



# Selección

GACETA POLITÉCNICA

Lo mejor del  
**2024**



NÚMERO  
**180**  
31 DE  
DICIEMBRE  
AÑO XVI • VOL. 16





## DIRECTORIO

### INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

**Arturo Reyes Sandoval**  
DIRECTOR GENERAL

**Mauricio Igor Jasso Zaranda**  
SECRETARIO GENERAL

**Ismael Jaidar Monter**  
SECRETARIO ACADÉMICO

**Ana Lilia Coria Páez**  
SECRETARIA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

**Yessica Gasca Castillo**  
SECRETARIA DE INNOVACIÓN E INTEGRACIÓN SOCIAL

**Marco Antonio Sosa Palacios**  
SECRETARIO DE SERVICIOS EDUCATIVOS

**Javier Tapia Santoyo**  
SECRETARIO DE ADMINISTRACIÓN

**Noel Miranda Mendoza**  
SECRETARIO EJECUTIVO DE LA COMISIÓN DE OPERACIÓN  
Y FOMENTO DE ACTIVIDADES ACADÉMICAS

**José Alejandro Camacho Sánchez**  
SECRETARIO EJECUTIVO DEL PATRONATO DE OBRAS  
E INSTALACIONES

**Marx Yazalde Ortiz Correa**  
ABOGADO GENERAL

**Modesto Cárdenas García**  
PRESIDENTE DEL DECANATO

**Orlando David Parada Vicente**  
COORDINADOR GENERAL DE PLANEACIÓN  
E INFORMACIÓN INSTITUCIONAL

**Leonardo Rafael Sánchez Ferreiro**  
COORDINADOR GENERAL DEL CENTRO  
NACIONAL DE CÁLCULO

**Marco Antonio Ramírez Urbina**  
COORDINADOR DE IMAGEN INSTITUCIONAL

### SELECCIÓN GACETA POLITÉCNICA

**Ricardo Gómez Guzmán**  
JEFE DE LA DIVISIÓN DE REDACCIÓN

**Leticia Ortiz**  
editora / lortizb@ipn.mx

**Zenaida Alzaga, Adda Avenaño,  
Rocío Castañeda, Nestor Pinacho,  
Enrique Soto y Claudia Villalobos**  
REPORTEROS

**Gabriela Díaz**  
CORRECTORA DE ESTILO

**Jorge Aguilar,  
Enrique Lair e  
Israel Vera**  
FOTOGRAFÍA

### JEFATURA DE LA DIVISIÓN DE DIFUSIÓN

**Ricardo Urbano Lemus y Gloria Serrano Flores**  
COLABORADORES ESPECIALES

**Verónica Cruz, Jorge Fernández,  
Naomi Hernández, Adriana Pérez  
y Esthela Romo**  
DISEÑO Y FORMACIÓN

**Oscar Cañas, Marco Ramírez  
y Rodrigo Romero**  
VIDEO

**Liliana García, Jorge Juárez,  
Ricardo Mandujano y Edén Vergara**  
COMMUNITY MANAGER Y DISEÑO WEB

[www.ipn.mx](http://www.ipn.mx)  
[www.ipn.mx/imageninstitucional/](http://www.ipn.mx/imageninstitucional/)

### SÍGUENOS EN NUESTRAS REDES

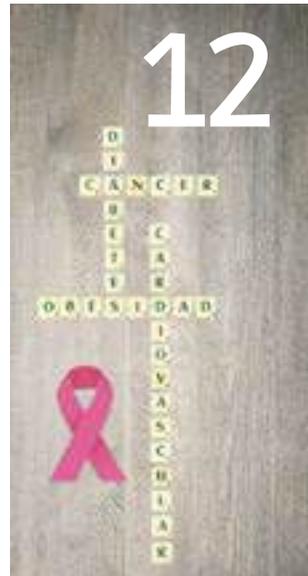


**Selección Gaceta Politécnica**, Año XVI, Volumen 16, Núm. 180, 31 de diciembre de 2024, es una publicación digital mensual, editada por el Instituto Politécnico Nacional, a través de la Coordinación de Imagen Institucional, Av. Luis Enrique Erro S/N, Edificio de la Dirección General del IPN, Zacatenco, Alcaldía Gustavo A. Madero, C.P. 07738, Ciudad de México, teléfono 57296000, extensión 50041, [www.ipn.mx](http://www.ipn.mx) Editor responsable: Marco Antonio Ramírez Urbina. Certificado de Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04 - 2019 - 060410002900 - 203, ISSN: en trámite, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Certificado de licitud de título y contenido No. 16017, otorgado por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Domicilio de la publicación: Coordinación de Imagen Institucional: Av. Luis Enrique Erro S/N, Edificio de la Dirección General del IPN, Zacatenco, Alcaldía Gustavo A. Madero, C.P. 07738, Ciudad de México, teléfono 5729 6000, extensión 50041.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Instituto Politécnico Nacional.

# NÚMERO 180

DICIEMBRE 2024



# ÍNDICE

- 4 Materiales naturales para regenerar tejido óseo
- 9 Logra IPN patente por estudio sobre dengue
- 12 Combate IPN flagelos que afectan la salud
- 18 Realiza IPN edición génica para evitar infección por VIH
- 22 Equipo de diálisis peritoneal automatizada
- 27 Ingeniería fotónica aplicada a la salud
- 30 Efecto de las micotoxinas en la salud humana y animal
- 35 Desarrolla IPN ayudantes robóticos para personas vulnerables
- 38 Construcciones criptográficas para proteger información
- 44 Invernadero inteligente para mejorar producción en cultivos
- 49 Frutos más resilientes con mejoramiento genético
- 52 IPN Ayer y Hoy



# Materiales naturales para regenerar TEJIDO ÓSEO

Científicas del IPN elaboran materiales para regenerar tejido óseo que son biocompatibles con el organismo y de degradación paulatina

**Claudia Villalobos**

Orientar su inventiva a la ingeniería de tejidos constituye una tarea por demás satisfactoria y entretenida para dos científicas del Instituto Politécnico Nacional (IPN), debido a que su mayor reto es crear microambientes con materiales naturales que, al ser biocompatibles, permiten simular las condiciones naturales del organismo para favorecer la interacción

de distintos tipos de células y propiciar la regeneración del tejido óseo en corto tiempo, lo cual sentará las bases de un nuevo tratamiento para personas que han sufrido traumas o pérdida de hueso causada por distintas enfermedades, entre ellas la osteoporosis.

Las investigadoras Lucía Téllez Jurado y Blanca Estela García Pérez, adscritas a la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas (ESIQIE) y a la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB) respectivamente, han probado que mediante estructuras específicas (andamios) biocompatibles generadas a partir de polímeros naturales (polisacáridos) es posible la producción de tejido óseo.

## GÉNESIS

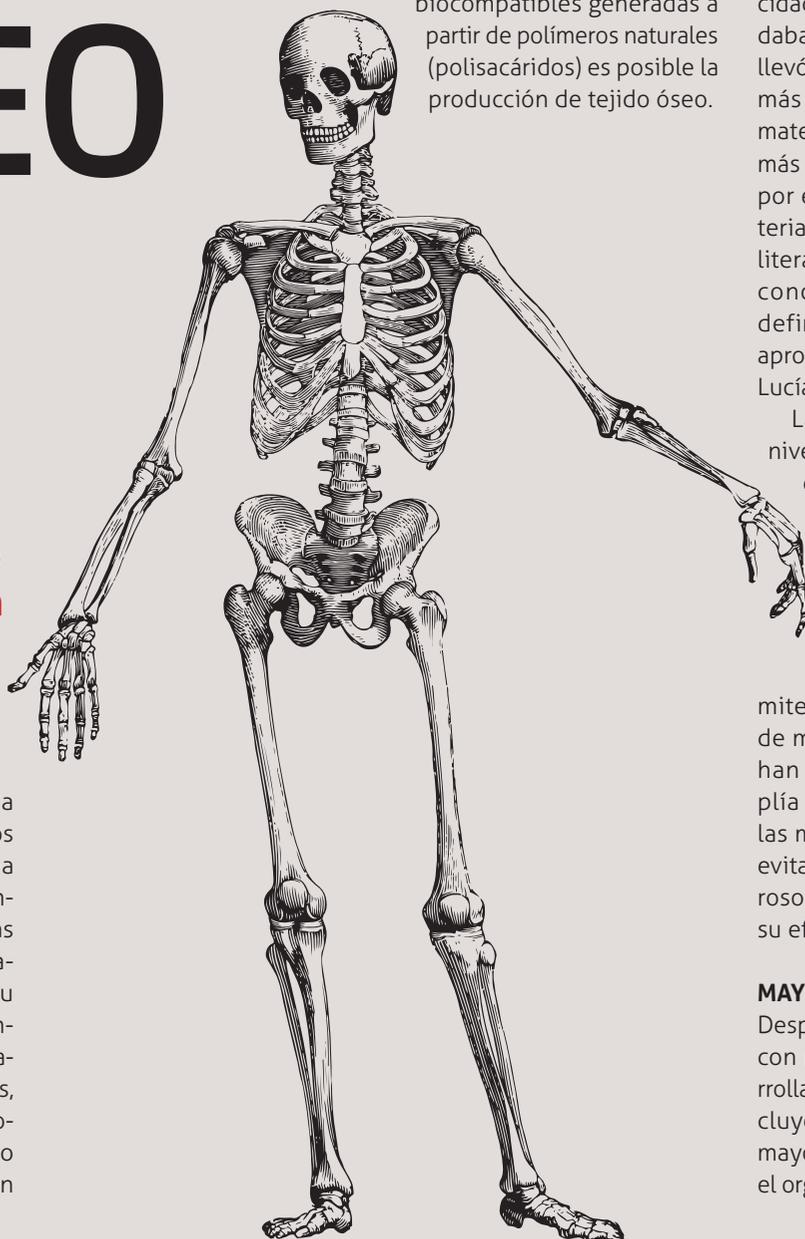
Los primeros materiales los generó la doctora Téllez Jurado hace poco más de una década y desde ese entonces se han diseñado un sinnúmero de ellos con el objetivo de encontrar una respuesta adecuada del organismo, así como buscar que cumplan con la función prevista, que es restaurar el tejido dañado, de esta forma se van definiendo las composiciones más adecuadas.

"Inicialmente se realizaban mezclas de materiales inorgánicos con materiales orgánicos sintéticos comerciales, pero algunos de ellos generaban toxicidad a las células o se degradaban fácilmente, lo que nos llevó a buscar combinaciones más adecuadas para diseñar materiales con características más cercanas a las requeridas por el organismo y crear materiales propios a partir de la literatura científica y nuestro conocimiento previo, para definir los compuestos más apropiados", refirió la doctora Lucía Téllez.

La experta, adscrita en el nivel III del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNII), señaló que actualmente existen metodologías como el diseño y análisis de experimentos estadísticos que permiten predecir propiedades de materiales que aún no se han preparado, lo cual amplía la posibilidad de elegir las mejores composiciones y evitar la realización de numerosos ensayos para examinar su eficacia.

## MAYOR BIOCAMPATIBILIDAD

Después de múltiples ensayos con nuevos materiales desarrollados en el Politécnico concluyeron que para conseguir mayor biocompatibilidad con el organismo, lo más adecuado





Lucía Téllez Jurado y Blanca Estela García Pérez, científicas de la ESIQIE y la ENCB, respectivamente

## El objetivo es utilizar materiales naturales para la regeneración de tejido óseo, ante la pérdida de hueso por enfermedad o traumatismos

De manera natural, los polisacáridos componen la matriz extracelular, por ello las expertas politécnicas evalúan los materiales contruidos a partir de carbohidratos como el almidón para observar su desempeño.

### MANTENIMIENTO Y DEGRADACIÓN

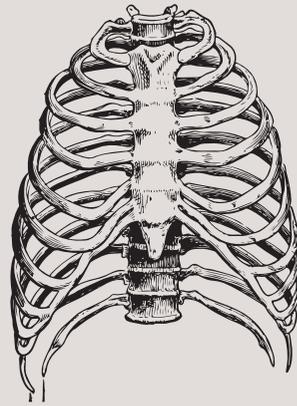
Elaborar los andamios implica alta meticulosidad. Por ello, las científicas han fortalecido su preparación en el área de la nanotecnología. Gracias a los conocimientos adquiridos han tenido la posibilidad de mejorar la estructura de los andamios mediante su construcción con nanofibras.

La doctora García Pérez, quien es integrante del SNI con el nivel III, explicó que los polisacáridos requieren de un elemento inorgánico, cuya función es conseguir que el material se conserve en su sitio y favorecer la estimulación celular para hacer que crezca el hueso.

“Para que los andamios cumplan con su misión deben funcionar como soportes para la formación de nuevo tejido

es incluir componentes naturales para evitar el rechazo e impulsar la regeneración ósea.

“Se elaboraron nuevos materiales a partir de compuestos afines con el organismo, como los carbohidratos (almidones), los cuales se encuentran en la naturaleza; debido a que el cuerpo los reconoce sin problema tenemos la certeza de que son más biocompatibles con el ser humano”, señaló la doctora Blanca Estela García.



#### DATO DE INTERÉS

A diferencia del papel que juega una prótesis en el cuerpo, el propósito de las investigadoras politécnicas no es sustituir el tejido óseo, sino fomentar su crecimiento.

óseo y tienen que sufrir un proceso de degradación paulatina hasta que el nuevo hueso ocupe las oquedades en tratamiento. Además, se espera que los productos de degradación del material no sean tóxicos y puedan eliminarse por las vías naturales del organismo”, explicó.

Mencionó que han probado distintos materiales naturales bioactivos que dan soporte, entre los que destaca el exoesqueleto del camarón, el cual se acondiciona para obtener algunos elementos que se incorporan al compuesto. También están examinando otros materiales extraídos de algas marinas. “Además de ser baratos, con estos productos hemos obtenido resultados alentadores”, advirtió.



Equipo de trabajo que colabora con las científicas del IPN

## RESPUESTA CELULAR

A diferencia del papel que juega una prótesis en el cuerpo, el propósito de las investigadoras politécnicas no es sustituir el tejido óseo, sino fomentar su crecimiento y con ello conseguir que las personas recupe-

ren la funcionalidad natural del hueso. Por ello, imitan, en la medida de lo posible, las condiciones naturales del organismo al generar el microambiente óptimo para todas las células que intervienen en el proceso de regeneración.

Los ensayos *in vitro* tienen un avance significativo. Las formulaciones con mejores resultados son las que integran polímeros naturales. Éstas se probaron con células del hueso (osteoblastos) y observaron que permanecen viables por

## PRODUCTOS GENERADOS

Como parte del proyecto se han desarrollado tres tesis de licenciatura y cinco de maestría, así como publicado artículos científicos en revistas de prestigio internacional y están en proceso tres más. Igualmente se han dado a conocer los resultados obtenidos hasta el momento en diversos congresos nacionales e internacionales.

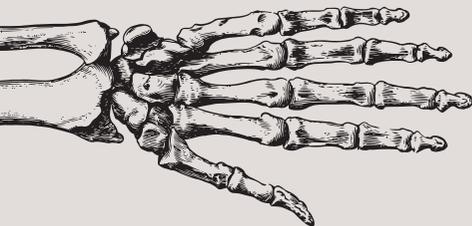
te respuesta de defensa sobre elementos ajenos.

Ante la complejidad de emular un microambiente similar al natural y conseguir una interacción armoniosa entre por lo menos 10 tipos de células que intervienen en la regeneración ósea, las investigadoras hacen diversas combinaciones de materiales en las proporciones que consideran adecuadas para cada estructura, debido a que individualmente la respuesta puede ser favorable, pero cuando incorporan otras diferentes pueden o no gustarles las condiciones y, por ello, se deben hacer ajustes hasta conseguir que todas las células interactúen armónicamente con los materiales.

“Hacemos pruebas hasta los 21 días para monitorear que esas células permanezcan viables y que vayan formando algunos elementos que ya identificamos biológicamente activos, los cuales nos dan una idea de que se está generando nuevo tejido”, detalló la doctora Blanca Estela García.

largo tiempo, lo cual permite mineralizar al formar estructuras en 3D que se asemejan al tejido óseo.

Los materiales también se evaluaron en células endoteliales (que generan nuevos vasos sanguíneos) y se valoran en células de importancia inmunológica, como los monocitos y macrófagos (que son los primeros en responder ante agentes extraños), así como en los linfocitos por su importan-





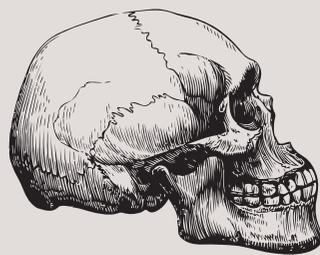
De acuerdo con los ensayos *in vitro*, se ha observado que los materiales desarrollados en el Politécnico son buenos candidatos porque su producción de mediadores inflamatorios no es significativa, lo que es señal de un buen nivel de biocompatibilidad. Una alerta de rechazo es la generación exacerbada de estos mediadores, pero no es el caso de los nuevos materiales politécnicos.

#### **POROSIDAD BENÉFICA**

No obstante que las científicas del IPN han conseguido buenos resultados al experimentar con células endoteliales, actualmente trabajan en la optimización de la porosidad de los materiales, ya que de ello depende la mejor generación de nuevos vasos sanguíneos.

