



# G

# Selección

GACETA POLITÉCNICA



NÚMERO  
**178**  
31 DE  
OCTUBRE  
AÑO XVI • VOL. 16

# ¿HOMEOPATÍA EN EL CAMPO?



## 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

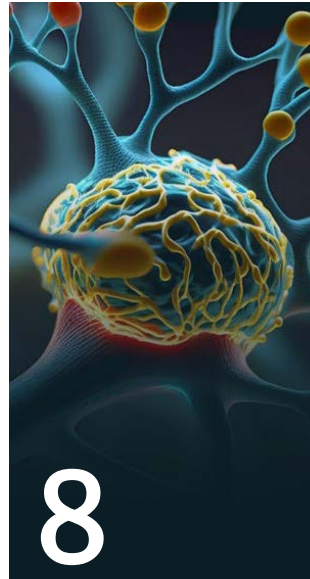


**Selección Gaceta Politécnica**, Año XVI, Volumen 16, Núm. 178, 31 de octubre de 2024, es una publicación digital mensual, editada por el Instituto Politécnico Nacional, a través de la Coordinación de Imagen Institucional, Av. Luis Enrique Erro S/N, Edificio de la Dirección General del IPN, Zacatenco, 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 178

OCTUBRE 2024



# ÍNDICE

- |    |  |    |  |
|----|--|----|--|
| 4  | Agrohomeopatía, aliada para prevenir enfermedades en plantas         | 24 | IPN, líder en la formación de especialistas en ciberseguridad  |
| 8  | Terapia génica para frenar enfermedad de Huntington                  | 27 | Alerta internacional por incremento en el nivel de los océanos |
| 13 | CBG, líder en investigación sobre oncocercosis en México             | 30 | Proponen predicción de lluvias con lógica difusa               |
| 16 | Vital, estudiar genes resistentes a antibióticos contra Tuberculosis | 34 | Proyectan politécnicos revitalizar Plaza Garibaldi             |
| 20 | Estudia Cicimar pulpo pigmeo para su reproducción en laboratorio     | 38 | IPN Ayer y Hoy   |





# Agrohomeopatía, aliada para prevenir enfermedades en plantas

Con la aplicación de medicamentos homeopáticos se busca estimular el crecimiento de las plantas y brindarles protección contra hongos patógenos

## CLAUDIA VILLALOBOS

Es innegable que los agroquímicos representan una alternativa eficaz para el control de plagas en los cultivos; no obstante, su uso tiene importantes repercusiones como: alteraciones en el equilibrio ecológico, contaminación de suelos, presencia de residuos tóxicos en alimentos y daños en la salud de los agricultores.

Estos inconvenientes han incentivado la búsqueda de nuevas alternativas inocuas y sustentables, una de ellas es la aplicación de medicamentos homeopáticos en las plantaciones mediante la agrohomeopatía que es un conocimiento científico emergente que posibilita incidir de manera natural en los procesos biológicos de los vegetales para obtener alimentos sanos y libres de toxicidad, lo cual representa una opción viable para controlar enfermedades en cultivos de importancia económica, así como eliminar el uso de agroquímicos.

El doctor Raúl Arnulfo Nava Juárez, adscrito al Centro de Desarrollo de Productos Bióticos (CeProBi), del Instituto Politécnico Nacional (IPN), es uno de los primeros especialistas politécnicos en emplear esta terapéutica para combatir hongos patógenos que causan enfermedades en las plantas y provocan pérdidas en las cosechas.

### MEDICINA PREVENTIVA

En las décadas de los 60 y 70, a nivel mundial y en México, se aplicaban infusiones de plantas medicinales en los cultivos. Esta práctica permitía a los agricultores cierto control sobre las plagas; sin embargo, por la aparición de la revolución verde (incremento en el uso de plaguicidas y herbicidas) se dejó de usar dicha técnica.

No obstante que la Universidad Autónoma de Chapingo (UACH) ha impulsado, en los últimos años, a la agrohomeopatía como



*Raúl Arnulfo Nava Juárez, investigador del CeProBi y experto en producción vegetal*



*Inicio de la germinación de la semilla tratada con homeopáticos*

método inocuo para el control de plagas, la información al respecto es escasa. Por ello, el doctor Nava Juárez busca diversificar el conocimiento de sus investigaciones y conseguir que los productores incorporen este sistema como una estrategia viable de control preventivo de enfermedades y plagas en los vegetales.

