y tratamiento de residuos. Además, las y los estudiantes asisten a conferencias en las que se presentan las líneas de investigación que se desarrollan actualmente en el Instituto de Química.

La atención a cada grupo visitante siempre es especial, pero este año destacamos la significativa visita de estudiantes de la Facultad de Ciencias Químicas de la UV-Orizaba, quienes asistieron a un programa de talleres sobre Química de Productos Naturales, actividad que forma parte de un proyecto de colaboración académica que este año cumplió 20 años.



La M. en C. Elizabeth Huerta y estudiantes de la ENP No. 5 "José Vasconcelos", en el laboratorio de RMN

Estas visitas son posibles gracias a la gestión de la Dirección del Instituto de Química y la Secretaría Académica del Instituto de Química, que cuenta con el apoyo de la Coordinación de Docencia y la Secretaría Técnica, así como del valioso trabajo de las y los Técnicos Académicos y las jefaturas de departamento, quienes participan activamente para hacer posible esta experiencia formativa.

Esperamos que en los meses y años por venir podamos acercar la Química a más jóvenes a través de estas actividades de formación.

# Visita del Prof. Phil S. Baran en la Biblioteca del IQ-UNAM

Por: Dr. Marcos Hernández Rodríguez



Dr. Phil S. Baran en la Biblioteca "Jesús Romo Armería"

El pasado 4 de marzo de 2025 el Dr. Phil Baran, investigador del Departamento de Química del Scripps Research, impartió en la biblioteca del Instituto de Química de la UNAM la conferencia titulada "*Simplifying Synthesis with Radical Cross-Coupling*". El Dr. Baran es considerado el químico sintético más influyente de su generación por transformar profundamente la manera de concebir y realizar la síntesis de compuestos orgánicos complejos (debido a sus metodologías y enfoques desarrollados). Sus aproximaciones sintéticas privilegian la eficiencia y aplicabilidad más allá del interés meramente académico.

Durante su charla, abordó el uso de procesos químicos mediados por transferencia monoeléctrica, en contraste con los mecanismos iónicos tradicionales de dos electrones que han dominado la enseñanza y la práctica de la síntesis orgánica durante décadas. Este cambio de

paradigma, permite el acceso a transformaciones ortogonales y nuevas rutas de desconexión radicalaria, ampliando significativamente el repertorio sintético disponible.

Uno de los aspectos más memorables del evento fue la extraordinaria asistencia. La biblioteca dio cabida a un número superior de asistentes más allá de lo que se tenía contemplado. Lo cual evidenció el entusiasmo generado en la nutrida comunidad académica por la visita del Dr. Baran; es decir, la convocatoria fue un rotundo éxito. Atrajo a estudiantes e investigadores no sólo de la Ciudad de México, sino también de otras como Puebla, Toluca y Cuernavaca. El esfuerzo del Instituto de Química de la UNAM por traer al Dr. Baran, pone de manifiesto el compromiso de nuestro Instituto por fortalecer la formación de sus estudiantes y consolidarse como referente para la discusión y difusión del conocimiento en Química.

# Del gen al gel, una rápida exploración de las características fisicoquímicas del ADN



Por: Carolina Melchor Aparicio, Jesús Antonio Guarro Lujano, Eugenia de la Luz Jiménez Muñiz y Selene García Reyes. Departamento de Productos Naturales, Instituto de Química-UNAM.

El ADN es la molécula que contiene la información genética de todos los seres vivos (color de ojos, etc.). Desde una simple bacteria hasta un ser humano, el ADN guarda la información esencial que permite que la vida exista tal como la conocemos. En el año 1953 se determinó que el ADN tiene una estructura de doble hélice (Fig.1A), parecida a una escalera retorcida. Cada "peldaño" de esta escalera está formado por dos bases nitrogenadas que se aparean de forma específica:

La adenina se une con timina mediante dos puentes de hidrógeno, mientras que citosina se une con guanina mediante tres puentes de hidrógeno (Fig. 1A).

Estas bases están unidas a un esqueleto externo, compuesto por un azúcar de cinco carbonos, llamado desoxirribosa y un grupo fosfato ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) (Fig.1B). Cada una de estas unidades completas forman un nucleótido, y millones de ellos, unidos como cuentas de un collar, forman las largas cadenas del ADN.