Al respecto, la doctora Lucía Téllez destacó que la porosidad de los materiales juega un papel crucial en la regeneración ósea. "Entre más poroso sea éste se recrea un microambiente más parecido al natural, ya que las células tienen mayor libertad para penetrar entre los poros y con ello favorecen el crecimiento del tejido óseo", acotó.

Durante la obtención de los materiales es necesario el uso de catalizadores, ya que la



catálisis (proceso para incrementar la velocidad de una reacción química) determina el tamaño de los poros. Así que, el uso de ésta permite controlar el tamaño de poros, entre mayor cantidad de catalizador se utilice se obtienen materiales con poros de mayor tamaño. "Para conseguir orificios con dimensión idónea para todas las células que intervienen en este proceso es necesario realizar múltiples ensayos", precisó.

#### **MODELO ANIMAL**

Una vez concluidas las pruebas con células inmunológicas, el siguiente reto para las científicas del IPN es iniciar los estudios *in vivo* en un modelo animal (ratón), mediante los que corroborarán los resultados obtenidos *in vitro*: evaluar la biocompatibilidad y darle estrecho seguimiento para constatar que haya regeneración del tejido y que no

se presente rechazo agudo (inmediato o a las pocas horas) o posterior (después de días).

#### **ADMINISTRACIÓN Y PROTECCIÓN**

El objetivo de las doctoras Blanca Estela García y Lucía Téllez es implantar los materiales directamente en la cavidad donde exista el trauma, por lo que deberá tener un tamaño adecuado en cada caso. "Para que el andamio sea funcional hay que diseñarlo a la medida de cada necesidad, por ello, para conocer el tamaño y profundidad de la fractura o el trauma se emplea una imagen de tomografía que ayuda a tener una idea clara de las características y dimensión que debe tener el material", advirtió Téllez Jurado.

Refirió que se buscará que la administración de los compuestos sea mínimamente invasiva, por lo que se consideraría la posibilidad de incorporarlos mediante hidrogeles para que su administración sea inyectable en la zona específica.

Con el propósito de proteger las combinaciones y la aplicación de los nuevos materiales, en breve se iniciarán los trámites de la patente.

#### **COLABORACIÓN INVALUABLE**

Una parte fundamental en el avance del proyecto está relacionada con las aportaciones que hacen los estudiantes de licenciatura, maestría y doctorado, así como de quienes realizan su servicio social o prácticas profesionales. Todos ellos, desde diferentes aristas han favorecido la generación de conocimiento de frontera, mediante el cual, además de enriquecer su formación profesional, contribuyen a mantener a la vanguardia el conocimiento científico y tecnológico de esta casa de estudios. 

#### **PROBABLES APLICACIONES**

Inicialmente, los nuevos materiales fueron pensados para regenerar traumas o enfermedades de los huesos, no obstante, una vez que se haya probado su eficacia y biocompatibilidad, las doctoras Blanca Estela García y Lucía Téllez consideran que podrían tener otros usos, por ejemplo, para regeneración de hueso en la cavidad oral (paladar hendido) o de la mandíbula.

Además, proyectan elaborar, bajo el mismo principio de andamios, materiales para la regeneración de piel enfocados al tratamiento de llagas en pacientes postrados en cama o con problemas de pie diabético, los cuales podrían aplicarse en la zona específica mediante películas o parches.





# PROGRAMA DE ESTÍMULO AL DESEMPEÑO DOCENTE (PEDD) 2025-2027

**Conoce las bases y  
requisitos en la  
convocatoria a  
través de:**

**[www.ipn.mx/seacademica/](http://www.ipn.mx/seacademica/)**



Registro del 16 de  
diciembre del 2024 al  
31 de enero del 2025

LOGRA IPN PATENTE POR  
ESTUDIO SOBRE

# DENGUE

Investigadores del CeProBi descubrieron una planta que posee un efecto larvicida sobre el vector del dengue, padecimiento que ha tenido un incremento en México y en el mundo



## ENRIQUE SOTO

Científicos del Instituto Politécnico Nacional (IPN) obtuvieron una patente por descubrir que la planta *Lupinus* (leguminosa), la cual crece en regiones templadas del país, contiene compuestos naturales (alcaloides quinolizidínicos), con los que se logra controlar el desarrollo de la etapa larvaria de los mosquitos *Aedes aegypti*, vector transmisor del virus del dengue, enfermedad que en el último año afectó la salud de alrededor de 280 mil personas en México.

La directora y científica del Centro de Productos Bióticos (CeProBi), Kalina Bermúdez Torres –quien lidera al grupo que participa en la investigación–, afirmó que el estudio cobra relevancia por el aumento de los casos confirmados tanto en México como a nivel mundial. “En nuestro país se cuadruplicó entre 2022 y 2023”, puntualizó.

### CAMBIO CLIMÁTICO FAVORECE DESARROLLO DEL MOSQUITO

Esto pudiera explicarse –dijo– por cambios en la distribución del vector, debido a que las condiciones para su desarrollo se han modificado favorablemente, por el aumento de las temperaturas y lluvias atípicas, ambos fenómenos relacionados con El Niño y con el cambio climático, urbanización no planificada, capacidad del vector para desarrollar resistencia a los insecticidas, pero también a la falta de estrategias efectivas para garantizar el involucramiento de la población afectada en las medidas de control.

La doctora Bermúdez sostuvo que ahora ya se encuentra el dengue en lugares templados y donde no llegaba el vector. Añadió que los síntomas de esta enfermedad se pueden confundir con los de COVID-19, porque en ambos casos se puede presentar fiebre, cansancio y dolor de cabeza, así como molestia en músculos, huesos y articulaciones, pero además el dengue puede causar sarpullido, vómito y la presencia de petequias (manchas de color rojo o marrón debido al sangrado debajo de la piel).

La doctora en Ciencias por la Universidad Federico Schiller de Jena, Alemania, expuso que la hembra es la que transmite el virus causante del dengue, pues necesita una ingesta de sangre para el desarrollo de los huevos, que son puestos en reservorios de agua limpia, motivo por el que es de vital importancia que la población incorpore medidas de control del mosquito, como cubrir los recipientes con agua, sobre todo en zonas donde está presente el insecto.

### EFFECTO LARVICIDA DE PLANTA LUPINO SILVESTRE

Kalina Bermúdez Torres enfatizó que los resultados obtenidos en el marco de proyectos financiados tanto por el IPN como por el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (Conahcyt), evidenciaron que los alcaloides quinolizidínicos de una de las especies de lupino silvestre que crecen en nuestro país (*Lupinus bilineatus*), tienen un efecto larvicida sobre el vector del dengue.

“Los alcaloides inhiben la muda de estos insectos, por lo que no pueden desarrollarse y se quedan en estado larval, lo que hace que por un lado no se desarrollen a adultos y, por el otro, permanezcan en el agua y puedan ser controlados más fácilmente. Lo que logramos demostrar es que los alcaloides quinolizidínicos tienen un efecto larvostático; ésta fue la aportación por la cual nos dieron la patente”, subrayó.



Los alcaloides quinolizidínicos de la especie *Lupinus bilineatus* tienen un efecto larvicida sobre el vector del dengue



*Kalina Bermúdez Torres, científica del CeProBi, lidera al grupo que participa en la investigación*





#### DATO DE INTERÉS

El Dengue es la enfermedad que en el último año afectó la salud de alrededor de 280 mil personas en México.



La científica politécnica –quien tiene el Nivel I en el Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNI) del Conahcyt–, acentuó que los alcaloides quinolizidínicos además tienen un efecto larvicida porque también propician mortalidad en el mosquito *Aedes aegypti*.

#### EQUIPO TRABAJA EN OTRA PATENTE

Actualmente su equipo trabaja para que con esta sustancia natural (alcaloides quinolizidínicos) se puedan producir encapsulados que actúen durante la etapa larval del insecto, a efecto de que puedan aumentar la eficacia de éstos y permitan un control sobre su eliminación, por lo que tendrían un menor impacto en el medio ambiente. “El encapsulado coadyuva a almacenar por más tiempo los alcaloides y que no se degraden. Además logra que sean liberados de forma controlada. Para el desarrollo de los encapsulados ya trabajamos en otra patente”, anunció.

Kalina Bermúdez Torres detalló que la planta *Lupinus* crece en regiones de mil 800 hasta los 4 mil metros sobre el nivel del mar. “En el continente americano es donde hay más especies, desde Canadá y Estados Unidos hasta la Patagonia (Argentina y Chile). En otras partes del mundo destaca también el Mediterráneo”, refirió.

Con este proyecto de investigación se han graduado en el nivel maestría seis estudiantes (con el tema de *Lupinus*) y dos más con el estudio del vector *Aedes aegypti* (los maestros en ciencias: Raúl Simeón Michi Flores y Wendolin Borges Coronel).

Finalmente, la investigadora del CeProBi se pronunció a favor de que las campañas de difusión para combatir el dengue sean integrales, es decir, que no sólo se promuevan desde el sector salud, sino que se incorporen como un tema de educación ambiental en las escuelas. “Todas las personas que habitan en zonas donde está presente el dengue deben participar con medidas de prevención y no esperar a que se les solucione el problema”, concluyó. 



**9 DE 10**  
CADA

casos de muertes  
ocurren en México  
por problemas de  
salud

# Combate IPN

## flagelos que afectan la salud

Investigadores del IPN realizan ciencia de frontera para innovar tratamientos contra enfermedades cardiovasculares, diabetes mellitus, cáncer y obesidad

**CLAUDIA VILLALOBOS**

Desde épocas ancestrales las enfermedades tienen presencia en las civilizaciones de todo el mundo; no obstante, las condiciones de salud cambiaron con la evolución de las prácticas médicas, los adelantos científicos y las condiciones de vida de las poblaciones. De esa forma, padecimientos con alta prevalencia y mortalidad ahora han desaparecido, pero en su lugar ha crecido la incidencia de otros que, aunque son de origen multifactorial, están muy relacionados con los estilos de vida, el uso desmedido de combustibles fósiles y la industrialización de los alimentos.

Si bien es cierto que, con el paso del tiempo, y ante una mayor prevención y disposición de nuevos fármacos, la es-

peranza de vida se incrementó en el mundo, ha sido necesario redoblar esfuerzos para conocer las causas o mecanismos (fisiopatología) de las enfermedades que se han convertido en epidemias y en cuyo curso se debe interferir para contar con mejores herramientas para contrarrestarlas.

En México actualmente existen cuatro flagelos de la salud que cada año cobran la vida de miles de personas, el primer lugar lo ocupan, desde hace más de 20 años, las enfermedades cardiovasculares, el segundo sitio de prevalencia es la diabetes mellitus, mientras que los tumores malignos (cáncer) se colocan en la tercera posición.

Es importante incluir a la obesidad como uno de los flagelos de la salud porque, de acuerdo con proyecciones

En 2023,  
los padecimientos  
cardiacos ocasionaron

**97187**  
decesos

de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), los padecimientos relacionados con la obesidad reducirán la esperanza de vida de los mexicanos en más de 4 años durante las próximas tres décadas, ya que se calcula que el índice de masa corporal (IMC) del 70 por ciento de los adultos supera los 25 puntos (que indica un peso normal) y de esa cifra, el 40 por ciento registra un IMC de 30 en adelante (obesidad).

En ese contexto, es preciso subrayar que la obesidad constituye un importante factor de riesgo en el desarrollo de enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) que son causa importante de morbilidad y mortalidad, como el síndrome metabólico, múltiples tipos de cáncer, diabetes, afecciones cardiovasculares y nefropatías, entre otras.

Debido a la alta prevalencia de estos padecimientos a nivel nacional e internacional, científicos de todo el mundo, incluidos los del Instituto Politécnico Nacional (IPN), realizan investigaciones de frontera para contrarrestarlas, evitar que sigan mermando la calidad de vida de las personas y/o se la arrebatan a individuos cada vez más jóvenes.



C<sub>4</sub>  
A<sub>1</sub>  
R<sub>1</sub>  
D<sub>1</sub>  
I<sub>1</sub>  
O<sub>2</sub>  
V<sub>6</sub>  
A<sub>1</sub>  
S<sub>1</sub>  
C<sub>4</sub>  
U<sub>1</sub>  
L<sub>2</sub>  
A<sub>1</sub>  
R<sub>1</sub>

### DECESOS DEL CORAZÓN

Actualmente las enfermedades cardiovasculares representan la principal causa de morbilidad en el mundo. De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 9 de cada 10 casos de las muertes ocurridas en México están relacionadas con problemas de salud. Desde 1980 las enfermedades del corazón constituyen la primera causa de mortalidad general en México y en 2023 ocasionó 97 mil 187 decesos.

De seguir así la tendencia, se calcula que en 2030 morirán alrededor de 23.3 millones de personas por Enfermedades Cardiovasculares (ECV), por ello el científico del IPN Juan Manuel Vélez Reséndiz, quien posee una larga y sólida trayectoria orientada a la búsqueda de nuevas alternativas para tratar y remediar afecciones cardiovasculares, ha hecho de la nanotecnología una aliada prometedora para su prevención y cura.

El especialista de la Escuela Superior de Medicina (ESM) busca mediante el desarrollo de nanodispositivos (medicamentos inteligentes) coadyuvar a reducir las estadísticas de arritmias cardiacas, arterioesclerosis, isquemia, derrames cerebrales, aneurismas aórticos, infartos agudos al miocardio y síncope, entre otros padecimientos que afectan a miles de mexicanos, quienes se enfrentan todos los días a una

calidad de vida mermada, consultas médicas saturadas, emergencias y atención quirúrgica en diversos hospitales del país.

El experto adscrito con el nivel I en el Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNI) precisó que la escala nano que usan para desarrollar los dispositivos permite que los medicamentos sean inteligentes y sin efectos colaterales, ya que aprovechan las propiedades electromagnéticas para dirigir y controlar que lleguen a nivel molecular únicamente a sitios específicos en el organismo, como células, tejidos y vasos sanguíneos.

Los nanodispositivos además permitirán el diagnóstico y detección temprana de enfermedades cardiovasculares y el tratamiento individualizado de pacientes. También podrán funcionar como acarreadores, es decir, tendrán la capacidad de liberar fármacos para corregir el mal acoplamiento de proteínas defectuosas. "Buscaremos que provoquen efectos terapéuticos a bajas dosis por periodos prolongados y que sean biodegradables para que después de realizar su función sean eliminados del organismo para que tengan nulos o escasos efectos secundarios, en comparación con los fármacos convencionales", aseguró.



Para Juan Manuel Vélez Reséndiz, científico de la ESM, la nanotecnología es una aliada para prevenir y curar enfermedades cardiovasculares



D,  
I,  
A,  
B<sub>3</sub>,  
E,  
T,  
E,  
S,

## DULCE Y MORTAL

La diabetes mellitus es una enfermedad crónica en la que el organismo no introduce la glucosa a las células apropiadamente. Como causa de las complicaciones propias de este padecimiento, el INEGI reportó 55 mil 885 fallecimientos en 2023. El subdiagnóstico que se presenta actualmente se relaciona con el descubrimiento de la enfermedad en etapas tardías, lo cual dificulta el tratamiento y acelera complicaciones como problemas cardiovasculares, renales, oftalmológicos y de pie diabético, entre otras.

Las personas con diabetes no producen la cantidad suficiente de insulina (hormona que permite el ingreso del azúcar de la sangre a las células para que éstas la usen como energía) o no pueden usar adecuadamente la que generan.

Quienes padecen diabetes tipo 2 inicialmente responden a tratamientos con pastillas, pero con el tiempo pueden requerir insulina para un mejor control. Las personas con el tipo 1, tienen deficiencia absoluta de la hormona y es imprescindible para su regulación.

Ante esta situación, una pequeña molécula descubierta de manera fortuita por la científica de la Escuela Superior de Medicina, Guadalupe Villanueva

López, y por el investigador de los Laboratorios Krosslink Laboratories, en Nueva York, Robert David Kross,<sup>(\*)</sup> podría ser un parteaguas en el control de la diabetes mellitus tipos 1 y 2, debido a que posee el mismo efecto de la insulina, pero su vía de administración es oral.

La molécula, registrada en Estados Unidos con la patente US 11,439,606 B2, brindaría mejor calidad de vida a las personas con diabetes mellitus tipos 1 y 2 y favorecería el apego a los tratamientos al prescindir de la inyección diaria. "Las complicaciones que genera la diabetes se relacionan con los factores ambientales del paciente, pero en gran medida la falta de apego a los tratamientos es la principal causa de éstas, ya que, aun diagnosticadas, las personas no cambian sus hábitos porque creen que los fármacos por sí solos evitarán las etapas de gravedad", advirtió Villanueva López.

"A diferencia de la metformina (hipoglucemiante oral para el control de la diabetes mellitus tipo 2), la nueva molécula también sería útil para personas con diabetes tipo 1, debido a que actúa sobre el receptor de la insulina", señaló la experta adscrita al SNII con el nivel I.



El INEGI reportó,  
en 2023,  
**55 885**  
fallecimientos por  
complicaciones  
de diabetes

Representaría una ventaja para el tratamiento de los niños con diabetes tipo 1, quienes no tendrían necesidad de aprender a inyectarse desde edades tempranas. El hallazgo podría revolucionar el control de la glucosa de millones de personas en el mundo y en México, donde esta enfermedad representa la segunda causa de muerte entre la población.



Guadalupe Villanueva López, investigadora de la ESM, descubrió, junto con otro científico extranjero, una molécula para el control de la diabetes tipo 1 y tipo 2



# C, Á, N, C, E, R,



## DATO DE INTERÉS

El doctor Correa Basurto cuenta con la patente por el diseño y síntesis de un compuesto derivado del ácido valproico (fármaco anticonvulsionante) denominado HO-AAVPA, que posee propiedades antiproliferativas en células HeLa (de cáncer cérvico uterino) y de cáncer de mama –incluso de tipo triple negativo–.