Con la participación de estudiantes de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM) y de la Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros (UTIM), quienes han realizado sus trabajos de tesis a partir de este proyecto, el experto en producción vegetal aprovecha su experiencia en el manejo agrológico para aislar los hongos patógenos de plantas de jitomate enfermas, que generalmente son tres o cuatro diferentes, y los purifican.

"Posteriormente se transfieren colonias en cajas de Petri, con medio de cultivo de agar de dextrosa y papa (PDA, por sus siglas en inglés) donde se adicionan los diferentes medicamentos homeopáticos. A este proceso se le denomina técnica del medio envenenado y se evalúa el crecimiento de las colonias de los hongos patógenos cada 24 horas", expuso.

El especialista precisó que la importancia de aislar los patógenos del campo radica en que los cultivos están sometidos a una presión de selección natural que está determinada por la exposición a los agroquímicos, a los cuales sobreviven los más agresivos y los que se adaptan a estos productos.

“Se tienen que aislar los patógenos con cierta frecuencia, porque si se guardan en el laboratorio y siempre se usan los mismos para los ensayos pierden virulencia, porque al no estar sometidos a las condiciones de selección inducida por los químicos sí producen enfermedad, pero no de la misma manera como ocurre en la situación real en el campo”, apuntó.

### PRUEBAS CON HOMEOPÁTICOS

El investigador del CeProBi señaló que además cuenta con hongos antagonistas (que inhiben el crecimiento de los patógenos), cuya actividad compara con los medicamentos homeopáticos y hasta el momento se ha comprobado que ambos favorecen la inhibición.

El doctor Nava Juárez indicó que el trabajo es muy laborioso, ya que prueba por separado cada patógeno aislado con 16 diferentes homeopáticos con el propósito de evaluar cuál de ellos tiene mayor efecto, debido a que no todos los hongos son sensibles a todos los fármacos; por ello es necesario valorar los efectos de cada uno por separado. Estas pruebas se llevan a cabo con cada hongo a diferentes concentraciones (potencias) para conseguir tratamientos altamente efectivos.

Generalmente los jitomates presentan tres o cuatro patógenos simultáneamente, por lo que el especialista politécnico pretende realizar un consorcio constituido por los homeopáticos más efectivos contra cada hongo para lograr una formulación eficaz.

### EXPERIMENTO

El ensayo consiste en cultivar el hongo patógeno purificado en cajas de Petri; en otros contenedores se coloca el antagonista en un medio PDA con medicamento (medio envenenado con confrontación). Cada 24 horas se evalúa el crecimiento de los patógenos y, una vez que se determina qué homeopáticos inhiben

### DATO DE INTERÉS

El estudio resalta la importancia de aplicar los homeopáticos desde que inicia la germinación de una semilla para inducir la protección al cultivo y estimular la rápida germinación.



*Plantas enfermas (las dos primeras a la izquierda); planta control en condiciones normales (en medio), y plantas con medicamento desde la germinación (las dos últimas a la derecha)*



El investigador del IPN se interesó por aplicar la homeopatía al jitomate porque se utiliza para preparar gran cantidad de platillos mexicanos

más rápido la proliferación del hongo que causa enfermedad, se traspasan a una maceta para evaluar el desarrollo del cultivo.

El científico del centro ubicado en el estado de Morelos resaltó la importancia de aplicar los homeopáticos desde que inicia la germinación de la semilla, ya que desde ese momento se induce protección al cultivo; han comprobado que, al hacerlo así, además de proteger a la semilla, estos medicamentos también cumplen con la función de estimular la rápida germinación.

“Los homeopáticos realizan una función dual debido a que además de brindar protección contra los patógenos desde la semilla, ayudan a que la raíz de la planta crezca más rápido, lo cual favorece una mejor absorción de nutrientes y eso genera cultivos más sanos”, indicó.

Comentó que hasta el momento no ha agregado nutrientes a la tierra de maceta, pero consideró que ello favorecerá aún más la calidad de los jitomates.

### **ELIMINAR Y REDUCIR USO DE AGROQUÍMICOS**

El doctor Nava Juárez comentó que mediante el proyecto se han simulado las condiciones de plantas de jitomate en invernadero en donde hay un mayor control de la temperatura y humedad. Cuando la hortaliza se cultiva a cielo abierto la situación cambia, debido a que las condiciones del clima son más extremas y entre mayor humedad exista la proliferación de hongos crece. Por ello, para conseguir que la agrohhomeopatía sea efectiva en un cultivo en el exterior se requiere aislar los patógenos presentes en ese medio.