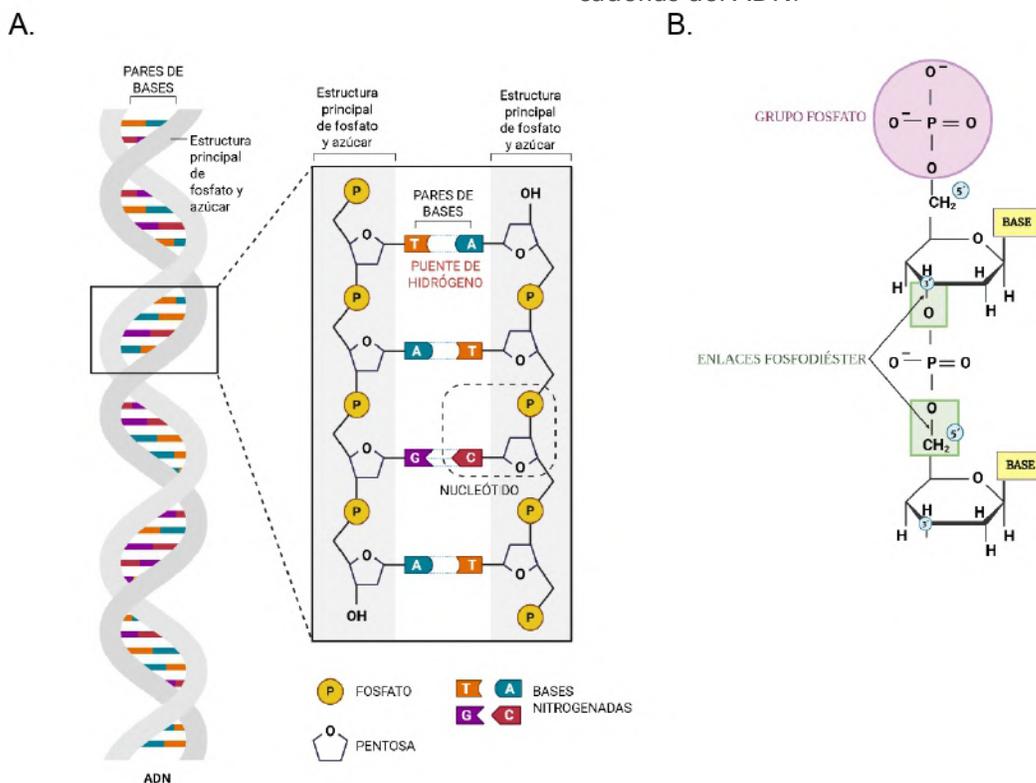


Figura 1. (A) Estructura de doble hélice del ADN. Representación esquemática del ADN como una doble hélice, con apareamiento específico entre bases nitrogenadas. (B) Componentes químicos del ADN y enlaces fosfodiéster. Esqueleto azúcar-fosfato con detalle de la unión entre nucleótidos mediante enlaces fosfodiéster y la dirección 5'→3'. Figura realizada con: <https://www.biorender.com>