## CRECIMIENTO CELULAR DESCONTROLADO

Como mecanismo natural las células crecen, se reproducen, cumplen con su función y mueren (excepto las del miocardio y sistema nervioso central); sin embargo, por alteraciones bioquímicas en ese proceso estas microscópicas máquinas naturales se replican desordenadamente, con defectos genéticos y se vuelven inmortales al no ocurrir la apoptosis (muerte celular programada y regulada genéticamente).

Al dividirse más de los límites normales, las células malignas inician una loca carrera que, a pesar del vertiginoso avance de la ciencia, los científicos de todo el mundo no han podido descifrar y explicar por qué el cáncer comprende un grupo de patologías que se comportan de forma distinta, tienen diferente pronóstico y evolucionan de manera específica.

El Instituto Politécnico Nacional se ha sumado de forma permanente a la búsqueda mundial de nuevos tratamientos que generen menos efectos secundarios y sean más efectivos contra la enfermedad que afecta a millones de personas en el orbe y que, en 2023 causó la muerte de 45 mil 409 mexicanos.

Para contribuir a reducir esas cifras, desde hace más de una década, un grupo de científicos de la Escuela Superior de Medicina, liderado por el doctor José Correa Basurto, utiliza técnicas innovadoras para desarrollar distintos proyectos en torno al diseño, síntesis y ensayo preclínico de diferentes compuestos con actividad anticancerígena.

Uno de los logros de esta investigación de frontera es la patente otorgada por el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI) por el diseño y síntesis de un compuesto derivado del ácido valproico (fármaco anticonvulsionante) denominado HO-AAVPA, que posee propiedades antiproliferativas en células HeLa (de cáncer cérvico uterino) y de cáncer de mama –incluso de tipo triple negativo–.

“La molécula que ya tiene otros estudios complementarios preclínicos (farmacocinética y toxicidad), perfilándose así para la transferencia tecnológica, espera que alguna empresa la incluya en su lista de nuevas moléculas. Por ello, el hallazgo abre las expectativas para contar en un futuro con un nuevo fármaco más efectivo y menos tóxico contra estas neoplasias”, advirtió el científico politécnico.

Detrás de esta aportación científica hay 12 años de estudios del especialista nivel III del SNII y su equipo de trabajo, quienes para desarrollar el fármaco a la medida diseñaron más de mil moléculas *in silico*, las cuales analizaron informáticamente mediante herramientas de quimiinformática, bioinformática de secuencias (análisis de secuencias de ácidos nucleicos y de proteínas) y bioinformática estructural, plegamiento de proteínas y estudios de docking y dinámica molecular (acoplamiento molecular).

Actualmente cuentan con estudios complementarios de metabolómica que ayudan a describir las vías de señaliza-

ción que se afectan en las células de cáncer de mama. Los resultados se han presentado en 10 congresos nacionales e internacionales. Está en trámite la patente de tres nuevos inhibidores más de proteínas llamadas histonas desacetilasas (HDACs) y esperan transferir la tecnología de la patente a una empresa española, además de estar en proceso de negociación con una Startup mexicana.



**La bioinformática** ha sido fundamental para impulsar las investigaciones de la ESM con miras a la búsqueda de un nuevo fármaco más efectivo y menos tóxico



El cáncer, en 2023, causó la muerte de

**45 409**  
mexicanos



José Correa Basurto encabeza un grupo de científicos de la ESM que desarrolla compuestos con actividad anticancerígena

## CÓMPLICE DE LA MUERTE

La obesidad, afección crónica caracterizada por el exceso de grasa corporal, se ha convertido en cómplice de la muerte, ya que existe la fuerte evidencia científica de su relación intrínseca en el desarrollo de enfermedad cardiovascular, diabetes mellitus tipo 2 y de distintos tipos de cáncer.

Las cifras globales no son alentadoras para México, ya que lo ubican como el país con el primer lugar en el mundo en obesidad infantil, y el segundo en adultos, superado solamente por Estados Unidos de Norteamérica. De acuerdo con la cien-

tífica de la Escuela Superior de Medicina, Ivonne María Olivares Corichi, estas cifras tienen relación directa con la dieta alta en calorías y poca actividad física.

Ante la dificultad de concientizar a la población sobre la necesidad de cambiar hábitos alimenticios (gran parte de la comida mexicana es frita) y sus estilos de vida para mejorar la salud, los especialistas del Politécnico han unido esfuerzos para desarrollar proyectos multidisciplinarios enfocados a generar alimentos funcionales (con efectos benéficos contra alguna enfermedad, en este caso la

obesidad) en los que participan distintas Redes de Investigación.

Un estudio realizado hace algunos años sobre la insulina y su relación con diabetes, síndrome metabólico y obesidad, condujo a la doctora Olivares Corichi a investigar sobre productos funcionales capaces de lograr un control metabólico de los pacientes y estimular la pérdida de peso mediante el consumo de alimentos sanos y económicos.

En colaboración con las doctoras Alicia Ortiz Moreno y María Elena Sánchez Pardo, ambas investigadoras de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB), quienes pertenecen a la Red de Biotecnología; el doctor José Rubén García Sánchez y la doctora Olivares Corichi (miembros de la Red de Salud), así como la doctora Liliana Gutiérrez López, los tres de la ESM, estudian algunos alimentos funcionales para tratar la obesidad.

El más reciente de ellos es un panecito elaborado con garbanzo y un probiótico que es rico en proteína, antioxidantes y fibra, el cual tiene potencial para sustituir comida chatarra. "Este tipo de alimentos tendrán la propiedad de promover un mejor metabolismo de los alimentos que se consumen, disminuir grasas y aumentar masa muscular", aclaró la especialista.

Mediante la participación de las doctoras Ana Lilia Corria Páez y Emma Frida Galicia Haro de la Escuela Superior de Comercio y Administración (ESCA), Unidad Tepepan, e integrantes de la Red de Desarrollo Económico, se buscará el apoyo de algunas cooperativas para transferirles la tecnología y que se encarguen de la fabricación. La meta será encontrar la logística para hacerlo llegar a zonas desprotegidas en don-

de no tienen acceso a una alimentación que incluya proteínas de productos cárnicos.

La especialista adscrita con el nivel II en el SNII aconseja a la población que procure consumir una dieta con alimentos de diversos colores, ya que ello favorece la ingesta de diferentes nutrientes que se requieren para mantenerse saludables.

Al poner a disposición de la sociedad sus capacidades científicas, tecnológicas y de innovación, el Instituto Politécnico Nacional tiene el propósito de contribuir a la solución de los problemas de salud que aquejan a la sociedad nacional e internacional. Estos proyectos son únicamente una pequeña muestra de los esfuerzos cotidianos de la fuerza científica de nuestra casa de estudios en pro del bienestar y el cuidado de la salud.



*Ivonne María Olivares Corichi, investigadora de la ESM, estudia productos funcionales para lograr un control metabólico de los pacientes y estimular pérdida de peso*

O<sub>2</sub> B<sub>3</sub> E<sub>1</sub> S<sub>1</sub> I<sub>1</sub> D<sub>1</sub> A<sub>1</sub> D<sub>1</sub>





# Maestría en Ciencias en Sistemas Digitales

Convocatorias  
para ingreso  
en febrero en agosto  
2025A y 2025B

¡Prepara tus documentos!  
Conoce las bases en:  
[www.citedi.mx/miposgrado](http://www.citedi.mx/miposgrado)

Programas en modalidad escolarizada  
reconocidos por el  
Sistema Nacional de Posgrados del



**CONAHCYT**

CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES  
CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS



Instituto Politécnico Nacional  
"La Técnica al Servicio de la Patria"



Realiza IPN

# edición génica para evitar infección por VIH

Mediante la técnica CRISPR-Cas9 se consiguió eliminar de células inmunológicas un dominio de unión del VIH en el correceptor CCR5 que utiliza el virus para ingresar a las células, las cuales con esta modificación, en teoría, serían resistentes a la infección

**CLAUDIA VILLALOBOS**

**E**n el futuro las terapias génicas prometen tratar muchas enfermedades e infecciones que hasta ahora no tienen cura, como el Virus de la Inmunodeficiencia Humana (VIH). Una de las herramientas más novedosas, que seguramente transformará la medicina genómica, es la tecnología CRISPR-Cas9, la cual permite hacer cortes de alta precisión, insertar secuencias y eliminar la expresión de proteínas para modificar genes en el Ácido Desoxirribonucleico (ADN) asociados a alguna enfermedad.

Actualmente los tratamientos anti-retrovirales contra el VIH tienen un alto grado de eficiencia y ofrecen buena calidad de vida a las personas contagiadas, sin embargo, es importante profundizar en los estudios acorde a los avances científicos. En ese contexto, un grupo de expertos del Instituto Politécnico Nacional (IPN) ha utilizado las "tijeras moleculares" para editar de las células las proteínas correceptoras que abren la puerta al Virus de la Inmunodeficiencia Humana.

Al respecto, el doctor Santiago Villafaña Rauda, quien lidera la investigación en el Laboratorio de Terapia Génica Experimental de la Escuela Superior de Medicina (ESM) y es apoyado por la doctora Karla Aidee Aguayo Cerón, así como por el estudiante de doctorado Asdrúbal González Carteño, destacó que en México apenas comienza a utilizarse la técnica CRISPR-Cas9, la cual proviene del sistema de defensa bacteriano, mediante el uso de la enzima Cas9 de la bacteria *Streptococcus pyogenes*. Informó que en esa unidad académica cuentan con la infraestructura requerida para realizar la ciencia de frontera y la emplean con el propósito de ofrecer a largo plazo mejor calidad a los pacientes con el Virus de la Inmunodeficiencia Humana.

#### DATO DE INTERÉS

Los monocitos son células del sistema inmunológico que se sitúan en la primera línea de defensa del organismo y por lo tanto están expuestas a la infección inicial del VIH.



Santiago Villafaña Rauda (tercero de derecha a izquierda) encabeza esta investigación

#### CÉLULAS RESISTENTES

"Los monocitos son células del sistema inmunológico que se ubican en la primera línea de defensa del organismo y por lo tanto están expuestas a la infección inicial del virus, por ello fueron nuestro gran blanco de estudio", señaló Asdrúbal González, maestro en ciencias en farmacología, grado que obtuvo con esta investigación.

El joven, quien comenzó los estudios mediante su trabajo de maestría, explicó que los monocitos sirven como reservorio del VIH y al ser infectados producen copias del patógeno y lo perpetúan en el organismo. Debido a que el virus utiliza a los correceptores CCR5 y CXCR4 para ingresar a las células, la técnica de edición génica se centró en eliminar esa puerta de acceso para buscar que las células sean resistentes a la infección.

Al no encontrarse disponibles dichos correceptores, se cree que el virus no tendrá puerta de entrada. Como en ese momento no ha ingresado a las células, el sistema inmunológico tiene tiempo para detectarlo, eliminarlo y así reducir el total de células infectadas.

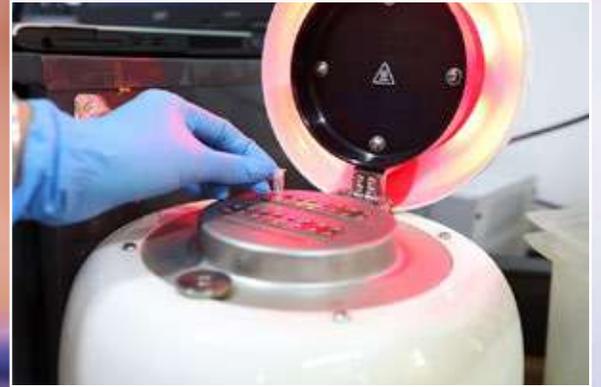
"Cuando el virus está en el interior de la célula, el sistema inmunológico ya no lo

detecta, pero si se eliminan los correceptores de las células, las defensas tendrán la posibilidad de atacar al patógeno, de ahí la importancia de hacer resistentes a las células", expuso González Carteño.

El doctor Villafaña Rauda mencionó que existe un porcentaje mínimo de seres humanos que no expresan de manera funcional el correceptor CCR5 para el ingreso del virus y por lo tanto son inmunes a la infección por VIH. "Lo que queremos conseguir a largo plazo es generar un fármaco que haga a las células resistentes a la infección y que sea un tratamiento complementario a los antirretrovirales para las personas infectadas", puntualizó.

#### LA INFECCIÓN

Cuando el VIH ingresa al organismo, sus múltiples copias atacan al sistema inmunológico del individuo e infectan a sus células de por vida, ya que su mecanismo de acción implica integrar su genoma viral dentro de la célula huésped, la cual puede replicar el virus en el corto plazo o mantenerlo latente por un tiempo, pero esta estructura biológica queda incrustada de por vida y, por lo tanto, en algún momento, genera copias del virus para seguir infectando a las células sanas.



Debido a que el material genético del VIH se incrusta dentro de las células y no queda ningún marcador en la superficie membranal que indique al sistema inmunológico alguna anomalía, las células infectadas no son destruidas. Mediante la terapia antirretroviral se disminuyen en sangre esas copias del virus, de viriones maduros, y así se evita que haya más células contagiadas. Cuando una persona llega al estadio más avanzado de la enfermedad posee muy pocas células sanas y se desarrolla el Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida (SIDA).

### TIJERAS MOLECULARES

Cas9 es una enzima extraída del sistema de defensa de la bacteria *Streptococcus pyogenes*; asociada con una secuencia guía, ésta tiene la capacidad de reconocer ciertas secuencias específicas de nucleótidos —pequeñas moléculas que constituyen el componente básico de los Ácidos Desoxirribonucleico (ADN) y Ribonucleico (ARN)—, para editar o cortar secuencias de genes que expresan proteínas involucradas en alguna patología.

Para realizar la edición con alto grado de precisión, el grupo de investigadores politécnicos utilizó un software especial para diseñar una secuencia guía. Analizaron el genoma humano y usaron el programa in-

formático CRISPR MULTITARGETER para identificar la región editable dentro del gen que codifica las proteínas de interés. El siguiente paso consistió en verificar, mediante una alineación de secuencias (blasteo), que éstas no afectaran a ningún otro gen o región del genoma que no se quisiera editar, ya que el proceso es irreversible.

Posteriormente, se utilizaron bases de RNA para producir la secuencia guía mediante un sintetizador de oligonucleótidos, infraestructura de vanguardia para realizar este tipo de investigaciones con las que cuentan en la Escuela Superior de Medicina.

“Gracias a la síntesis de la secuencia guía, creada en nuestro laboratorio, fue posible llevar a cabo la edición de los genes que codifican las proteínas correceptoras para el ingreso del VIH. La idea es mantener alto el porcentaje de células resistentes para que el sistema inmunológico realice sus funciones normales, lo cual fortalecería el sistema de defensa”, mencionó el doctor Villafaña Rauda.

### EVALUACIÓN

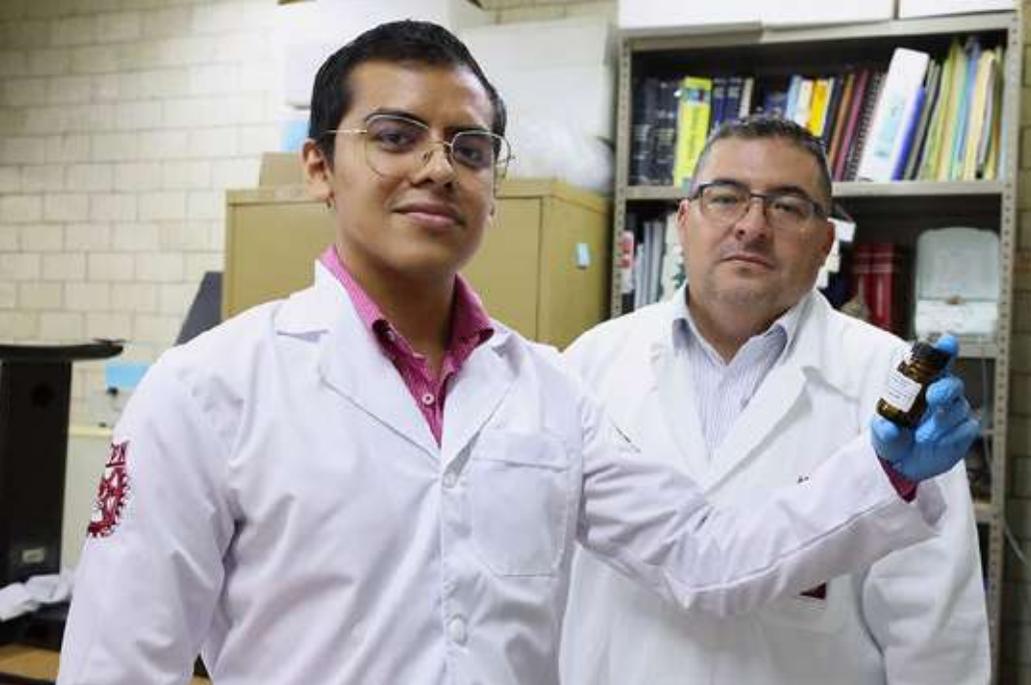
Una vez purificada, la secuencia guía se evaluó en el Laboratorio de investigación

en genética de enfermedades metabólicas, dirigido por el doctor Rodrigo Romero Nava, en donde se llevan a cabo pruebas experimentales en el cultivo celular.