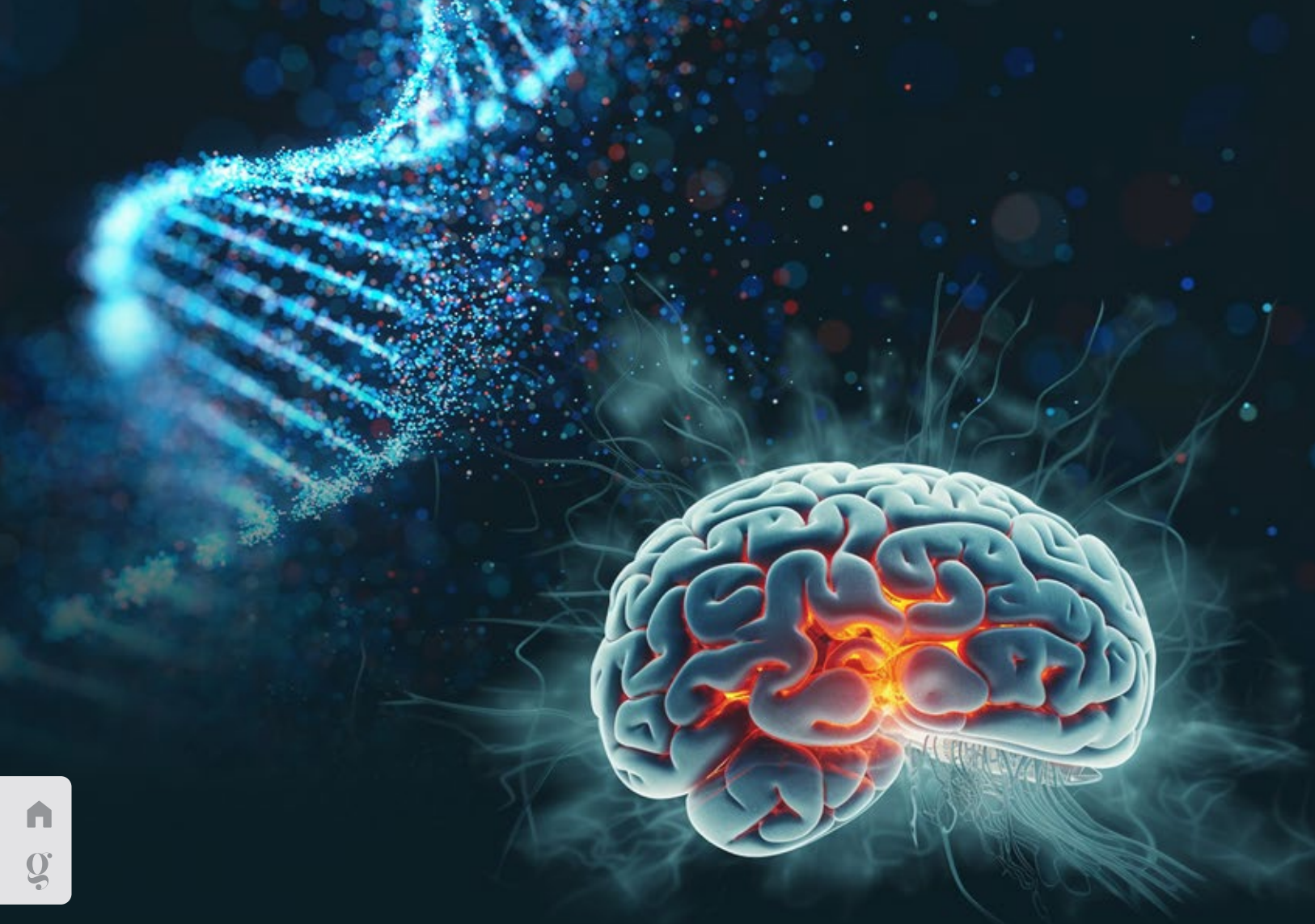
El investigador del IPN se interesó por aplicar la homeopatía al jitomate porque esta hortaliza se utiliza en la preparación de gran cantidad de platillos mexicanos, por ello trabaja en el desarrollo de alternativas viables para ofrecer a los consumidores alimentos más sanos y, al mismo tiempo, contribuir a reducir la cantidad de residuos de agroquímicos en los suelos.