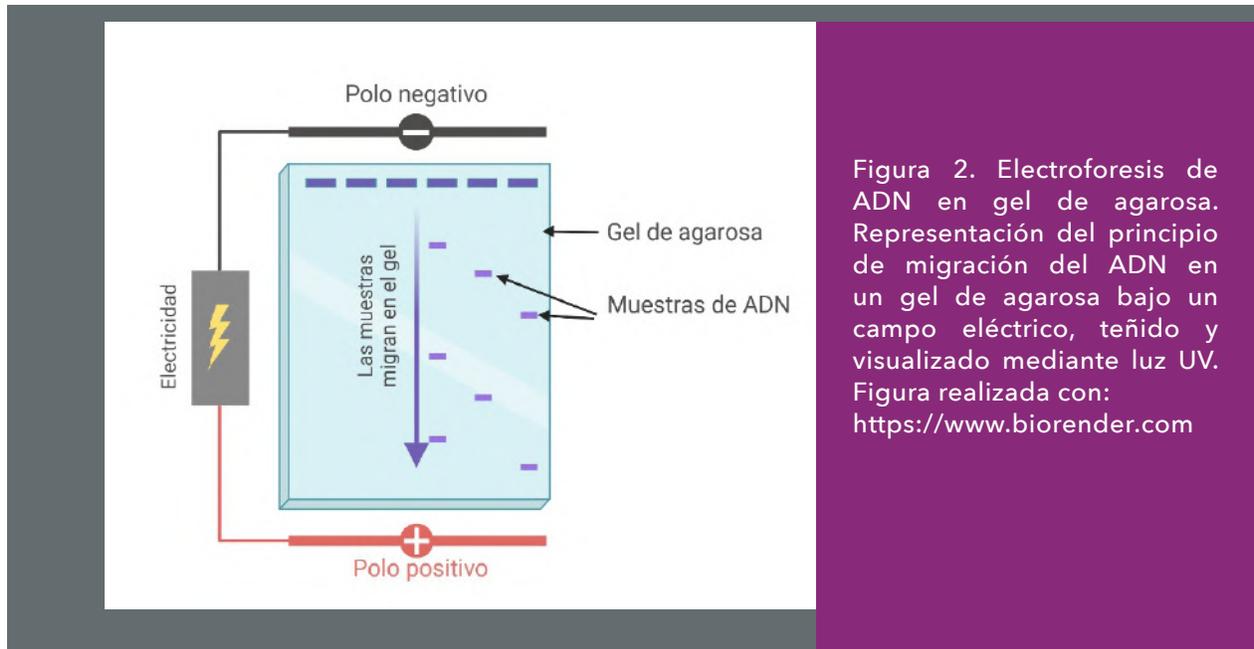


Figura 2. Electroforesis de ADN en gel de agarosa. Representación del principio de migración del ADN en un gel de agarosa bajo un campo eléctrico, teñido y visualizado mediante luz UV. Figura realizada con: <https://www.biorender.com>

La disposición (o secuencia) de las bases nitrogenadas a lo largo de la cadena es lo que codifica la información genética, algo así como letras formando palabras y frases en un lenguaje molecular simplemente hermoso.

Aunque solemos pensar en el ADN como un simple portador de información, su comportamiento en el laboratorio y dentro de la célula está profundamente determinado por su química. Una de las características más importantes del ADN es que tiene carga negativa. Esto se debe a los grupos fosfato que forman parte de su esqueleto, los cuales se unen entre sí mediante enlaces fosfodiéster (Fig.1B). Estos enlaces conectan el carbono 5' de un nucleótido con el carbono 3' del siguiente, liberando agua en el proceso.

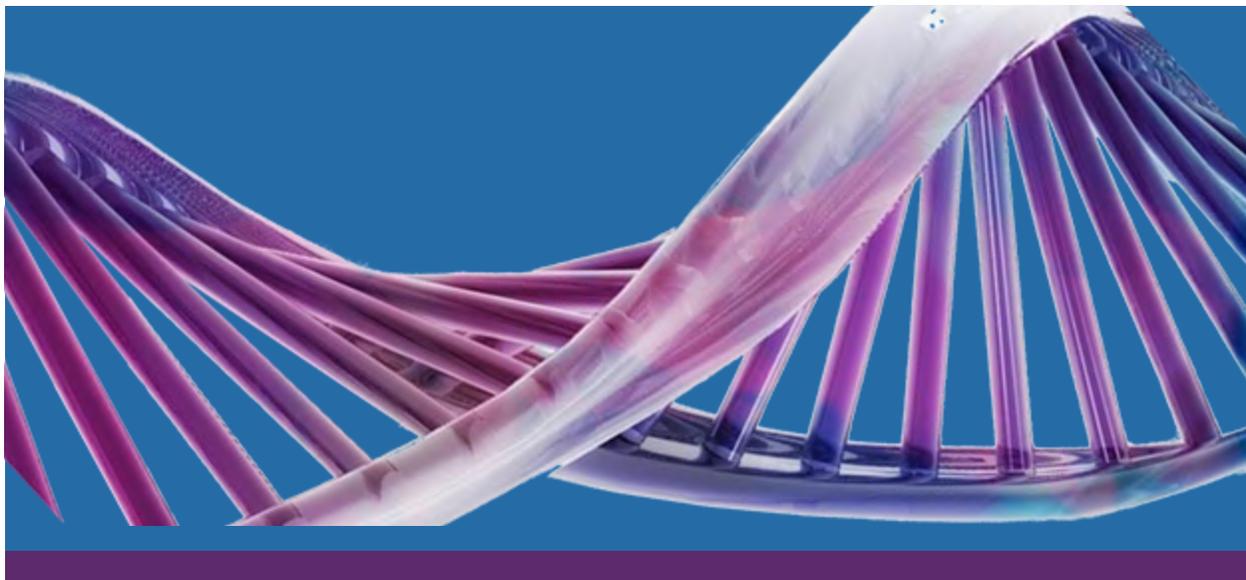
Cada grupo fosfato conserva una carga negativa, lo que convierte al ADN en una molécula poli-aniónica; es decir, con muchas cargas negativas a lo largo de su estructura. Esta propiedad tiene consecuencias muy interesantes:

Hace que el ADN se repele a sí mismo, ayudando a mantener la forma de doble hélice.