Al realizar un análisis de expresión relativa mediante la técnica de Reacción en Cadena de Polimerasa (PCR) evaluaron la línea monocítica THP-1 del sistema inmune y corroboraron que la técnica CRISPR-Cas9 eliminó la expresión del dominio del correceptor CCR5 en un 95.3 por ciento en células editadas respecto a un grupo control sin edición.

Este adelanto quedó plasmado en la tesis de maestría de Asdrúbal González Carteño, dirigida por los doctores Santiago Villafaña Rauda y Karla Aidee Aguayo Cerón.

Aunque en teoría las células que no expresan esos correceptores pierden su capacidad de ser infectadas, el camino de la investigación aún es largo, ya que se tienen que profundizar los estudios. El doctor Villafaña Rauda mencionó que en la siguiente etapa buscarán probar las secuencias guía en otro tipo de células, además reconoció que se trata de un proyecto muy prometedor, pero con muchas etapas por evaluar.



Estudiante de doctorado Asdrúbal González Carteño con el doctor Santiago Villafaña

### MÉDULA ÓSEA

Para contar con una forma adecuada de transportar la secuencia guía, los expertos politécnicos utilizaron lipofectamina, la cual consiste en pequeños liposomas en cuyo interior colocaron esta secuencia guía y la enzima. "Así podremos hacer que llegue de manera segura al organismo el sistema de edición CRISPR-Cas9 en las células blanco", advirtió el experto del Politécnico.

El alumno Asdrúbal González refirió que algunos grupos de investigación ya experimentan con técnicas de edición génica para tratar de buscar una mejor calidad de vida de las personas con VIH. "Consiste en un tratamiento personalizado cuyo proceso es extraer sangre a los pacientes para obtener las células, las cuales editan e introducen nuevamente al paciente".

El tratamiento que desea diseñar el grupo de científicos politécnicos, a largo plazo, consiste en editar las células de los pacientes en la médula ósea, debido a que ahí se generan las células madre hematopoyéticas que dan lugar a todos los linajes celulares sanguíneos, incluyendo los del sistema inmunológico como los monocitos y linfocitos.

"Si conseguimos editar las células madre que todavía no expresan los correceptores CCR5 y CXCR4 suponemos que cuando se empiecen a diferenciar existe una alta posibilidad de que toda su progenie sean células resistentes al VIH, porque no tendrían forma de expresar esas proteínas, de manera similar a lo que ocurre con el



**Los monocitos sirven como reservorio del VIH y al ser infectados producen copias del patógeno y lo perpetúan en el organismo**



pequeño porcentaje de personas que de forma natural expresan la mutación a esos correceptores y son resistentes", expuso.

Los investigadores consideraron que dicho tratamiento podría ser de gran utilidad para aplicar a personas sanas que formen parte de grupos de riesgo o como parte de una terapia combinada con el coctel de antirretrovirales para mantener siempre bajo el número de células infectadas y la función normal del sistema inmunológico.

### COLABORACIÓN

Es innegable que la colaboración entre científicos aporta conocimiento y experiencia. La contribución de los estudiantes de posgrado como Citlali Margarita Blancas Nápoles, Sergio Adrián Ocampo Ortega, Vivany Maydel Sierra Sánchez, Aina Daniela Sánchez Maldonado, Elizabeth Soto Montes e Indira Medina Reséndiz, así como Fernanda Elizabeth Hernández Gutiérrez de licenciatura, es fundamental para alcanzar los objetivos de manera conjunta.

Como parte de los logros alcanzados con este proyecto de investigación, Asdrúbal González Carteño participó recientemente en el XXX Congreso Estudiantil de Farmacología y XIII Congreso Estudiantil de Ciencias sin Fronteras, organizado por la Universidad Tominaga Nakamoto, en donde obtuvo el primer lugar en la categoría de investigación experimental con el cartel "Edición génica por CRISPR-Cas9 de CCR5 y CXCR4 en monocitos".

De igual forma, ya se trabaja en la elaboración de un artículo científico que se enviará a una revista de prestigio internacional para su publicación. 

# Equipo de DIÁLISIS PERITONEAL automatizada



Se estima que en México alrededor de **150 mil mexicanos padecen Enfermedad Renal Crónica** y, en el mediano plazo, personas con este padecimiento podrían beneficiarse con esta nueva tecnología de alta funcionalidad y bajo costo

## CLAUDIA VILLALOBOS

Al estar asociada con enfermedades crónicas de alta prevalencia en la población mexicana, como diabetes mellitus e hipertensión arterial, la Enfermedad Renal Crónica (ERC) constituye un problema de salud pública en nuestro país. El Instituto Nacional de Salud Pública (INSP) estima que actualmente alrededor de 6.2 millones de mexicanos con diabetes presentan insuficiencia renal en sus distintas etapas, pero al no estar visibilizada ni existir una cultura de la prevención, las personas acuden al médico cuando la única solución es la diálisis, hemodiálisis o trasplante renal.



**Christopher René Torres, científico de la ESIME Zacatenco (primero a la izquierda) con maestro en ciencias Sergio Rodrigo Méndez**

Ante tal circunstancia y tomando en cuenta la creciente necesidad de contar con mayor infraestructura para ofrecer atención a los pacientes, el científico del Instituto Politécnico Nacional (IPN) Christopher René Torres San Miguel y un grupo de estudiantes materializaron su ingenio y vocación de servicio al diseñar y construir una máquina de diálisis peritoneal automatizada, mediante la cual buscan contribuir a mejorar la calidad de vida de miles de mexicanos con Enfermedad Renal Crónica sometidos a tratamiento de diálisis peritoneal.

### ECONÓMICA Y EFICAZ

Bajo el sello innovador politécnico, el equipo que realiza la misma función que la de un ciclador convencional, pero su operación es más sencilla, se construyó en la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (ESIME), Unidad Zacatenco, a partir de estrictos estándares de calidad internacionales y con apego a los requisitos establecidos en la normatividad respectiva.

“El precio de un equipo comercial importado para diálisis peritoneal es de aproximadamente 400 mil pesos, esto dificulta su adquisición y los derechohabientes deben acudir a los centros hospitalarios a recibir su tratamiento, donde la demanda del servicio es alta y la infraestructura insuficiente debido a que adquirirla representa un costo elevado”, señaló el investigador politécnico.

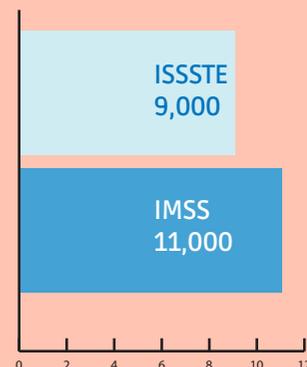
El desarrollo de unos conectores para adaptar diferentes tipos de bolsas para diálisis a una máquina automatizada, solicitados al doctor Torres San Miguel por especialistas del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), fue el punto de partida para iniciar el diseño de esta tecnología nacional, que desde el inicio se concibió como un desarrollo económico y eficaz para atender los retos que implica la ERC, ya que al ser portable facilitaría los tratamientos ambulatorios.

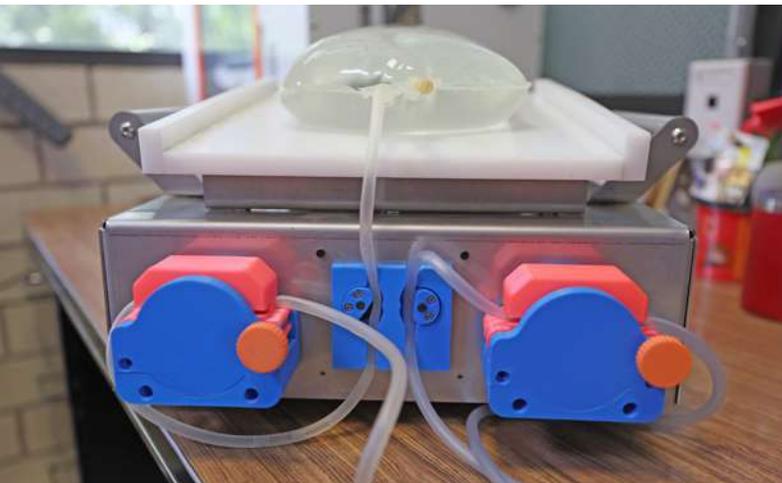
# 400 MIL PESOS

es el costo aproximado de un equipo comercial importado para diálisis peritoneal



## PACIENTES ATENDIDOS CON ERC





**La máquina diseñada en la ESIME Zacatenco únicamente requiere la conexión de una manguera, lo cual reduce riesgo de infecciones**



**Sensor de turbidez**

El experto en ingeniería mecánica refirió que el ISSSTE atiende a alrededor de 9 mil pacientes con ERC, mientras que aproximadamente 11 mil personas con este padecimiento están adscritos al Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS). “Como consecuencia de ello, la inversión que hacen estas instancias de salud en insumos para los tratamientos de diálisis es onerosa, por lo que, mediante el desarrollo de tecnología innovadora, pensamos en abatir costos y fortalecer la atención médica de los derechohabientes”, precisó.

### INNOVACIÓN

La Enfermedad Renal Crónica evoluciona cuando los riñones dañados no pueden realizar correctamente la filtración de la sangre. Mediante la diálisis peritoneal se ayuda al paciente a eliminar los productos de desecho del torrente sanguíneo.

### EVOLUCIÓN

Sin perder el objetivo de generar una tecnología funcional y económica, el doctor Torres San Miguel y su equipo de trabajo evolucionaron el primer prototipo. A diferencia de los equipos convencionales que trabajan a partir de un cassette que funciona mediante presiones neumáticas y presiones por aire, la máquina politécnica actualizada opera a partir de bombas peristálticas de diseño propio.

“De esa manera se evita la introducción de aire al tratamiento y no se tiene contacto con el fluido, ya que pasa a través de unos rodillos y el movimiento circular de

El tratamiento consiste en introducir a través de un catéter hasta el revestimiento interno del abdomen (peritoneo) una sustancia limpiadora que actúa como filtro y elimina los desechos de la sangre. Después de permanecer cierto tiempo en el abdomen, el líquido se drena junto con los desechos.

El tratamiento se realiza mediante tres ciclos: infusión (introducción del líquido limpiador), permanencia (tiempo del líquido dentro de la cavidad abdominal) y drenaje (evacuación de desechos). Las máquinas convencionales requieren de 7 u 8 pasos para realizar tres o cuatro conexiones de distintas mangueras y llevar a cabo las fases del proceso, mientras que la máquina diseñada en la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación (SEPI) de la ESIME Zacatenco, únicamente requiere la conexión de una manguera.

la manguera comprime el fluido para que éste se desplace. Además, el mecanismo permite depurar las líneas de infusión, las cuales se conectan a la bolsa y en una parte del proceso expulsan el aire de la manguera para garantizar la esterilidad del equipo”, detalló el científico del IPN, quien agregó que el mecanismo ya fue sometido al registro de patente ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI).

El maestro Méndez García, quien obtendrá el grado de doctor en ciencias con esta línea de investigación, expuso que la máquina está fabricada con acero inoxidable 316L y encima de la base se

La simplificación de tales conexiones reduce el riesgo de infecciones, ya que las bolsas que contienen el líquido dializante son fabricadas con una membrana delgada de plástico que por la manipulación constante son susceptibles de perforarse, lo cual puede influir sobre la esterilidad de la sustancia, sobre todo cuando los pacientes requieren realizar el tratamiento dos o tres veces al día.

El especialista, adscrito con el nivel II en el Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNII), informó que, en la primera etapa del proyecto, con la participación del maestro en ciencias Sergio Rodrigo Méndez García se elaboró un prototipo cuyos componentes fueron impresos en 3D y una estructura fabricada en madera, pero con los elementos electrónicos necesarios para funcionar correctamente.

### DATO DE INTERÉS

**Una aportación relevante de la máquina de diálisis peritoneal del IPN es la incorporación de un sensor de turbidez que brinda información valiosa sobre la efectividad del tratamiento y permite visualizar si los desechos se depuran correctamente.**

instaló una plataforma de polipropileno de alta densidad impresa en 3D, la cual hace las veces de cama de temperaturas, en donde se colocan hasta dos bolsas de líquido dializante, a diferencia de los equipos convencionales que únicamente tienen espacio para una bolsa.

Resaltó que la importancia de dicha plataforma es indispensable para efectuar el tratamiento, ya que la sustancia para diálisis debe estar a una temperatura de 36 grados celsius (similar a la temperatura corporal) para evitar un choque térmico al paciente.



**Científicos de la ENCB probaron la funcionalidad de esta máquina en un conejo con ERC para evaluar las fases del tratamiento**

### SENSOR DE TURBIDEZ

Además de los sensores de infusión y de drenaje que regulan el ingreso y expulsión del líquido dializante de acuerdo con los requerimientos de cada paciente, otra aportación relevante de la tecnología politécnica es la incorporación de un sensor de turbidez, el cual brinda información valiosa sobre la efectividad del tratamiento, ya que permite visualizar si los desechos se depuran correctamente y, a partir de la claridad o turbidez del fluido, el médico podrá determinar oportunamente la presencia de alguna infección y/o tomar decisiones con respecto al tratamiento.

### PRUEBAS

La máquina automatizada se fabricó con apego a los estándares de calidad internacionales y se sometió a pruebas de funcionalidad realizadas por los científicos de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB) Edgar Cano Europa y Margarita Franco Colín, quienes emplearon un modelo animal con ERC (conejos) para evaluar las fases del tratamiento.

“De acuerdo con los resultados obtenidos se realizaron diversos ajustes a la máquina, se aplicaron algunas modificaciones a los motores, a los cassettes y se hicieron mejoras a las conexiones, lo cual permitió tener una versión corregida del prototipo”, expuso.

Aunque el costo de cualquier innovación es cara, cuando se escala su producción se reducen los costos, por lo que el doctor Christopher Torres estima que la fabricación de esta tecnología podría tener un costo de cerca de 20 mil pesos, sobre todo porque los sensores, tarjetas y actuadores se adquirieron en México y distintos componentes fueron diseñados y fabricados a partir de tecnología 3D, lo cual hace accesible el precio.

### TRANSFERENCIA Y PLANES A FUTURO

El doctor Torres San Miguel considera que generar una microempresa representa un camino de largo aliento, por ello buscarán los mecanismos para transferir la tecnología a alguna empresa consolidada que realice los trámites correspondientes ante la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (Cofepris) y sea posible fabricar esta tecnología aplicada, la cual conlleva alto grado de innovación y de cuyas pruebas en el modelo animal ya existen publicaciones en revistas científicas de prestigio internacional.

El especialista de la ESIME anunció que con el propósito de seguir innovando en la generación de tecnología que contribuya a mejorar la calidad de vida de pacientes con Enfermedad Renal Crónica, también como parte del trabajo de doctorado del maestro Méndez García, se iniciará el desarrollo de una máquina automatizada para brindar terapia de hemodiálisis, la cual se proyecta construir a partir de microcircuitos, de tal modo que sea posible colocarla en un brazalete y, para confort del usuario, adaptar los componentes del tratamiento (bolsas) en un chaleco especial.

Los investigadores politécnicos reiteraron su compromiso con el desarrollo de tecnología de frontera en beneficio de la población que más lo necesita. “Sin los apoyos institucionales esto no sería posible, además de la colaboración de los estudiantes, quienes se forman bajo altos estándares de calidad, aprenden a trabajar en equipo y contribuyen a materializar las ideas”, apuntó el científico politécnico con más de 100 artículos científicos publicados en revistas de renombre mundial. 

**6.2**  
**MILLONES DE**  
**MEXICANOS**

presentan  
insuficiencia  
renal en sus  
distintas etapas.

Fuente: Instituto  
Nacional de  
Salud Pública



# Doctorado en Ciencias en Sistemas Digitales

Convocatorias  
para ingreso  
en febrero en agosto  
2025A y 2025B

¡Prepara tus documentos!  
Conoce las bases en:  
[www.citedi.mx/miposgrado](http://www.citedi.mx/miposgrado)

Programas en modalidad escolarizada  
reconocidos por el  
Sistema Nacional de Posgrados del



**CONAHCYT**

CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES  
CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS



Instituto Politécnico Nacional



# INGENIERÍA FOTÓNICA

## aplicada a la salud

El doctor José Manuel de la Rosa Vázquez, impulsor de la carrera de Ingeniería Fotónica en el IPN, actualmente está dedicado al desarrollo de instrumentos con diodos láseres para el desarrollo de sistemas con aplicaciones concretas en el campo de la medicina e impulsa a los futuros ingenieros fotónicos de nuestro país

### **Rocío CASTAÑEDA**

Con la finalidad de aportar soluciones concretas y certeras en el ámbito de la salud a partir de la Ingeniería Fotónica, especialistas de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (ESIME), Unidad Zacatenco, del Instituto Politécnico Nacional (IPN), han desarrollado diversas tecnologías clínicas con alto impacto social.

En ese sentido, sobresale el trabajo del profesor e investigador José Manuel de la Rosa Vázquez, de la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación (SEPI), de la ESIME Zacatenco, uno de los impulsores de la carrera en Ingeniería Fotónica en el IPN, quien destacó la importancia que tiene esta profesión en el desarrollo del país, al ser la ciencia de la generación, modulación y utilización de la luz con múltiples aplicaciones sociales, ambientales e industriales.