Destacó que para lograr una protección eficaz de la planta, lo ideal es aplicar los medicamentos homeopáticos desde la semilla. Si se ponen cuando la planta está enferma tienen cierto efecto, pero también se requeriría usar productos químicos.

### **CAPACITACIÓN A PRODUCTORES**

El experto politécnico informó que, si bien es cierto que los medicamentos que se emplean en esta investigación se pueden adquirir en farmacias homeopáticas, existe la alternativa de producirlos para reducir costos. “Cuando el proyecto avance y presentemos los resultados a los productores se les planteará, al mismo tiempo, la opción de que en un espacio de su terreno de cultivo siembren las plantas que utilizarán para extraer los fármacos y después se les capacitaría para que produzcan las soluciones en las potencias requeridas”.

Es indudable que la fuerza científica del Instituto Politécnico Nacional se caracteriza por aplicar el conocimiento a la solución de las problemáticas nacionales y globales. En este caso, los resultados de la investigación en torno a la agrohhomeopatía son muy prometedores hasta el momento; el estudio continuará hasta demostrar que a partir de los principios de esta terapéutica médica se abren las expectativas para conseguir el control de plagas en los cultivos y producir alimentos sanos y de calidad.



# Terapia génica

para frenar  
enfermedad de  
Huntington

Fármacos desarrollados con base en la tecnología de antisentidos de RNA permiten reducir la expresión génica de la proteína que causa esta afección de origen hereditario. Con un diagnóstico temprano y esta terapia posiblemente se frenaría el deterioro neuronal en un futuro



## CLAUDIA VILLALOBOS

La baja prevalencia de la enfermedad de Huntington, que es incurable, motivó a un grupo de científicos del Instituto Politécnico Nacional (IPN) a aplicar la terapia génica personalizada en el desarrollo de fármacos que, al reducir la expresión génica de la proteína que genera la afección (Huntingtina, HTT), permitan ofrecer, en un futuro, una mejor calidad de vida a las personas con este padecimiento neurodegenerativo, caracterizado en su etapa inicial por movimientos coreicos (involuntarios, abruptos e irregulares), ansiedad, depresión y, en etapas avanzadas, por demencia y trastornos motores severos que incapacitan al paciente.

La permanencia de la enfermedad de Huntington en América es de 5.7 por cada 100 mil habitantes; en México no hay un registro específico, pero se calcula que aproximadamente entre 8 y 10 mil personas la presentan.

Por esta razón, el grupo de investigadores de la Escuela Superior de Medicina (ESM), liderado por el doctor Santiago Villafaña Rauda, decidió aprovechar la tecnología de vanguardia y la experiencia en el desarrollo de fármacos con oligonucleótidos con que cuenta el IPN para generar una terapia personalizada que disminuya la expresión génica y que con esto probablemente se coadyuve a detener el deterioro neuronal.

### DESARROLLO DE LA IDEA

El proyecto surgió hace cuatro años por iniciativa del médico, maestro en ciencias en Farmacología y estudiante de posgrado Sergio Adrián Ocampo Ortega, quien obtendrá el grado de doctor en ciencias con esta investigación multidisciplinaria, la cual se ha fortalecido por las contribuciones de las doctoras Martha Edith Macías Pérez, Elvia Mera Jiménez y Maricarmen Hernández Rodríguez del Laboratorio de cultivo celular, neurofarmacología y Conducta de la ESM, así como por la colaboración de estudiantes de licenciatura, maestría y doctorado de la Escuela Superior de Medicina.