Le da solubilidad en agua, pero hace que precipite (que se vuelva insoluble) si se añaden solventes como etanol o isopropanol, que desorganizan la capa de agua que lo estabiliza. Este fenómeno se aprovecha en la metodología de extracción del ADN.

A pesar de su apariencia frágil, el ADN es una molécula altamente estable, gracias a los enlaces puentes de hidrógeno entre las bases complementarias (A-T y C-G), que mantienen unidas las dos hebras, el apilamiento de bases, una especie de "efecto ladrillo" en el que las bases nitrogenadas se alinean unas sobre otras, estabilizadas por fuerzas hidrofóbicas y de Van der Waals, así como la resistencia de los enlaces fosfodiéster, que sostienen la columna vertebral de la molécula.

Sin embargo, esta estabilidad no es invulnerable. Cuando se altera la temperatura, el pH o la concentración de sales en el medio, los puentes de hidrógeno pueden romperse, y las dos cadenas del ADN se separan. A este proceso se le llama desnaturalización.



### ¿Por qué queremos ver el ADN?

Más allá de la curiosidad y del conocimiento básico, visualizar el ADN tiene enormes implicaciones prácticas. Poder ver, analizar y manipular esta molécula ha revolucionado muchos campos. Unos ejemplos son el diagnóstico de enfermedades genéticas y cáncer, aplicación de tecnologías como CRISPR, que permite editar genes y corregir mutaciones, diseño de vacunas modernas, como las de ARN mensajero usadas contra el COVID-19, mejoramiento genético en agricultura, realización de pruebas de paternidad, incluso estudio de la diversidad genética en especies animales para su conservación.

### El viaje del ADN a través del gel: la electroforesis

Una de las formas más visuales y efectivas de analizar el ADN en el laboratorio es usando una técnica llamada electroforesis en gel de agarosa la cual se basa en un principio fisicoquímico muy sencillo.

Dado que el ADN posee carga negativa, se ve atraído hacia el polo positivo al aplicar un campo eléctrico (las cargas opuestas se atraen) y viaja en el gel de agarosa (Fig.2). La agarosa, es un polisacárido compuesto por unidades de D-galactosa y 3,6-anhidro-L-galactosa, los cuales forman una red porosa que actúa como tamiz molecular (parecido a un colador) que permite el paso del ADN a través del gel (Fig.2).

Para poder visualizar el ADN una vez que ha migrado a través del gel, este debe ser teñido con un agente que se une específicamente a las moléculas de ADN. Uno de los colorantes más utilizados es el bromuro de etidio, aunque actualmente también se emplean colorantes más seguros como SYBR Safe. Estos compuestos se intercalan entre las bases nitrogenadas del ADN y, al ser expuestos a luz ultravioleta, emiten fluorescencia, lo que permite observar las bandas de ADN como líneas brillantes dentro del gel. Gracias a este proceso, es posible identificar el tamaño y la cantidad relativa de ADN presente en cada muestra.

#### Referencia:

Clark, D. P.; Pazdernik, N. J.; McGehee, M. R. Molecular Biology, 3rd ed.; Academic Cell: Cambridge, MA, 2018. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813288-3.00001-X>.

Merchant Larios, H. Biología Celular y Molecular; Pearson Educación: México, 2003, 1080 pp.

# Graduados en el IQ



JESÚS  
ORTIZ SAUCEDO

Fecha de examen: 8 de enero de 2025.

Tesis: *Desarrollo de bionanoestructuras con DNA y proteínas CRISPR-Cas.*

Grado: Maestro en Ciencias Bioquímicas.

Asesor: Dr. Armando Hernández García.

Lugar: Auditorio Lydia Rodríguez Hahn.

Registro: TESIUNAM



CARLOS FELIPE  
MEJÍA GÓMEZ

Fecha de examen: 15 de enero de 2025.

Tesis: *Síntesis de complejos de hierro y osmio derivados de la protoporfirina IX.*

Grado: Maestro en Ciencias Químicas.

Asesor: Dr. Ronan Le Lagadec.

Lugar: Auditorio Lydia Rodríguez Hahn.