En colaboración con investigadores de esa unidad académica, el especialista ha desarrollado diversos proyectos con el apoyo del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (Conahcyt). El más reciente es una máquina para revisar y diagnosticar biopsias incrustadas en parafina directamente, la cual trabajaron en conjunto con especialistas del Hospital General de México "Dr. Eduardo Liceaga" y dio excelentes resultados.

Por otro lado, para realizar el diagnóstico de biopsias con la técnica tradicional, se corta el tejido y es preparado en láminas de 5 micrómetros para analizarlo en el microscopio, mientras que el sistema concebido en el Politécnico es más rápido y certero.

"Los médicos nos plantean el reto y nosotros le apuntamos con luz a todo, somos los primeros que reportamos que se puede hacer el diagnóstico directamente en la parafina", indicó el doctor en Óptica por la Universidad Técnica en Berlín.

La investigación *Fluorescence spectroscopy on paraffin-preserved human liver samples to classify several grades of fibrosis*, del doctor José Manuel de la Rosa Vázquez, fue publicada en la prestigiosa revista científica *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*.

Además de la participación de Karen Roa-Tort, Josué D. Rivera-Fernández, Suren Stolik y Alma Valor, del Laboratorio de Biofotónica de la ESIME Zacatenco, también colabora Diego A. Fabila-Bustos, del citado laboratorio y de Espectroscopía, de la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería Campus Hidalgo (UPIIH), así como Galileo Escobedo, del Laboratorio de Proteómica y Metabolómica, del Hospital General de México "Dr. Eduardo Liceaga".

### DESARROLLADOR FOTÓNICO

El especialista, quien está por cumplir 60 años de ser politécnico –ingresó a la prevocacional en 1965, estudió Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica, así como la Maestría en Instrumentación Electrónica–, cuenta con alrededor de siete patentes relacionadas con la tecnología fotónica y otras que están en revisión.

También trabajó en Alemania en el diseño de láseres gaseosos y actualmente está dedicado al desarrollo de instrumentos con diodos láseres para el desarrollo de sistemas con aplicaciones concretas en el campo de la medicina, siempre en vinculación con los especialistas para conocer sus requerimientos.

"Con chips de láseres pequeños, junto con las y los alumnos trabajamos en el desarrollo de la electrónica necesaria para hacer dispositivos que emplean luz láser para realizar diferentes estudios, lo que les permitirá desarrollar una carrera en la fotónica con las fortalezas que éstos traen consigo", agregó De la Rosa Vázquez.



José Manuel de la Rosa Vázquez, investigador de la ESIME Zacatenco y doctor en Óptica por la Universidad Técnica en Berlín

La fotónica es la ciencia de la luz, es decir, la rama de la física que genera, controla, transporta, guía y detecta partículas de luz (fotones)

#### DATO DE INTERÉS

La **fotónica** forma parte de la vida diaria y no siempre somos conscientes de su importancia. La encontramos en los termómetros infrarrojos, pulsioxímetros, bisturís láser, láseres para corregir la visión; lectores de códigos de barras; en la iluminación LED, y en dispositivos para medir la contaminación, entre muchas otras aplicaciones.





Aguja para realizar biopsias

La fotónica es una tecnología que maneja fotones y se encarga de dominar y controlar su flujo. Los fotones son los componentes más pequeños de la luz o de la radiación

Otros prototipos desarrollados en el grupo de Instrumentación Fotónica y Biofotónica de la ESIME Zacatenco son: Fluorómetro de filtro para la detección de muy bajas concentraciones de PpIX usando detección sincrónica de doble fase y el Sistema espectroscópico para detección de contaminantes (usa como fuente la luz solar y permite detectar, a través de la espectros-

copia DOAS, componentes nocivos para la salud como el dióxido de azufre).

Sistema de medición de Reflectancia Difusa Resuelta Espacialmente para la determinación de parámetros ópticos de la piel como alternativa a la escala de Fitzpatrick; Sistema de caracterización óptica de tejido biológico; Pulsioxímetro de reflexión, y Fuente multispectral giratoria operada con pedal y acoplada a fibra óptica para procedimientos endoscópicos, entre otros.

#### PRIMERA GENERACIÓN DE INGENIEROS FOTÓNICOS

Con la misión de formar profesionales altamente calificados en Ingeniería Fotónica que impulsen el avance científico y tecnológico con un alto compromiso social, el profesorado de la ESIME Zacatenco promovió el establecimiento de dicha carrera.

Este programa académico comenzó a impartirse en 2020 en este plantel, el único que ofrece estos estudios en el IPN y cuya primera generación está próxima a egresar.

El doctor José Manuel de la Rosa, actual coordinador del departamento de Ingeniería Fotónica, señaló que la fotónica es un área multidisciplinaria basada en la óptica y es fundamental el conocimiento de las ciencias básicas como la física, mecánica, electricidad, electrónica, física cuántica y computación, para que las y los estudiantes desarrollen la tecnología de instrumentos fotónicos, para que, de esta forma, el país genere sus propios equipos y especialistas en su operación.

"México cuenta con varios centros de investigación dedicados a esta tecnología y tienen interés en captar a gente de nivel licenciatura que cuente con las bases para incorporarse con mayor facilidad a los trabajos de investigación que realizan", resaltó el especialista, miembro del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNI) Nivel II.

"Nuestros estudiantes han participado en congresos nacionales y han despertado el interés de especialistas para llevarse los, incluso les preguntan si pertenecen a algún programa de posgrado", detalló.

Agregó que es relevante impulsar este conocimiento porque "estamos llenos de tecnologías que importamos; mucho equipo trabaja con luz y láseres; las técnicas de medición más exactas ocurren a través de luz y hay un cambio tecnológico en la industria, para lo cual debemos estar preparados". ☞

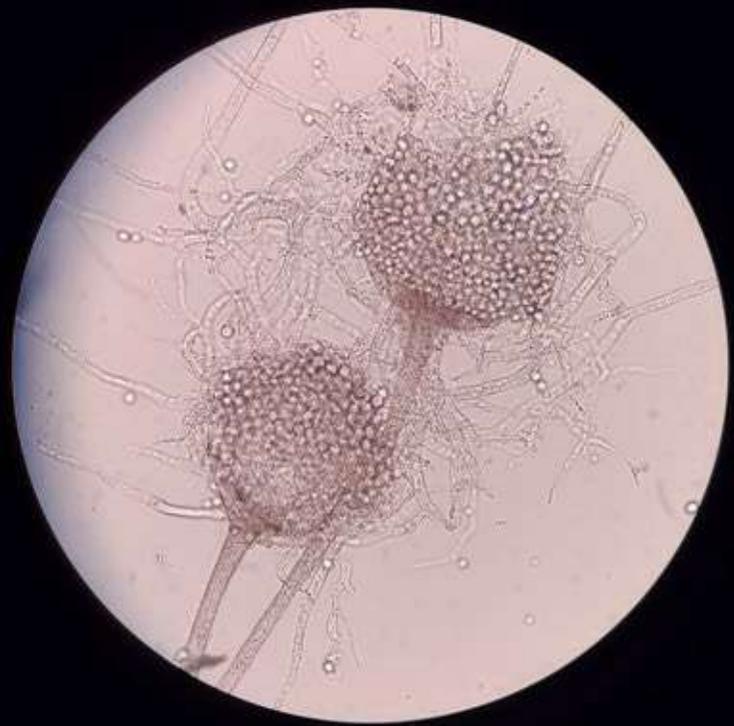


Sistema para el estudio de terapia fotodinámica in vitro



# Efecto de las micotoxinas

en la salud  
humana y  
animal



Para defender su territorio los hongos o mohos producen compuestos venenosos que pueden tener efectos devastadores sobre plantas y animales, así como en productos derivados de éstos que impactan al ser humano al ser consumidos

**ADDA AVENDAÑO**

¿Te ha pasado que estás degustando cacahuates o nueces, y de pronto alguna te sabe amarga o ácida? ¿de repente tienes una diarrea o vómito repentino, sin causa aparente que se quita al siguiente día? Esas podrían ser señales de que has consumido, de forma involuntaria, algún tipo de micotoxina.

Las micotoxinas son venenos o toxinas que producen los hongos de forma natural como una estrategia durante el proceso de colonización de las plantas hospedantes a nivel de campo, o en el transcurso de la descomposición de los alimentos, los cuales tienen como objetivo disminuir las defensas de las plantas y al mismo tiempo hacer frente a otros microorganismos intrusos que deseen competir por sus recursos.

Estas toxinas pueden afectar a humanos y animales por vía de contacto e inhalación, aunque más aún por su ingesta.

### MICOTOXICOSIS

La profesora e investigadora Doris Luna Escalona, de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB), resaltó que las micotoxinas pueden aparecer desde el inicio de la cadena alimentaria, como consecuencia de la infección de los cultivos por hongos, lo cual sucede antes, durante o después de la cosecha, también al almacenar ésta y en los entornos cálidos y húmedos de los hogares, si no se tiene un buen cuidado en la preservación de los alimentos.

Indicó que algunos investigadores reportan la existencia de alrededor de 400 micotoxinas, pero que según datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS), las más frecuentes, que suponen un problema para la salud humana y de los animales, son: las aflatoxinas, la ocratoxina A, la patulina, las fumonisinás, la zearalenona y el nivalenol, así como el desoxinivalenol; y desde el año pasado han llamado la atención las producidas por el hongo *Alternaria spp.*

De ellas, la aflatoxina B1, producida por los hongos *Aspergillus flavus* y *A. parasiticus* pueden infectar a los cultivos de maíz, sorgo, trigo, arroz, soya, cacahuate, girasol, algodón, chile, pimienta negra, cúrcuma, jengibre, pistaches, almendras, nueces y coco, entre muchas otras plantas, por lo que ha sido clasificada como una de las más peligrosas, ya que según distintas



**El Códex Alimentario es un conjunto de normas alimentarias que buscan proteger la salud del consumidor y facilitar el comercio internacional**

instituciones a nivel internacional cuentan con la suficiente evidencia para relacionar su consumo, en determinadas dosis, con el desarrollo de cáncer en el ser humano.

Desde el Laboratorio de Fitopatología y de Fitotecnia de la ENCB, donde se realiza investigación básica y aplicada sobre hongos, oomicetes, bacterias, virus y nematodos fitopatógenos, la especialista señaló que es importante resolver este problema desde sus orígenes, es decir, a nivel de campo, durante la fase de producción de plantas y sus derivados para prevenir la infección por hongos. Esta solución sería mucho más rentable que la suma de todos los problemas que se generan al incrementar cantidad de hongos y sus micotoxinas durante un mal traslado y/o almacenaje de estos productos.



**Doris Luna Escalona, catedrática e investigadora de la ENCB**





La OMS, añadió, ha emitido alerta sobre la exposición directa a estas sustancias venenosas (micotoxicosis primaria), al comer directamente alimentos contaminados por micotoxinas, o indirectamente (micotoxicosis secundaria), al consumir animales que han sido alimentados con comida contaminada por estas sustancias, así como sus productos, debido a que al ingerirlos pueden manifestarse efectos inmediatamente o en el largo plazo y, al presentarse sintomatología tan diversa, se dificulta su diagnóstico.

“El grupo de micotoxinas puede perjudicar al sistema neuronal, endocrino o gastrointestinal; a los pulmones o incluso a todas las células de nuestro cuerpo. Además de afectar a estos órganos y sus funciones, algunas micotoxinas pueden dañar a más de un órgano o incluso estar correlacionadas con el desarrollo de cáncer o con inmunodeficiencia”, subrayó.

### CÓDEX ALIMENTARIO

La maestra en Biotecnología, Luna Escalona, explicó que uno de los retos que se les presenta a los científicos es proponer más soluciones para eliminar o neutralizar las micotoxinas existentes en los alimentos contaminados de una forma eficiente para conservar las características propias de éstos, no obstante, la estructura química de algunas de estas micotoxinas que les confiere una gran estabilidad, incluso en condiciones de calor extremo.

#### DATO DE INTERÉS

Una forma que tiene la planta de defenderse es atrapar a la **micotoxina** uniéndola a un azúcar u otra molécula para inactivarla, pero al momento de procesar el vegetal para elaborar las materias primas se liberan los venenos. Esto se conoce como **micotoxinas enmascaradas**.



Ante este panorama, la OMS y la FAO han emitido el Códex Alimentario, un conjunto de normas alimentarias que buscan proteger la salud del consumidor y facilitar el comercio internacional de alimentos, mediante el cual hacen sus recomendaciones para el tipo de muestreo de las materias primas, el tipo de análisis para la detección de las micotoxinas y el establecimiento de los límites máximos permisibles para los humanos y cada tipo de animal consumible y sus productos.

“El conocimiento de las micotoxinas es dinámico y empezó a generarse a raíz de la Enfermedad 'X', que en 1962 provocó la muerte de más de 100 mil pavos y aves de corral, que consumieron cacahuete contaminado con aflatoxinas. Situación similar ocurrió en 2004, con el consumo de maíz contaminado, que afectó a más de 300 personas en Kenia, por eso los esfuerzos científicos en este combate continúan”, reconoció la docente politécnica.

Doris Luna consideró de suma importancia mejorar la calidad de las materias primas de los productos agrícolas, pecuarios y acuícolas para evitar impactos negativos en la salud de la población mexicana.

Expuso que a finales de la década de los 60 se fijó por primera vez un valor límite para las aflatoxinas en alimentos, número que ha crecido progresivamente en países que han establecido límites para la presencia de algunas micotoxinas, aunque es la Unión Europea quien lleva más camino recorrido, con asesoramiento de la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA, por sus siglas en inglés), que año con año actualiza su normatividad referente a las micotoxinas.

En México se está haciendo un esfuerzo para vincular la ciencia con la legislación, de ahí la importancia de las tres primeras Normas mexicanas que establecen la concentración de aflatoxinas para consumo humano:

- La NOM-188-SSA1-2002 establece el límite máximo de aflatoxinas en maíz para consumo humano y animal.
- La NOM-187-SSA1/SCFI-2002 es para productos y servicios de masa, tortillas, tostadas, harinas para tortillas de trigo, tortillas integrales y harinas de trigo.
- La NOM-184-SSA1-2002 hace referencia a especificaciones sanitarias para productos lácteos y establece el nivel máximo permitido de Aflatoxina M1 en leche, productos y fórmulas lácteas.

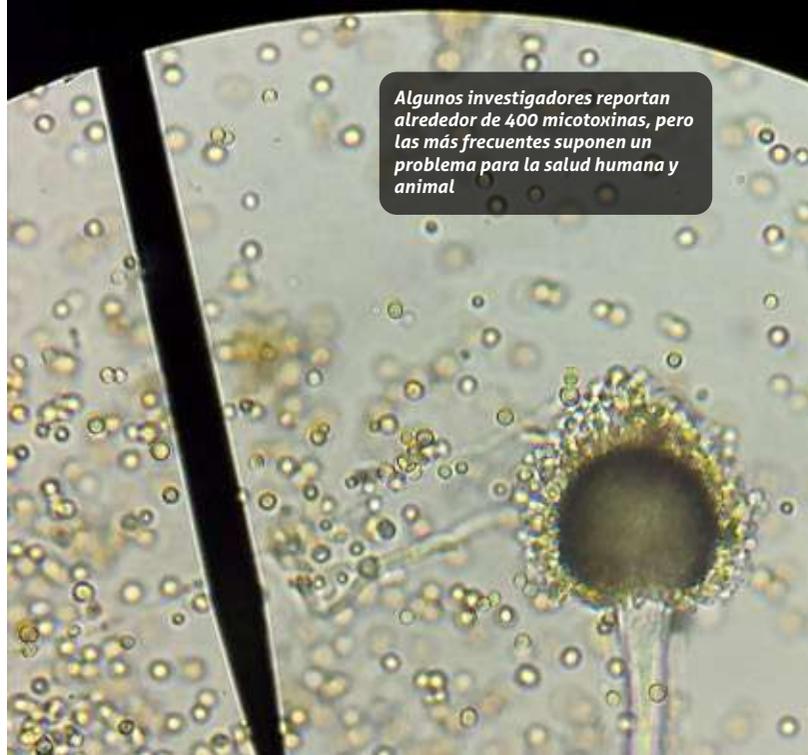


*La aflatoxina B1 puede infectar cultivos de maíz, sorgo, trigo, arroz, soya, cacahuete, girasol, algodón y chile, entre otros*

### ¿QUÉ PODEMOS HACER?

El panorama es preocupante para los gobiernos del mundo, ya que por un lado tienen la tarea de garantizar la seguridad alimentaria y, por el otro, cuidar que el origen de los alimentos esté libre de micotoxinas, debido a que según estudios de la FAO, se ha detectado entre 25 y 50 por ciento del total de las cosechas contaminadas por micotoxinas en todo el mundo, las cuales pueden tener un efecto devastador en la salud humana.