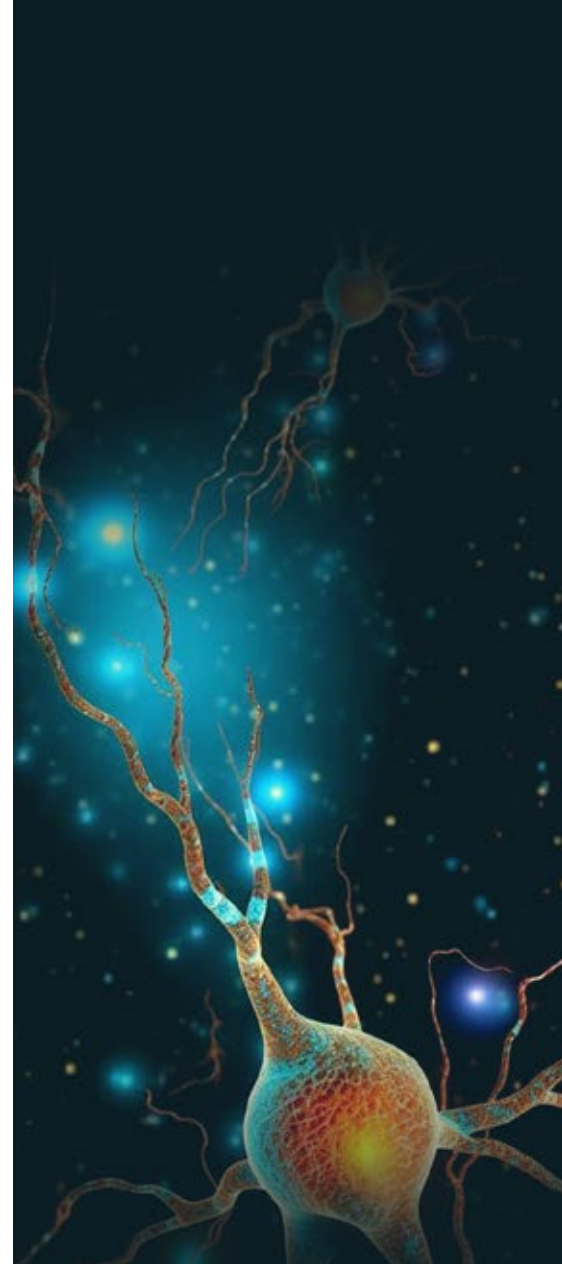
La enfermedad de Huntington, señaló el maestro Sergio Ocampo, es hereditaria y provocada por la mutación de un gen situado en el cromosoma 4 que se encuentra en todas las células del cuerpo y se expresa en las neuronas. El gen anómalo

es dominante, por lo que basta una sola copia de este alelo para causar este padecimiento, el cual puede ser de novo (sin antecedentes familiares) o heredado por uno de los progenitores. El riesgo de heredar la mutación es del 50 por ciento.

Este gen proporciona instrucciones para producir una proteína llamada Huntingtina (HTT), que se encarga del mantenimiento de la sinapsis (conexión entre neuronas), favorecer la plasticidad sináptica y realizar otras funciones celulares. En el interior del gen de la Huntingtina hay un clúster en donde hay repeticiones de elementos fundamentales del Ácido Desoxirribonucleico (ADN): Citosina, Adenina y Guanina (CAG).

En un individuo normal el número de copias de CAG dentro del gen debe ser menor a 40. En la enfermedad de Huntington hay más de ese número de réplicas de CAG; esto altera la estructura y función de la proteína, la cual se acumula y genera toxicidad neuronal.

“La severidad de la enfermedad aumenta con el número de repeticiones. Por ejemplo, cuando un individuo tiene menor cantidad de copias, el padecimiento se manifiesta en una etapa más tardía y éste es más leve, pero si se tienen más de 70 u 80 copias se presenta en una fase más temprana (Huntington juvenil)”, afirmó el maestro Ocampo Ortega.



**Doctor Santiago Villafaña Rauda, experto en farmacología y terapia génica (primero a la derecha) con equipo de trabajo**

## SILENCIAMIENTO GÉNICO

El propósito de los fármacos desarrollados con Oligonucleótidos Antisentido (ASO, por sus siglas en inglés) es degradar el Ácido Ribonucleico mensajero (RNA mensajero) de la proteína para evitar la formación y acumulación de ésta y de esa manera detener posiblemente el deterioro neuronal, mencionó el doctor Villafaña Rauda, quien ha guiado los trabajos de diseño, síntesis y purificación de los fármacos, los cuales ya se están evaluando en células de pacientes con la enfermedad de Huntington.

El experto en farmacología y terapia génica destacó que esta herramienta molecular podría representar en el futuro una esperanza para quienes padecen la enfermedad de Huntington, sobre todo cuando se detecte en etapas tempranas, ya que el paciente podría tener una buena calidad de vida y con esta terapia personalizada se buscaría evitar la progresión de los síntomas motores discapacitantes, deterioro cognitivo y alteraciones mentales.

El especialista politécnico informó que los resultados obtenidos hasta el momento son alentadores, debido a que los oligonucleótidos desarrollados van directamente al RNA mensajero del clúster de la proteína anómala, por lo que únicamente se bloquea la producción de ésta.