Registro: TESIUNAM



REYNALDO  
VILLANUEVA ENRÍQUEZ

Fecha de examen: 24 enero de 2025.

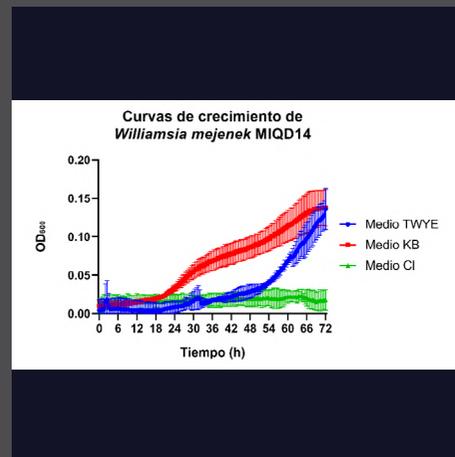
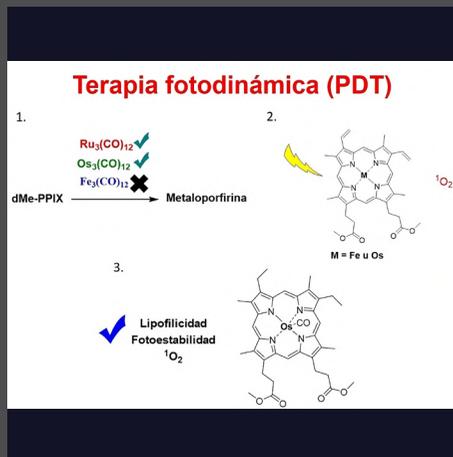
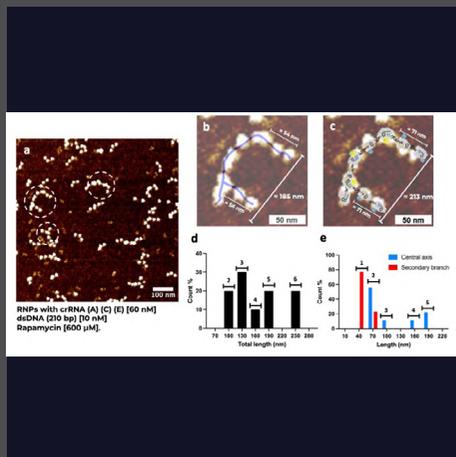
Tesis: *Estudios metabológenómicos de bacterias asociadas a plantas y sus interacciones.*

Grado: Maestro en Ciencias Bioquímicas.

Asesora: Dra. Corina Diana Ceapă.

Lugar: Unidad de Posgrado, UNAM.

Registro: TESIUNAM







SAULO CÉSAR  
ROSALES AMEZCUA

Fecha de examen: 13 de marzo de 2025.  
Tesis: *Síntesis de ácidos alénicos tetrasustituidos precursores de lactonas y compuestos de coordinación de SN(IV) utilizando metodologías de activación no convencionales.*  
Grado: Doctor en Ciencias Químicas.  
Asesor: Dr. Cecilio Álvarez y Toledano.  
Lugar: Auditorio Lydia Rodríguez Hahn.

Registro: TESIUNAM



IRVING OSIEL  
CASTILLO RODRÍGUEZ

Fecha de examen: 4 de abril de 2025.  
Tesis: *Diseño y síntesis de nano acarreadores de fármacos dendriméricos.*  
Grado: Doctor en Ciencias Químicas.  
Asesor: Dr. Marcos Martínez García.  
Lugar: Auditorio Lydia Rodríguez Hahn.