El problema está latente y es necesario que en casa redoblemos las acciones para evitar el consumo de micotoxinas mediante una adecuada selección de la calidad de los productos alimenticios que consumimos, optimizar el almacenaje de alimentos en lugares secos y frescos, eliminar las semillas que flotan cuando son remojadas como el frijol, las lentejas o el arroz, escupir las semillas que tienen un mal sabor y no consumir alimentos en procesos de degradación.  $\alpha$



*Algunos investigadores reportan alrededor de 400 micotoxinas, pero las más frecuentes suponen un problema para la salud humana y animal*

# Adopta



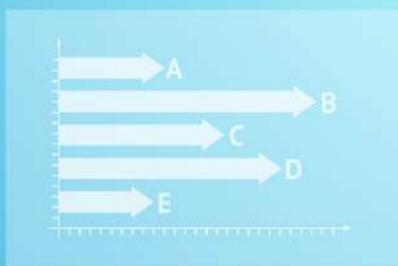
un **Policarpio**

[ipn.mx/radio/](http://ipn.mx/radio/)



@RadioIPNOficial

# Desarrolla IPN AYUDANTES ROBÓTICOS para personas vulnerables

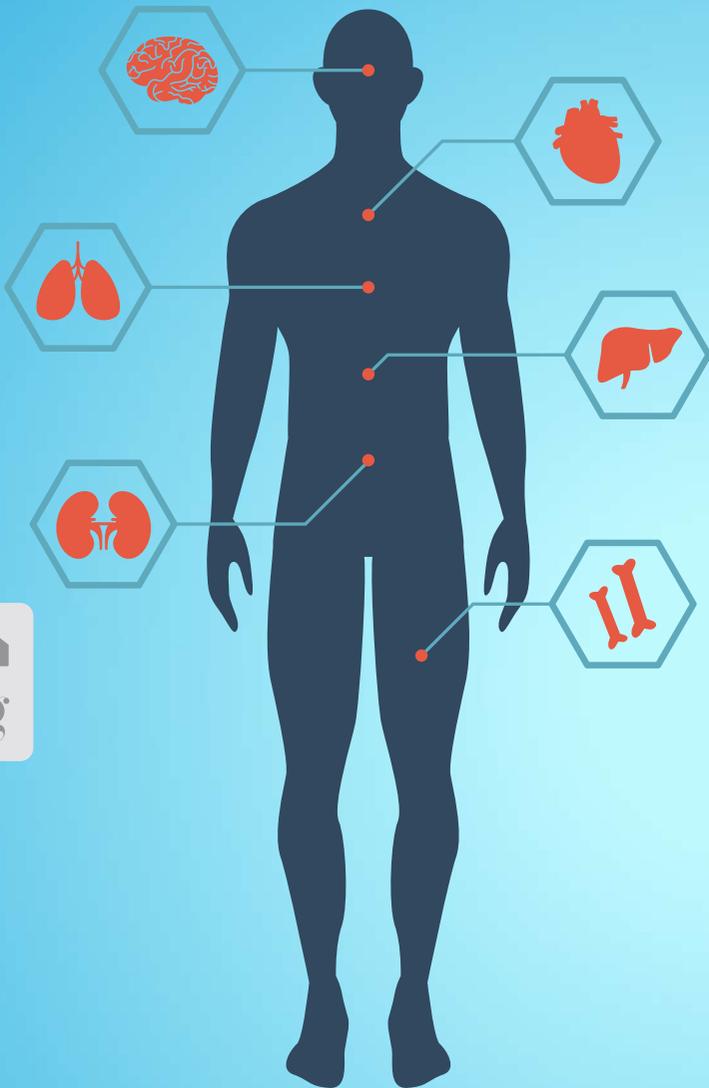


Ante la cifra considerable de gente que necesita recibir cuidados en sus hogares, el CIC trabaja en la creación de **modelos matemáticos de IA y realidad aumentada** para preservar el cuidado e integridad física de personas de la tercera edad

## ZENAIDA ALZAGA

Expertos del Centro de Investigación en Computación (CIC), del Instituto Politécnico Nacional (IPN), desarrollan nuevos modelos matemáticos de inteligencia artificial (IA) y realidad aumentada (RA) para monitorear las actividades de los adultos mayores en sus hogares con el propósito de que reciban atención oportuna en caso de que sufran algún percance.

En el CIC trabajan en el desarrollo de un sistema que permita medir signos vitales a las personas de la tercera edad



De acuerdo a los resultados de la primera edición de la Encuesta Nacional para el Sistema de Cuidados (ENASIC) 2022, del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), se estima que, en el país, 58.3 millones de personas son susceptibles de recibir cuidados en el hogar, de las cuales, el 61.5 por ciento tienen algún tipo de discapacidad o son dependientes, y el 22.4 por ciento corresponde a adultos mayores de 60 años y más.

La población de adultos mayores asciende a 20 millones. De este total, 2.9 millones padecen discapacidad o dependencia; 17.1 millones no tienen discapacidad o dependencia, de éstos, el 22.4 por ciento recibe cuidados en su hogar; el 77.6 por ciento no cuenta con ellos, y el 3.6 por ciento sólo necesita de cuidado adicional de enfermería, cuidadora o de compañía.



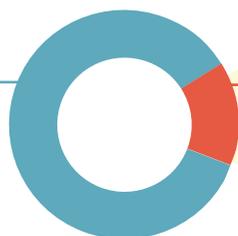
Juan Humberto Sossa Azuela, jefe del Laboratorio de Robótica y Mecatrónica del CIC

En este sentido, el doctor Juan Humberto Sossa Azuela, jefe del Laboratorio de Robótica y Mecatrónica del CIC, explicó que, ante la vulnerabilidad de este sector de la población, trabajan en el desarrollo de un sistema que permita la medición de signos vitales (presión arterial, frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria y temperatura) cada determinado tiempo o de manera continua, así como para la toma de medicamentos.

**20**  
millones es la población de adultos mayores

**85.5%**

17.1 millones no tienen discapacidad o dependencia



**14.5%**

2.9 millones padecen discapacidad o dependencia

**22.4%**

Recibe cuidados en su hogar

**3.6%**

Necesita de cuidado adicional

**77.6%**

No recibe cuidados en su hogar



#### DATO DE INTERÉS

El CGC del IPN aprobó la creación del Programa Conjunto de Maestría y Doctorado en Formación de Tecnólogos en Inteligencia Artificial y Ciencia de Datos en la modalidad escolarizada, el cual entrará en vigor en el ciclo escolar 2024-2.

También se prevé que en sus hogares tengan cámaras que monitoreen sus movimientos y, en caso de presentarse algún accidente, los familiares reciban la alerta para dar atención rápida y oportuna a ancianos o personas de la tercera edad.

Sossa Azuela, quien es integrante Emérito del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNII), perteneciente al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (Conahcyt), señaló que están en proceso de construcción de dos robots inteligentes.

El primero contará con cámaras que visualizarán la vena del brazo del paciente e insertará la aguja sin perforar la articulación y sin lastimarlo para la obtención de muestras de sangre. El segundo robot introducirá un hisopo en la garganta o nariz para conseguir muestras, mismas que se depositarán en un tubo de ensayo para su posterior análisis en el laboratorio.

El doctor Sossa Azuela aclaró que los robots no sustituirán a los especialistas de la salud, sino que se destinarán a preservar el cuidado e integridad física, ya que durante la pandemia por SARS-CoV-2 se registraron contagios y decesos del personal que laboraba en este sector.

Agregó que en el laboratorio desarrollan nuevos modelos computacionales enfocados al campo de las redes neuronales artificiales (conglomerados de pequeños procesadores conectados que, mediante un procesamiento paralelo y distribuido, permiten resolver problemas complejos) orientados a la construcción de plataformas computacionales más eficientes y rápidas, pero que consuman menos energía.

El experto destacó que, en abril de este año, el Consejo General Consultivo (CGC) del Politécnico aprobó la creación del Programa Conjunto de Maestría y Doctorado en Formación de Tecnólogos en Inteligencia Artificial y Ciencia de Datos en la modalidad escolarizada que formará a profesionales especializados en el desarrollo de tecnología basada en Inteligencia Artificial y Ciencia de Datos acorde a las necesidades de la industria.

Además, el CIC cuenta con el Doctorado en Ciencias de la Computación, así como el Doctorado en Robótica enfocado al diseño de sistemas mecatrónicos que permitan resolver problemas o tareas que realiza el hombre.

Indicó que en el Laboratorio de Robótica generan conocimiento y desarrollan redes neuronales para la construcción y el control de los robots que den solución a los problemas que plantea la sociedad.

El TESE otorgó a Juan Humberto Sossa Azuela, el Doctorado Honoris Causa por su trayectoria académica y científica



#### OTORGAN DOCTORADO HONORIS CAUSA A JUAN HUMBERTO SOSSA

La Junta de Gobierno del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec (TESE) otorgó al destacado investigador del IPN, doctor Juan Humberto Sossa Azuela, el *Doctorado Honoris Causa* por su trayectoria académica y científica, sus contribuciones tecnológicas y compromiso con la sociedad.

El científico emérito cuenta con 38 años de trayectoria académica y científica; formó parte del cuerpo académico que fundó el CIC; impulsó las carreras de Ingeniería en Inteligencia Artificial y la Licenciatura en Ciencia de Datos en el propio Instituto.

El doctor Sossa Azuela expresó que este reconocimiento fue el resultado de una conjunción de esfuerzos, su familia, colegas, amigos y compañeros que lo impulsan a continuar con su trabajo.

Fue acreedor a la máxima distinción que otorga el Politécnico, la Presea "Lázaro Cárdenas", en la categoría de investigador en 2001 y el Premio Nacional de Computación 2021 por la Academia Mexicana de Computación, entre otros reconocimientos, y desde el 2022 es Investigador Emérito.

Es autor de cinco libros de texto y coeditor de 20 obras científicas; cuenta con más de 475 artículos científicos en revistas indexadas, congresos y capítulos de libros. Ha dirigido más de 30 tesis de doctorado, más de 100 de maestría y más de 30 tesis de licenciatura. ♀



CONSTRUCIONES  
CRIPTOGRÁFICAS

PARA PROTEGER  
INFORMACIÓN

Especialistas del Laboratorio de Ciberseguridad del CIC-IPN desarrollan esquemas criptográficos y protocolos de comunicación segura para blindar la información de los ciberataques en los diferentes escenarios de uso



## ZENAIDA ALZAGA

Expertos del Instituto Politécnico Nacional (IPN) desarrollan e implementan protocolos y esquemas para garantizar diferentes servicios de seguridad de la información y de los datos de la población que se encuentran alojados en la nube (red de servidores remotos conectados a internet que almacena, administra y procesa datos) y en las nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC).

Los doctores Gina Gallegos García y Moisés Salinas Rosales, investigadores del Laboratorio de Ciberseguridad del Centro de Investigación en Computación (CIC) del Politécnico, llevan a cabo el proyecto "Construcciones criptográficas para servicios de seguridad en tecnologías emergentes", el cual se enfoca en crear una serie de esquemas criptográficos y protocolos de comunicación segura, así como la implementación de los mismos, mediante algoritmos criptográficos que permitan el resguardo de la información en los diferentes contextos en los que se utiliza.

El término criptografía tiene su origen del griego κρυπτός (kryptós), "secreto", y γραφή (graphé), "grafo" o "escritura" (escritura secreta de los mensajes). La criptografía se define como el estudio de las técnicas para proteger

la información, con la finalidad de preservar su confidencialidad, integridad y autenticidad.

Con el tiempo la criptografía ha evolucionado, en un principio, con el surgimiento de la escritura, las primeras civilizaciones intentaron mecanismos para enviar mensajes de forma secreta.

En la época del emperador romano Julio César se inventó el "Cifrado César", en el que se cambiaba una letra del alfabeto por otra, tres posiciones más adelante, lo que les permitió realizar un cifrado por sustitución para transformar el texto original en una versión ilegible, logrando así una comunicación secreta.

El paso de los siglos trajo el desarrollo de técnicas más complejas para proteger la información como el cambio de alfabeto, permutación de posición de las letras del mensaje, así como algunas herramientas matemáticas, como la aritmética modular. La mayoría de las cuales estaban centradas en proteger mensajes formados por caracteres, que en conjunto conforman la criptografía clásica.

A la par de las computadoras digitales y de la mano del trabajo de Claude Shannon, surgió el uso de bit, que es la unidad mínima de información binaria y representa un dígito del sistema de numeración binario, el 0 y el 1.

La criptografía se define como el estudio de las técnicas para proteger la información, con la finalidad de preservar su confidencialidad, integridad y autenticidad





*En el CIC desarrollan componentes de software y hardware criptográfico con criptografía postcuántica para proteger la información en la nube*



**En el CIC se buscan las pautas para mantener las comunicaciones seguras de los ciberataques que puedan comprometer la información**

El desarrollo de nuevos algoritmos para proteger mensajes representados con bits, permitió el surgimiento de la "criptografía moderna", que abarca desde mediados del siglo XX a la fecha (periodo de gran auge). Otro rasgo particular de la criptografía actual, es que las técnicas empleadas se ejecutan con ayuda de las computadoras que son expresadas en forma de algoritmos, es decir, un conjunto de instrucciones para ser ejecutadas por la computadora, lo que dio paso al término de algoritmos criptográficos.

El diseño de la criptografía fue motivado por dos ejes principales: el primero, por la situación geopolítica del mundo en ese periodo: la guerra fría. El segundo consistió en la polarización del uso de las computadoras digitales que trascendieron las aplicaciones militares y científicas para establecerse como herramientas fundamentales en el mundo de los negocios, e incluso en los hogares.

Con este rápido desarrollo surgieron varios algoritmos criptográficos que conocemos: el de llave simétrica como el algoritmo incluido en el Estándar de Cifrado de Datos (DES, por sus siglas en inglés), que sirvió en los años 80 y 90 para proteger las comunicaciones de gobiernos, bancos y empresas. Posteriormente se sustituyó por el algoritmo incluido en el Estándar de Cifrado Avanzado (AES, por sus siglas en inglés),

el cual en nuestros días se utiliza para proteger la mayoría de las comunicaciones de internet e información almacenada en bases de datos, discos y memorias, por ejemplo.

Otro algoritmo es el esquema de llave simétrica RSA que se emplea en la verificación y autenticidad de firmas digitales, como la del Servicio de Administración Tributaria (SAT) en México, incluso la autenticidad de sitios web a través de certificados digitales.

El desarrollo de nuevos algoritmos ha sido motivado por la necesidad recurrente de contar con técnicas más robustas que permitan proteger la información, incluso ante la presencia de atacantes con amplias capacidades de análisis (como ocurre con los propios gobiernos de otros países, por ejemplo). Además, el diseño de nuevos esquemas es para hacer frente a diferentes entornos de uso, tales como los sistemas embebidos, la internet de las cosas y el cómputo en la nube.

Ejemplos de ello es la criptografía de curva elíptica que emplea un conjunto de técnicas matemáticas que permiten alcanzar niveles de seguridad equivalentes a RSA, pero a una fracción de su costo.

#### **COMPUTACIÓN CUÁNTICA Y POSTCUÁNTICA**

En este sentido, los investigadores Gallegos-García y Salinas-Rosales explicaron que, así como los avances de la robótica, la inteligencia artifi-

cial (IA) y la nanotecnología han evolucionado, las TIC no se han quedado atrás y han alcanzado importantes hitos, lo que las ubica como tecnologías emergentes, mismas que, de la mano con su desarrollo, cambian una vez más el ecosistema y demandan la aplicación de nuevos criterios de seguridad.

Entre estas tecnologías emergentes destaca la computación cuántica, que si bien aún no alcanza un nivel de madurez tecnológico que permita su adopción por la sociedad, día a día presenta avances constantes que indican que, al cabo de algunos años, las computadoras cuánticas estarán disponibles como una herramienta tecnológica comercial.

Ante el advenimiento de la computación cuántica, será posible contar con computadoras muchísimo más potentes que las actuales, con capacidad de resolver un sinfín de problemas y de almacenar grandes cantidades de datos. Compañías como Google, Amazon o IBM desarrollan la tecnología para posibilitar computadoras cuánticas alcanzando hoy en día un máximo de 1180 qubits (los qubits son las unidades de información mínima de estas computadoras), y se espera alcancen su nivel de maduración entre unos 20 a 50 años.

Con este nuevo paradigma del cómputo, se espera que dichas computadoras sean capaces de resolver con facilidad y velocidad, problemas que, hasta hoy, con las computadoras existentes, se consideran como "difíciles", o con un muy alto costo que hace impráctico cualquier intento.

Este hecho en términos de seguridad de la información como se conoce en la actualidad, tiene un efecto devastador, ya que entre esos problemas "difíciles", se encuentran aquellos que definen la seguridad de muchos de los esquemas de la criptografía moderna. Por lo que se considera que algoritmos como el de Shor tienen la capacidad de romper la seguridad de los esquemas como RSA y curva elíptica, entre otros.

En este contexto surge lo que hoy conocemos como la Criptografía Postcuántica (PQC, por sus siglas en inglés), que propone el uso de un conjunto de técnicas matemáticas que permitan proteger la seguridad de la información, aun ante ataques efectuados desde computadoras cuánticas.

La nueva generación de esquemas criptográficos se encuentra en una etapa de próxima adopción, por lo que organismos, como el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST, por sus siglas en inglés) de Estados Unidos, y

la Agencia de la Unión Europea para la Ciberseguridad (ENISA, por sus siglas en inglés) están conduciendo el proceso de estandarización con la comunidad criptográfica internacional.

Los especialistas, quienes son integrantes del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNII), Nivel I, indicaron que en el Laboratorio de Ciberseguridad del CIC-IPN se desarrollan nuevas propuestas de esquemas y protocolos criptográficos, así como la construcción de componentes de software y hardware criptográfico, los cuales de manera conjunta, consideran fundamentos de la criptografía postcuántica, y tienen como objetivo proteger la información cuando se monitorea a partir de un dispositivo, cuando viaja a un canal inseguro, o incluso ante robos de información almacenada en la nube.

#### DATO DE INTERÉS

De acuerdo con el Cyberthreat Defense Report 2024, elaborado por el CyberEdge Group, México ocupa el primer lugar en ciberataques en Hispanoamérica, lo que significa que el 97 por ciento de las organizaciones sufrieron ataques ocasionados por el uso desmedido de las TIC.