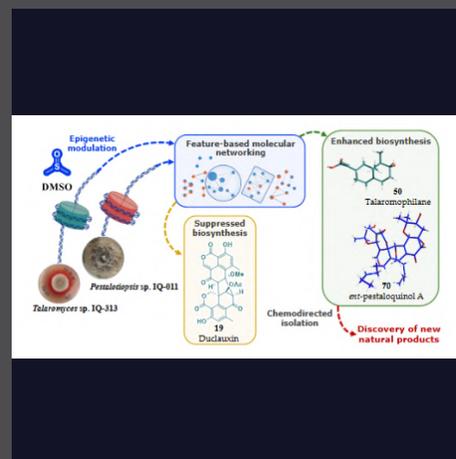
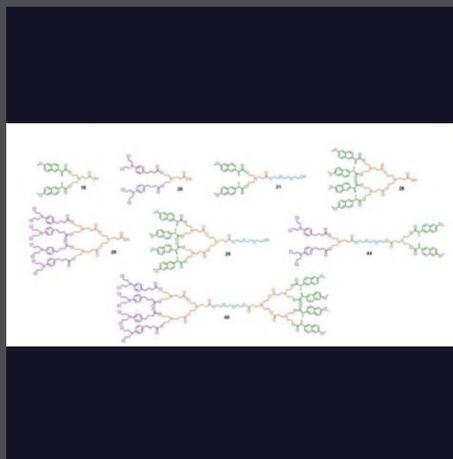
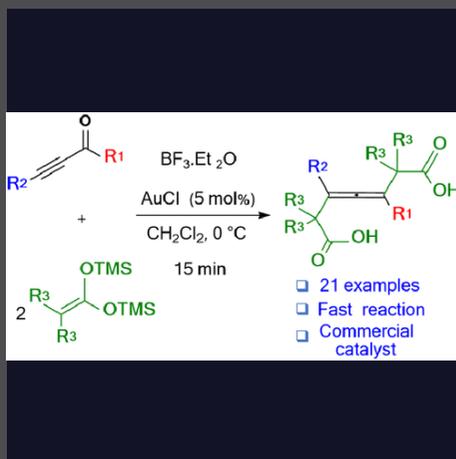
Registro: TESIUNAM

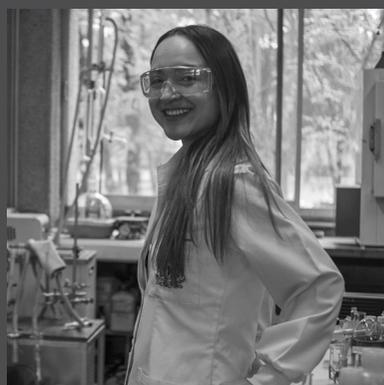


ENRIQUE  
AGUILAR RAMÍREZ

Fecha de examen: 24 de abril de 2025.  
Tesis: *Dimetilsulfóxido (DMSO) como modulador del metabolismo secundario de los hongos pestalotiopsis sp. IQ-011 y Talaromyces sp. IQ-313: Aprovechamiento de la reactividad química de duclauxina.*  
Grado: Doctorado en Ciencias Químicas.  
Asesor: Dr. José Alberto Rivera Chávez.  
Lugar: Auditorio Lydia Rodríguez Hahn.

Registro: TESIUNAM





SILVIA JULIANA  
BECERRA ANAYA

Fecha de examen: 5 de mayo de 2025.

Tesis: Síntesis de moléculas de interés biológico mediante post-transformaciones de aductos de ugi 4-cr empleando procesos de activación c-h y reacciones radicalarias.

Grado: Doctora en Ciencias Químicas.

Asesor: Dr. Luis Ángel Polindara García.

Lugar: Auditorio Lydia Rodríguez Hahn.

Registro: TESIUNAM



ÁNGEL SAHID  
AGUILAR COLORADO

Fecha de examen: Primer semestre de 2025.

Tesis: Aislamiento y caracterización estructural de metabolitos secundarios para el control de infecciones bacterianas farmacoresistentes a partir de cepas fúngicas de hormigueros.

Grado: Doctor en Ciencias Químicas.

Asesor: Dr. José Alberto Rivera Chávez.

Lugar: Auditorio Lydia Rodríguez Hahn.

Registro: TESIUNAM



IDALIA PATRICIA  
GARCÍA MORALES

Fecha de examen: 27 de mayo de 2025.