Gina Gallegos García y Moisés Salinas Rosales, investigadores del Laboratorio de Ciberseguridad del CIC-IPN

## CONFIDENCIALIDAD, INTEGRIDAD Y AUTENTICIDAD DE LA INFORMACIÓN

Por lo tanto, los investigadores buscan definir las pautas para mantener las comunicaciones seguras, en términos de confidencialidad, integridad y autenticidad de la información al procesarse, almacenarse y transmitirse por un canal de comunicación, de los ciberataques que puedan comprometer dicha información.

Al ocupar México el primer lugar en ciberataques en Hispanoamérica, los expertos del IPN identifican las necesidades y problemas del ciberespacio y, con base en ello, diseñan construcciones criptográficas para garantizar servicios que protejan la información, su integridad y autenticación, mediante esquemas y protocolos criptográficos, así como a través de componentes de software y hardware.

Por ello, los investigadores del CIC subrayaron que se requiere un mayor número de especialistas en las áreas de ciberseguridad, principalmente en criptografía, debido a que los avances tecnológicos permiten a los atacantes tener mayores facilidades para intentar vulnerar los sistemas y las redes de comunicación, lo que deriva en la necesidad de desarrollar construcciones de seguridad cada vez más robustas impulsadas por la aparición de las tecnologías emergentes.

Aunado a esto, los expertos señalaron que más allá de los elementos tecnológicos, uno

de los retos más difíciles por atender, consiste en el componente social, como ocurrió por ejemplo durante la emergencia sanitaria por SARS-CoV-2, cuando la población se vio obligada a hacer uso de las TIC, lo que aceleró la adopción masiva de canales de comunicación como internet, sin que se tuviera tiempo para concientizar sobre su uso y los riesgos que de ello se desprenden.

En este sentido, de acuerdo con datos del decimonoveno Estudio de Hábitos de los Usuarios de Internet en México 2023, elaborado por la Asociación de Internet MX y la firma Knowsy AI, el uso de internet en nuestro país experimentó el mayor crecimiento hasta alcanzar 96.87 millones de personas. "Por lo tanto, muchos usuarios del ciberespacio, principalmente los niños y jóvenes, así como los adultos mayores, quedaron expuestos a múltiples escenarios de vulnerabilidad, al igual que en la actualidad", resaltaron.

Por lo anterior, el CIC tiene entre su oferta educativa, la Maestría y Doctorado en Ciencias de la Computación, así como la Maestría en Ciencias en Ingeniería de Cómputo, donde las y los alumnos se pueden especializar en el campo de la ciberseguridad, específicamente en la criptografía, indispensable para proteger la información tanto de los individuos como de los gobiernos público, estatal, federal e iniciativa privada. ♀

”  
Así como los avances de la robótica, la inteligencia artificial y la nanotecnología han evolucionado, las TIC no se han quedado atrás



SECRETARÍA DE  
INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

DIRECCIÓN DE DIFUSIÓN DE  
CIENCIA Y TECNOLOGÍA



planetario  
LUIS ENRIQUE ERRO

***“Vive la astronomía  
en acción”***





# INVERNADERO INTELIGENTE PARA MEJORAR PRODUCCIÓN EN CULTIVOS

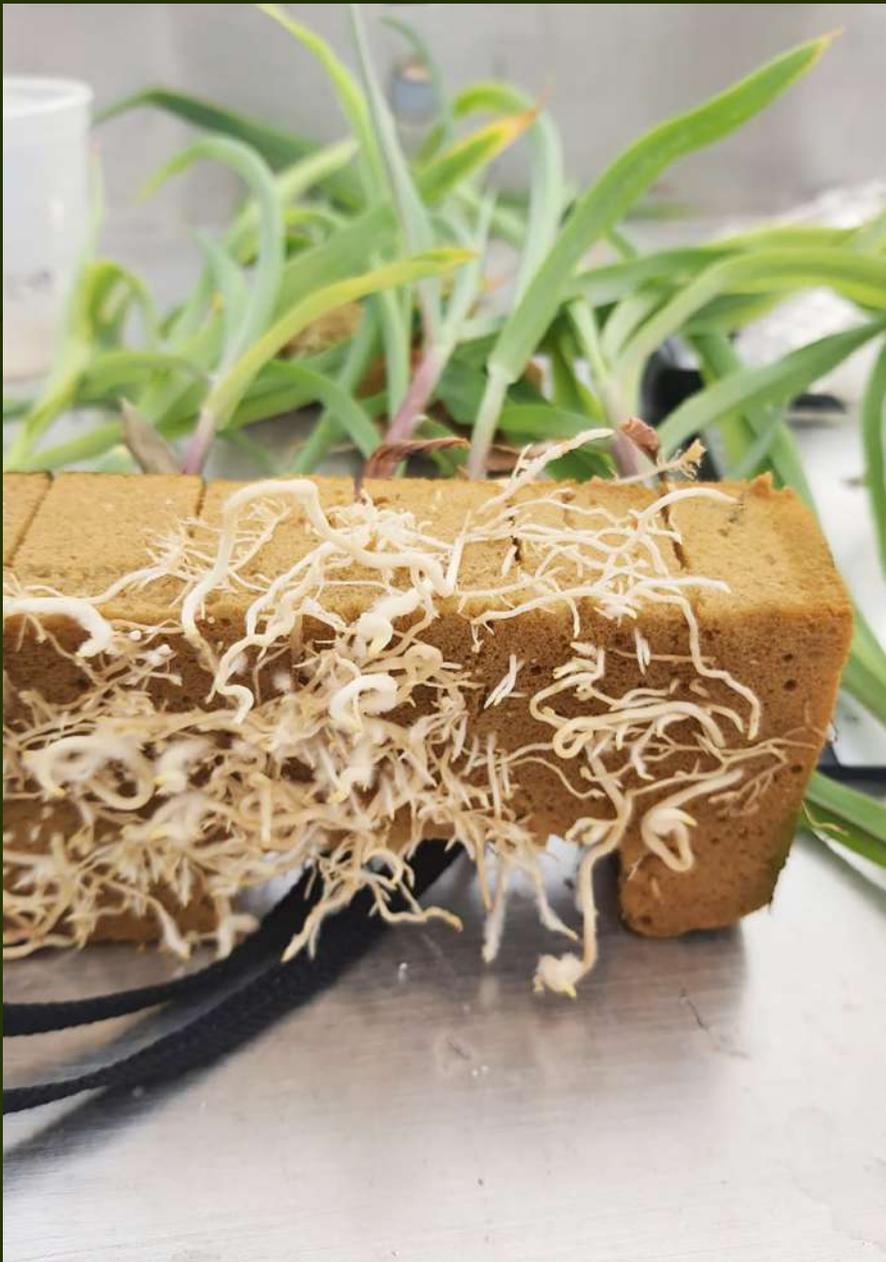
CLAUDIA VILLALOBOS

Como una respuesta a la iniciativa impulsada por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), para fomentar la agricultura digital enfocada a transformar los sistemas alimentarios y el mejoramiento de cultivos, el científico del Instituto Politécnico Nacional (IPN), Cristian Lizarazo Ortega, trabaja en el desarrollo de un invernadero inteligente que, a partir del control de variables (temperatura, humedad, pH y conductividad eléctrica, entre otras) busca mejorar la producción y calidad de cultivos como sorgo, maíz y plantas aromáticas.

Adscrito al Centro de Biotecnología Genómica (CBG), ubicado en Reynosa, Tamaulipas, a través del monitoreo y la adquisición de datos en tiempo real y el uso de biofertilizantes, el investigador de origen colombiano ha conseguido mejorar el rendimiento de cultivos hidropónicos de sorgo y albahaca, logros que considera podrían ser el punto de partida para establecer una estrategia amigable con el ambiente que coadyuve, en el mediano plazo, a incrementar la producción de los agricultores.



*Cristian Lizarazo, científico del CBG, trabaja en un invernadero inteligente para mejorar la producción y calidad de cultivos de sorgo, maíz y plantas aromáticas*



*Con este invernadero se podrá tener mayor cantidad de variables y tomar mejores decisiones para cuidar los cultivos*

### **DETECCIÓN DE NECESIDADES**

Para el experto, adscrito al Laboratorio de Biotecnología Experimental, es muy importante que los productores conozcan las condiciones de las tierras de cultivo, ya que la agricultura intensiva deteriora los suelos y favorece el desequilibrio de las propiedades físico-químicas de la tierra, lo cual empobrece y limita la productividad.

Para brindar a las plantas las condiciones óptimas para su crecimiento es importante conocer puntualmente sus requerimientos, así que, mediante sensores específicos, el especialista politécnico

detecta las necesidades de los cultivos hidropónicos (desarrollados en agua o sustratos de fibra de coco).

Los sensores permiten tomar decisiones específicas al productor, por ejemplo, se sabe con precisión cuándo la planta requiere agua, en qué momento se debe ajustar la temperatura en el invernadero, en tanto, la baja conductividad eléctrica indica que se debe suministrar soluto (agua con nutrientes). Estos dispositivos además determinan cuándo es necesario proveer nitrógeno al cultivo para mejorar el tamaño y la propagación óptima.



## SORGO

El estado de Tamaulipas cuenta más o menos con unas 600 mil hectáreas destinadas al cultivo de sorgo. Los agricultores aplican la experiencia y sentido común para sembrar aproximadamente en el mes de noviembre y cosechar en marzo, pero no tienen oportunidad de monitorear el suelo para saber los requerimientos nutricionales del cultivo; la fertilización la

realizan de acuerdo con sus cálculos, se guían por el tamaño y color de las hojas.

En cuanto a la fertilización, el experto del IPN sostuvo que lo mejor es emplear productos naturales. En ese sentido, y con el propósito de enriquecer la investigación, algunos de sus colaboradores identifican potenciales microorganismos (biofertilizantes) para fortalecer los cultivos de manera sustentable.



*En el CBG diseñaron un dispositivo con un sensor que al clavarse en la tierra de una maceta se pueden conocer los requerimientos de la planta*

”

**La agricultura digital tiene la finalidad de transformar el sector agropecuario y cuidar el medio ambiente**

El investigador politécnico recopilará el conocimiento generado en la fase experimental y elaborará guías técnicas, a través de las cuales ofrecerá un panorama a los agricultores sobre la importancia de tomar en cuenta distintos parámetros que coadyuven a mejorar la producción y calidad de los cultivos.

“Las pruebas que llevamos a cabo en el invernadero también se realizarán en alguna parcela. Solicitaremos apoyo a un agricultor o buscaremos establecer vínculos con el campo experimental Río Bravo del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) para validar que las pruebas realizadas en el invernadero tienen efecto similar en el campo y, en caso de ser necesario, realizar los ajustes pertinentes.

### INSTRUMENTOS PARA SENSAR

Con el invernadero inteligente se podrá tener la mayor cantidad de variables y tomar mejores decisiones para el cuidado de los cultivos.

En ese sentido, el maestro Lizarazo precisó que para valorar las necesidades de las plantas. En el CBG diseñaron un dispositivo con un sensor que al clavarse en la tierra de una maceta es posible conocer la situación y requerimientos de la planta.

Destacó que se propondrá esta metodología a los agricultores para que tengan oportunidad de monitorear sus cultivos. “Planeamos que las estacas se entierren a lo largo del área de cultivo porque a veces varían las condiciones del suelo y algunas zonas necesitan más fertilizante que otras. Estos sensores permitirán tener un mejor control de los parámetros y, en función de

ello, además de incrementarse el volumen de las cosechas, se mejorarán las propiedades nutricionales de los productos”, expuso el investigador.

### AUTOMATIZACIÓN

La función de un invernadero es mantener estable la temperatura que necesitan las plantas, por ello es fundamental colocar una cortina en la instalación, la cual se mantendrá abajo o arriba dependiendo del clima. “Más adelante proyectamos adaptar una cortina automatizada que suba o baje en función de la temperatura que detecten los sensores”, comentó el maestro Lizarazo.

Como parte de la última etapa del proyecto, no descartó la posibilidad de desarrollar una aplicación informática para que a través del celular los agricultores puedan monitorear sus cultivos a distancia.

Resaltó que, tanto para el desarrollo del software mediante el cual se interpretan las variables, como de la App que se planea generar, se cuenta con la colaboración de jóvenes ingenieros en sistemas de la Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT).

Los resultados obtenidos hasta el momento son producto del grupo de trabajo dirigido por el maestro Cristian Lizarazo Ortega en el Laboratorio de Biotecnología Experimental del CBG, en el que participan estudiantes de este centro, de las Unidades Académicas Multidisciplinarias Reynosa-Aztlán, Reynosa-Rodhe y Río Bravo, todas ellas de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, así como de la Universidad Tecnológica de Tamaulipas Norte (UTTN), mediante la realización de su servicio social, prácticas profesionales o trabajos de tesis, con lo cual contribuyen a la generación de conocimiento de frontera.

### REDUCCIÓN DE METANO

La agricultura digital además de tener el propósito de transformar el sector agropecuario para fortalecer los sistemas agroalimentarios que favorezcan a grandes y pequeños agricultores, también debe enfocarse al cuidado del medio ambiente.

Al respecto, el médico veterinario, zootecnista y maestro en producción animal, quien nació y creció en Cachirí, pueblo andino ubicado en Santander, Colombia, refirió que el contacto que tuvo desde pequeño con las vacas definió su vocación y su deseo por conocer más a fondo a esta especie; ya como investigador ha profundizado su estudio en torno a la emisión de metano al ambiente como producto de su digestión.

“Además de monitorear las variables de las condiciones óptimas para su crecimiento, estamos estudiando el efecto de distintos microorganismos en plantas de sorgo, avena y maíz para evaluar en cuál de ellas se producen más flavonoides, ya que este tipo de antioxidantes poseen propiedades para reducir la producción de metano en el rumen de las vacas”, explicó el especialista del CBG.

Al mejorar la concentración de flavonoides en el alimento de estos animales, se contribuiría a reducir la emisión de metano, ya que, al igual que el dióxido de carbono, es considerado un gas de efecto invernadero.

“Durante la digestión, el rumen de la vaca se convierte en un fermentador, quizá la emisión de metano que realiza un animal al ambiente no es significativa, pero



la contaminación que generan millones de rumiantes sí. Por ello, profundizaremos esta investigación para determinar cuál de las plantas cultivadas en condiciones específicas genera el mayor número de metabolitos, lo cual nos permitirá contar con las evidencias necesarias para realizar la experimentación *in vivo* y coadyuvar a mitigar el efecto del metano en el ambiente”, advirtió.

El catedrático e investigador politécnico sostuvo que, sin duda, la agricultura digital implica retos que los científicos deben aprovechar para contribuir, no sólo a modernizar los procesos de cultivo, sino para desarrollar aportaciones que, a la vez, ayuden a mejorar la productividad y a lograr cultivos con mayor calidad, pero sin dejar de lado la sustentabilidad.

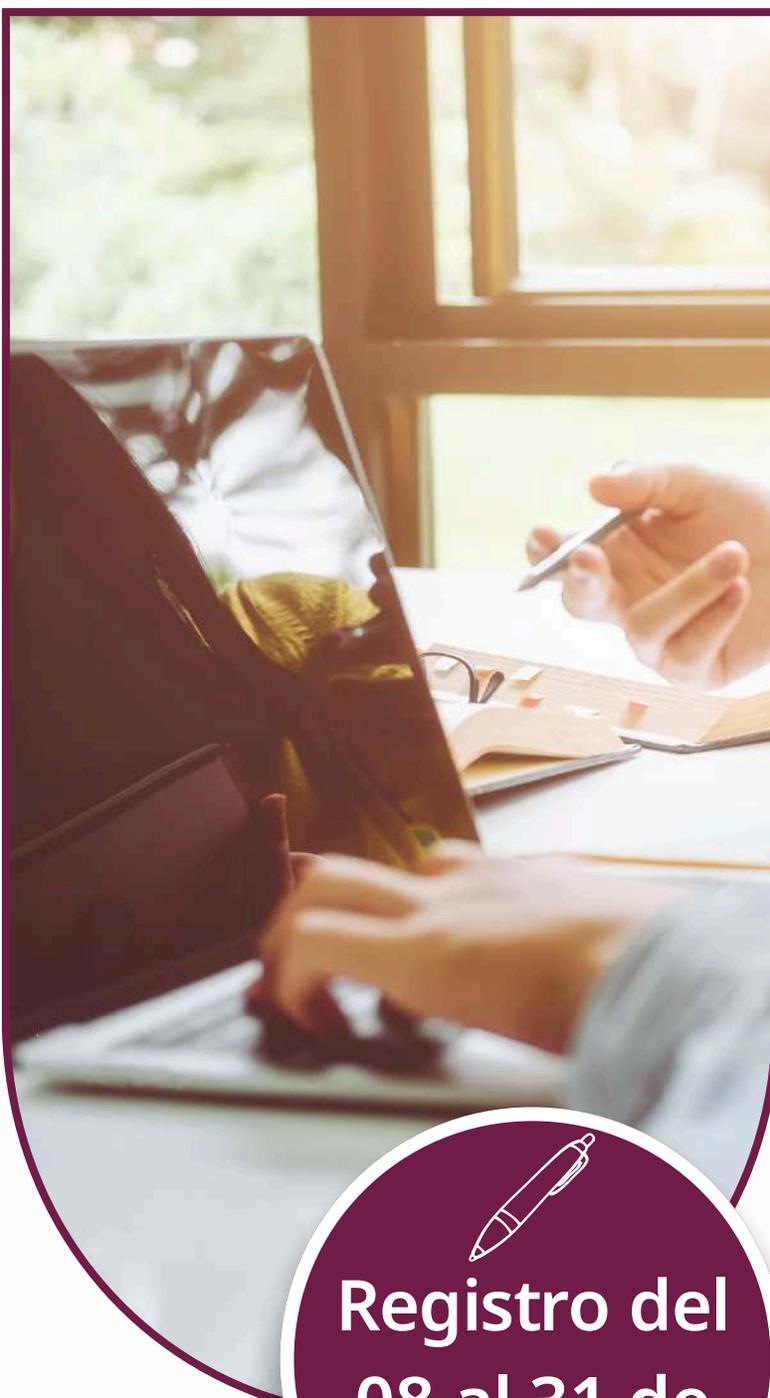




# PROGRAMA INSTITUCIONAL DEL AÑO SABÁTICO (PIAS) 2025-2026

**Docente del IPN  
conoce las bases y  
requisitos para  
participar en:**

**[www.ipn.mx/seacademica/](http://www.ipn.mx/seacademica/)**



**Registro del  
08 al 31 de  
enero**

# Frutos más resilientes con **MEJORAMIENTO GENÉTICO**

A hand holding a pipette is shown adding a drop of liquid to a blueberry on a stem with green leaves. The background is a vibrant blue with glowing, wireframe DNA double helix structures, symbolizing genetic engineering and biotechnology.