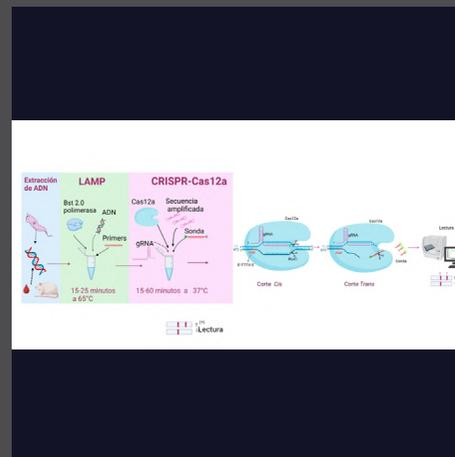
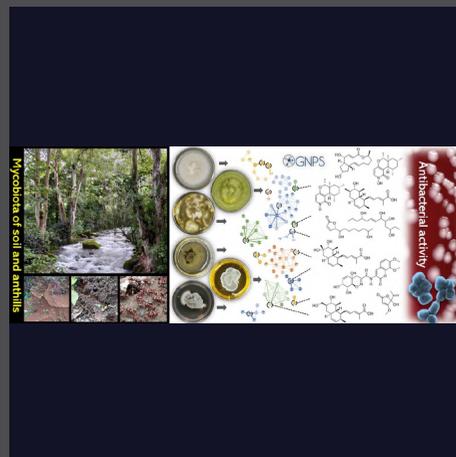
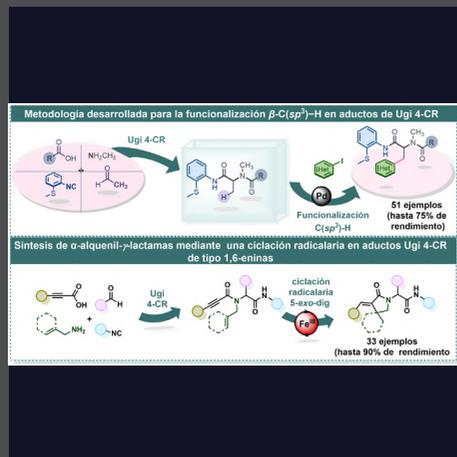
Tesis: Desarrollo de un biosensor genético basado en el sistema CRISPR-Cas12a para la detección de Trypanosoma cruzi.

Grado: Maestra en Ciencias Bioquímicas.

Asesor: Dr. Armando Hernández García.

Lugar: Auditorio Lydia Rodríguez Hahn.

Registro: TESIUNAM





VÍCTOR  
LÓPEZ CUERRERO

Fecha de examen: 29 de mayo de 2025.

Tesis: *Quimiodetección selectiva de L-Histidina y el fármaco risedronato por un nuevo complejo organometálico luminiscente de platino (II) en agua: estudios estructurales y espectroscópicos.*

Grado: Maestro en Ciencias Químicas.

Asesor: Dr. Alejandro Dorazco González.

Lugar: Auditorio Lydia Rodríguez Hahn.

Registro: TESIUNAM



ATZIN  
HERNÁNDEZ FLANDÉS

Fecha de examen: 13 de junio de 2025.

Tesis: *Obtención de derivados del cicloartano con actividad citotóxica a partir de triterpenos aislados del Parthenium argentatum.*

Grado: Doctora en Ciencias Químicas.

Asesor: Dr. Mariano Martínez Vázquez.

Lugar: Auditorio Lydia Rodríguez Hahn.

Registro: TESIUNAM



ANDRÉS CAMILO  
RESTREPO ACEVEDO

Fecha de examen: 13 de junio de 2025.

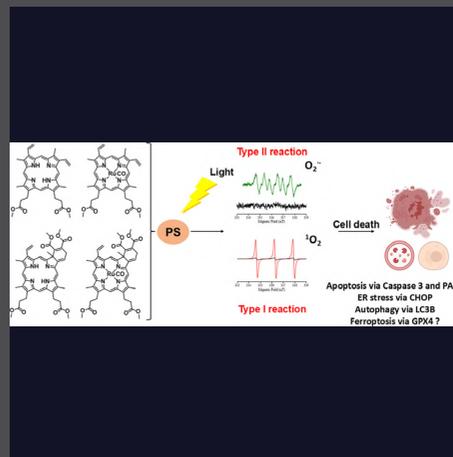
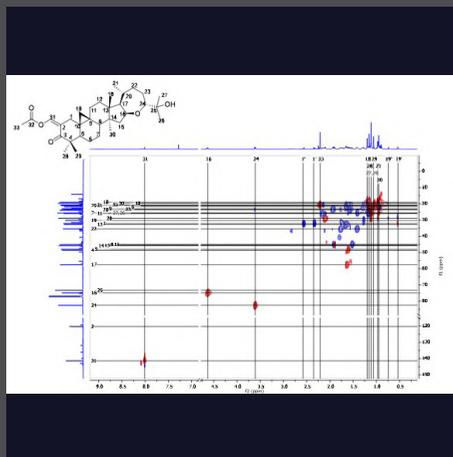
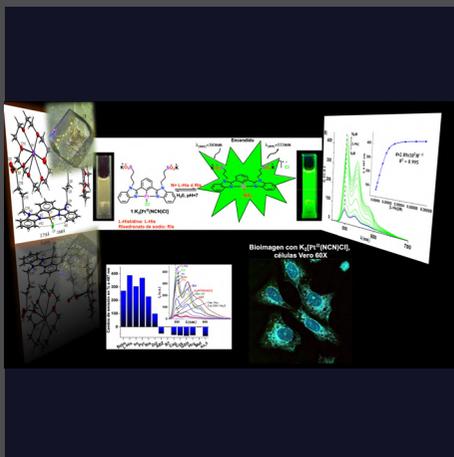
Tesis: *Síntesis de complejos de rutenio con ligandos derivados de la protoporfirina-IX y evaluación de su actividad biológica.*

Grado: Doctor en Ciencias Químicas.

Asesor: Dr. Ronan Le Lagadec.

Lugar: Sala de videoconferencias del IQ.

Registro: TESIUNAM





MARTHA ALEJANDRA  
CABALLERO MUÑOZ

Fecha de examen: 27 de junio de 2025.

Tesis: Arilación oxidante con sales de arildiazonio aplicada en: la formación de enlaces C-S con el par Au(I)/Au(III); y la formación de complejos de Ag(III).

Grado: Doctora en Ciencias Químicas.

Asesora: Dra. Susana Porcel García.

Lugar: Auditorio Lydia Rodríguez Hahn.

Registro: TESIUNAM



MARÍA ESTHER  
MORENO NARVÁEZ

Fecha de examen: 30 de junio de 2025.

Tesis: Síntesis, caracterización y evaluación de la actividad citotóxica de compuestos de coordinación de Pd(II) y Cu(II) con ligantes base de schiff N-arilfluorados y O-glicoconjugados.

Grado: Doctora en Ciencias Químicas.

Asesor: Dr. David Morales Morales.

Lugar: Auditorio Lydia Rodríguez Hahn.

Registro: TESIUNAM



ÁNGEL DAVID  
VÁZQUEZ RAMÍREZ

Fecha de examen: 30 de junio de 2025.

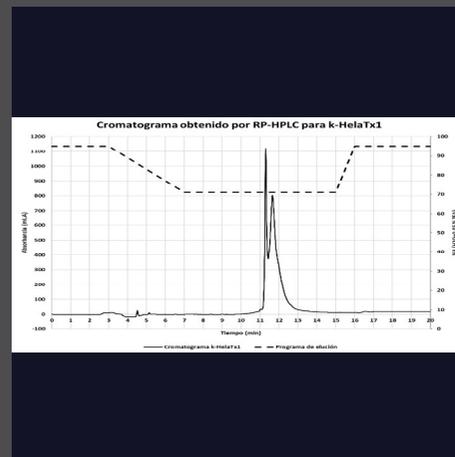
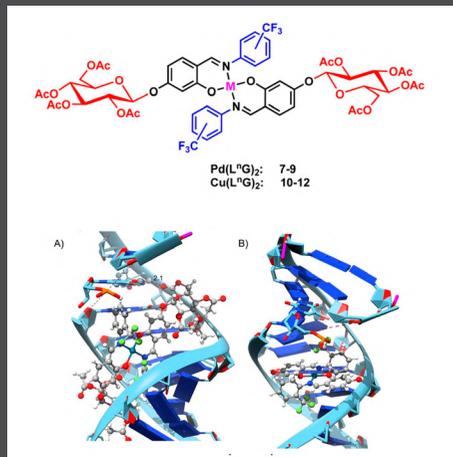
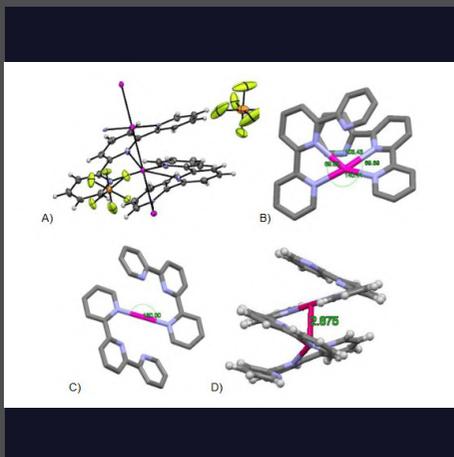
Tesis: Biosíntesis, expresión y caracterización de la toxina  $\kappa$ -HelaTx1.

Grado: Maestro en Ciencias Químicas.

Asesor: Dr. Federico del Río Portilla.

Lugar: Sala de videoconferencias del IQ.

Registro: TESIUNAM



# Artículos publicados del primer semestre 2025



Descarga los artículos

**UNAM**  
Nuestra *gran*  
Universidad

Información proporcionada por la Secretaría Académica