Científica del CIIDIR Sinaloa **incrementa la resistencia de frutos al estrés hídrico y cambio climático a través de la modificación genética**, lo cual genera un impacto en el tamaño de las hojas y de los frutos, así como su respuesta contra patógenos



**DATO DE INTERÉS**

Cuando a una planta se le incrementa su dotación cromosómica se hace más robusta. Asimismo, de manera natural la radiación o las altas temperaturas producen en las plantas duplicación de materiales genéticos.

Lucina Romero Romero, científica del CIIDIR Sinaloa, es doctora en Ciencias de la Agricultura

**NESTOR PINACHO**

El estrés hídrico y el cambio climático son ya una realidad que afecta enormemente la producción agrícola en todo el mundo. Ante esta compleja realidad, la doctora Lucina Romero Romero, científica del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR), Unidad Sinaloa, realiza investigaciones de punta que abren la puerta al desarrollo de frutos más resistentes a condiciones adversas a través de la modificación genética.

Al regresar a nuestro país después de cursar sus estudios de doctorado en la Pontificia Universidad Católica de Chile, la doctora Romero identificó en el estado de Sinaloa la necesidad de fortalecer la producción frutícola, debido a que a pesar de que granos, leguminosas y hortalizas han sido trabajadas durante largo tiempo, han enfrentado problemáticas de comercialización y cultivo. "La fruticultura podría darnos una oportunidad para reforzar las líneas de producción que ya teníamos muy establecidas, pero dar segundas opciones a los productores de Sinaloa y del país", indicó.

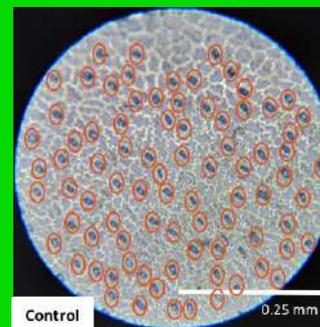
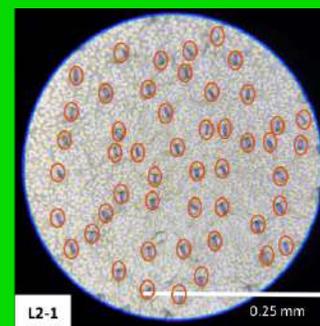
Por lo tanto, ante el cambio climático, la alternativa alimentaria que representa la poliploidización de frutos —específicamente de

arándanos, naranjas y mandarinas, los cuales fueron el impulso y base para comenzar con su investigación— es la llave para crear organismos más resistentes.

"Un organismo poliploide es al que se le incrementa su dotación cromosómica. Al aumentar a las plantas 4x, 5x o 6x la ploidía, esa elevación las hace más robustas, como si generaras una versión 'Hulk'; al tener un mayor contenido o dotación cromosómica se vuelven más fuertes para enfrentar el estrés biótico y el abiótico". Estas modificaciones impactan en la densidad y número de los estomas, el tamaño de las hojas y de los frutos, el aumento de resistencia al estrés hídrico, así como al ataque de patógenos.

Los estomas, explicó la doctora en Ciencias de la Agricultura, son orificios que se encuentran principalmente en el envés (reverso) de las hojas y a través de estas estructuras constituidas por dos células de guarda, es por donde todas las plantas pierden aproximadamente el 98 por ciento del agua absorbida durante el día, por el proceso que se conoce como transpiración.

Dado que estas plantas modificadas tienen una menor densidad de estomas en su fuste (tallo) y en sus hojas, la cantidad de agua que pierden durante el día es menor y por ello su



La modificación se realiza con arándanos de otros países debido a que en México no se cuenta con una diversidad propia de esta especie



El estudio en arándanos, naranjas y mandarinas, es la llave para crear organismos más resistentes



Estas plantas modificadas del arándano pueden sobrevivir con una menor cantidad de agua

demanda hídrica también desciende, lo que hace que puedan tolerar un riego más deficitario y sobrevivir con una menor cantidad de agua.

“De manera natural la radiación o las altas temperaturas producen en las plantas estas duplicaciones de los materiales genéticos; nosotros lo hemos hecho a nivel de laboratorio con agentes químicos que inducen también estas fallas en el proceso de mitosis, en la división celular, y que terminan por generar plantas que tienen duplicado o incrementado su material genético”, expuso.

### PROCESO DE MODIFICACIÓN

La modificación se realiza con arándanos de otros países que tienen bajos requerimientos de horas frío, pues no se cuenta con una diversidad propia de esta especie en México. Por ello, se parte de variedades cuya patente ya haya expirado. Se establecen bancos de germoplasmas *in vitro*, luego pequeñas microvaretas, así como semillas, que son expuestas a agentes inhibidores de la mitosis, por ejemplo colchicina u orizalina, con la finalidad de “entorpecer” o inhibir el proceso.

Posteriormente, se constituyen los protocolos de organogénesis para generar nuevos brotes a partir de semillas o microestacas tratadas, en condiciones *in vitro*. Con este procedimiento se generan nuevos brotes y posteriormente plantas completas. Una vez que tienen desarrollado su

sistema radicular son trasladadas al proceso de aclimatación en sustrato y después se realizan los análisis bioquímicos, fisiológicos y genéticos para verificar el éxito o no del proceso.

### INTERNACIONALIZACIÓN

La doctora resaltó que la experiencia de estudiar en otro país le brindó bases sólidas para encauzar su investigación. “Decidí que lo que yo quería hacer era algo diferente, y que fuera útil, obviamente que pudiera darnos una presencia nacional y una visión no solamente en el estado, sino en el país, que posicionara a nuestro centro y al Politécnico como tal dentro de un mundo global”.

Destacó el aporte del doctor Patricio Arce Johnson como un muy buen ayudante en su proyecto, así como en la formación de los estudiantes de maestría y doctorado que trabajan con ella y que se encuentran realizando estancias formativas en Chile, puesto que la colaboración, afirmó, debe ir mucho más allá de lo nacional.

Actualmente, esta investigación se encuentra en proceso de mostrar resultados, comentó la doctora Romero, “validar tolerancia al estrés hídrico, determinar su contenido nutricional; que tolere las condiciones climáticas que hay en el estado de Sinaloa y analizarlas en todos los aspectos fisiológicos, bioquímicos y metabólicos, para presentar al productor esos resultados”.



### BENEFICIOS ECONÓMICOS

En México se paga alrededor de 0.3 a 0.7 dólares por utilizar una planta mejorada genéticamente al productor extranjero. Chile y Estados Unidos son los principales mejoradores genéticos de este tipo de frutas en el mundo y tienen un ingreso importante por el desarrollo de este tipo de plantas. “Si nosotros lográramos desarrollar nuestras propias variedades para México, con las condiciones climáticas cultivadas y generadas dentro del país, no solamente ganaríamos en que éstas tendrían una mejora por haber sido desarrolladas en nuestra nación, sino que además ese royalty (impuesto) se quedaría en el país y con un sello mexicano”, aseguró la doctora Romero.

# Implementación de la educación socialista

## 90 Aniversario

AYER Y HOY

### PRESIDENCIA DEL DECANATO

El 13 de diciembre de 1934 se publicó en el *Diario Oficial de la Federación* el decreto por el cual se reformó el artículo 3º y la fracción XXV del artículo 73 de la Constitución. Con esta disposición se implementó la educación socialista, la cual fue uno de los pilares fundamentales de las políticas educativas del gobierno del general Lázaro Cárdenas y sustento ideológico del Instituto Politécnico Nacional (IPN).

El decreto comienza señalando que: "El Congreso de los Estados Unidos Mexicanos, en uso de la facultad que le confiere el artículo 135 de la Constitución Federal y previa aprobación de la mayoría de las Legislaturas de los Estados, declara reformado el artículo 3º de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos". Posteriormente enuncia la modificación al artículo 3º quedando de la siguiente manera:

Artículo 3º. La educación que imparta el Estado será socialista, y además de excluir toda doctrina religiosa combatirá el fanatismo y los prejuicios, para lo cual la escuela organizará sus enseñanzas y actividades en forma que permita crear en la juventud un concepto racional y exacto del universo y de la vida social.

La implementación de la educación socialista había sido propuesta por los delegados del Partido Nacional Revolucionario (PNR), en asamblea, durante la elaboración del Plan Sexenal; instrumento que sirvió de guía para el gobierno que comenzaría en 1934 y que por primera vez en la historia del país duraría seis años y no cuatro.

Sin embargo, el camino de la educación socialista y su implementación no fue fácil, ya que en la asamblea del PNR, de 1933, los delegados del estado de Veracruz, encabezados por el diputado Manlio Fabio Altamirano, fueron los primeros en introducir estas ideas al interior del partido al proponer la implementación de una enseñanza antirreligiosa, lo cual dio origen "a los proyectos de reforma del artículo tercero"; por su parte los delegados Froylán C. Manjarrez y Alberto Bremauntz propusieron "sustituir la educación laica por la socialista".

A lo largo de 1934, las discusiones al interior de la sociedad subieron de intensidad, particularmen-

te la iglesia católica realizó una fuerte campaña en contra de la implementación de la educación socialista; el arzobispo de México publicó una carta pastoral, en abril, en la que exhortaba a los católicos para que impidieran "por cuantos medios lícitos estuvieran a su alcance", el establecimiento de la educación socialista, so pena de excomunión. Por su parte, la autora Victoria Lerner señaló que: "A pesar de estos dimes y diretes, en diciembre de 1934 fue aprobada la modificación del artículo tercero", con lo que sus opositores debieron cambiar sus tácticas de lucha, particularmente la iglesia católica y los grupos más conservadores de la sociedad.

Por su parte, el general Lázaro Cárdenas al aceptar la candidatura del PNR, se comprometió a dar cumplimiento al Plan Sexenal; por lo tanto, apoyaría la propuesta de la educación socialista. Durante 1934, ya como presidente electo, hizo varios señalamientos referentes a la escuela socialista: "La escuela socialista es una aspiración definitiva del pueblo mexicano y muy particular-

## DIARIO OFICIAL

ORGANO DEL GOBIERNO CONSTITUCIONAL DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

Director: J. DE JESUS IBARRA

Registrado como artículo de ley en México, el 13 de diciembre de 1934. Año LXIII. No. 25

<b>SUMARIO</b>	
<b>PODER EJECUTIVO</b>	<b>SECRETARIA DE GOBERNACIONES Y OBRAS PUBLICAS</b>
<b>SECRETARIA DE GOBERNACION</b>	<b>SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA</b>
<b>SECRETARIA DE HACIENDA Y CREDITO PUBLICO</b>	<b>SECRETARIA DE AGRICULTURA Y FOMENTO</b>
<b>SECRETARIA DE JUSTICIA</b>	<b>SECRETARIA DE TRABAJO Y PREVISION SOCIAL</b>
<b>SECRETARIA DE INTERIORES</b>	<b>SECRETARIA DE SALUBRIDAD Y PROTECCION SOCIAL</b>
<b>SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA</b>	<b>SECRETARIA DE ECONOMIA</b>
<b>SECRETARIA DE AGRICULTURA Y FOMENTO</b>	<b>SECRETARIA DE TRABAJO Y PREVISION SOCIAL</b>
<b>SECRETARIA DE TRABAJO Y PREVISION SOCIAL</b>	<b>SECRETARIA DE ECONOMIA</b>
<b>SECRETARIA DE ECONOMIA</b>	<b>SECRETARIA DE TRABAJO Y PREVISION SOCIAL</b>

### PODER EJECUTIVO

#### SECRETARIA DE GOBERNACION

**DECRETO**

El Congreso de los Estados Unidos Mexicanos, en uso de la facultad que le confiere el artículo 135 de la Constitución Federal y previa aprobación de la mayoría de las Legislaturas de los Estados, declara reformado el artículo 3º y la fracción XXV del artículo 73 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en los siguientes términos:

"Artículo 3º.—La educación que imparta el Estado será socialista, y además de excluir toda doctrina religiosa combatirá el fanatismo y los prejuicios, para lo cual la escuela organizará sus enseñanzas y actividades en forma que permita crear en la juventud un concepto racional y exacto del universo y de la vida social."

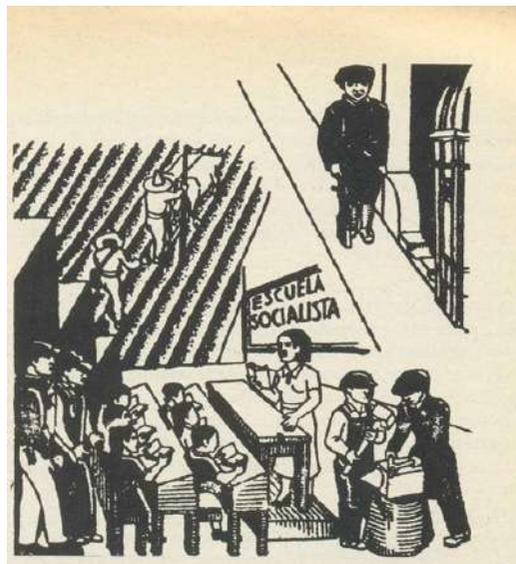


mente de las clases obrera y campesina y de los grupos intelectuales de vanguardia”.

Además, el presidente Cárdenas depositaba en la escuela la esperanza de que sería un “auténtico instrumento que iría más allá de sus aspectos pedagógicos y académicos, que favorecería una gran reestructuración económica y social, consecuencia de la elevación intelectual y moral de las masas, así como de su capacitación técnica-práctica”. Para él, la escuela contribuiría a formar una sociedad más igualitaria, dentro de un sentido de solidaridad y acción combativa, lo cual ayudaría a las masas a desterrar la idolatría y los prejuicios individualistas y dominantes.

Después de enfrentar un largo y sinuoso camino de muchas voces en contra y tener que lidiar con los adversarios de la propuesta para la implementación de la educación socialista y la reforma al artículo 3º constitucional, el 12 de diciembre fue aprobado el decreto que implementó esta reforma y se publicó, como antes se mencionó, el día 13 del mismo mes. Es importante destacar que, entre los firmantes se encontraba el senador de la república por el estado de Sinaloa, el ingeniero Juan de Dios Bátiz, así como el secretario de Educación en funciones en ese momento, el licenciado Ignacio García Téllez.

Con respecto a la fracción XXV del artículo 73 de la Constitución, ésta señala que les corresponde a los tres niveles de gobierno, federación, estados y municipios, lo referente al establecimiento y sostenimiento de las “escuelas rurales, elemen-



tales, superiores, secundarias y profesionales; de investigación científica, de bellas artes y de enseñanza técnica; escuelas prácticas de agricultura y de minería, de artes y oficios (...)” y estipula que los “títulos que se expidan por los establecimientos de que se trata, surtirán sus efectos en toda la República”.

Lo relevante de conmemorar esta fecha de la publicación del decreto que reformó al artículo 3º y la fracción XXV del artículo 73 constitucionales, radica en que gracias a esto fue posible cimentar la creación del IPN, al ser la escuela socialista uno de los cimientos que dio origen a nuestro gran Politécnico Nacional. ♀

#### FUENTES CONSULTADAS

“Decreto que reforma el artículo 3º y la fracción XXV del 73 constitucionales”, en *Diario Oficial de la Federación*, México, tomo LXXXVII, núm. 85, jueves 13 de diciembre de 1934, pp. 849-851.

Lerner, Victoria, “Historia de la reforma educativa de 1933-1945”, en *Historia Mexicana*, México, El Colegio de México, Centro de Estudios Históricos, volumen 29, número 1 (113), julio-septiembre de 1979.

*Palabras y documentos públicos de Lázaro Cárdenas 1928-1970. Mensajes, discursos, declaraciones, entrevistas y otros documentos 1928-1940*, volumen 1, México, Siglo XXI editores, 1978.

Sotelo Inclán, Jesús, “La educación socialista”, en Fernando Solana, Raúl Curiel Reyes y Raúl Bolaños Martínez (coordinadores), *Historia de la educación pública en México*, México, SEP, FCE, 1982.