## TRAJE A LA MEDIDA

A diferencia de otro tipo de tratamientos, en los ensayos de la terapia génica individualizada no pueden utilizarse líneas celulares comerciales, los oligonucleótidos antisentido se requieren evaluar específicamente en células provenientes de la persona enferma para corroborar su eficacia, ya que cada paciente posee diferente rango de repeticiones y el fármaco debe ser diseñado acorde con esta particularidad personal, de esa forma se produce un fármaco como si fuera un traje a la medida de la anomalía.

En este proyecto se contó con el apoyo de la Asociación Mexicana de la Enfermedad de Huntington (AMEH) y la psicóloga Adriana Hernández Guerra, cuya participación ha sido importante en la investigación.

Aunque en menor cantidad que las neuronas, algunas células del organismo generan Huntingtina; por ello, para realizar la fase experimental se tomó una muestra



*Los fármacos antisentido se pueden modificar para ajustarse a la condición de cada persona para que tengan una buena respuesta*

sanguínea (biometría hemática) de un paciente para obtener los leucocitos y evaluar que se expresara este gen.

Los expertos eligieron estas células porque, a diferencia de las neuronas, éstas se pueden obtener de una forma más sencilla y se reproducen fácilmente.

## CULTIVO PRIMARIO

Para experimentos *in vitro* generalmente se emplean líneas celulares comerciales ya estandarizadas que incluyen instrucciones precisas de las condiciones de cultivo, pero debido a las características de esta investigación se tuvo que partir de cero para evaluar los fármacos antisentido directamente en las células de los pacientes.

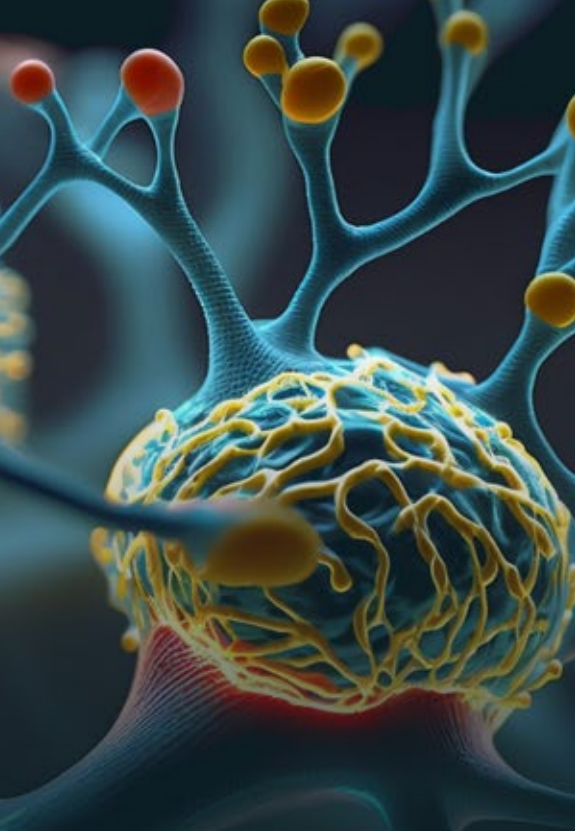
Para extraer los leucocitos, las doctoras Martha Macías, Elvia Mera y Maricarmen Hernández aplicaron la técnica de aislamiento de células sanguíneas por gradiente de Ficoll-Paque, que consiste en centrifugar la muestra sanguínea para separarla en tres fases y de ellas seleccionar las células.

Una vez obtenidos los leucocitos, las expertas los sometieron a un tratamiento especial con antibióticos, sueros y soluciones específicas para mantenerlos en condiciones óptimas. Posteriormente, los cultivaron con el propósito de reproducir

## DATO DE INTERÉS

Con esta terapia génica personalizada se buscaría evitar, a quienes padecen **Huntington**, la progresión de los síntomas motores discapacitantes, deterioro cognitivo y alteraciones mentales.





los y tener la cantidad suficiente para realizar diversas pruebas, entre ellas verificar que los fármacos no generen toxicidad.

Después de concluir las pruebas se les agregan los fármacos y posteriormente se les extrae RNA para corroborar que haya disminuido la expresión del mensajero de Huntingtina.

Para comparar los resultados también se realiza el cultivo de leucocitos de personas sanas. En los ensayos se observó que las células con la anomalía genética se reproducen con mayor rapidez que las sanas. Además, advirtieron que, aun cuando los leucocitos no poseen características de adhesión, en el cultivo con enfermedad de Huntington éstas se aglomeran, forman capas y se adhieren a la placa de cultivo. Los científicos politécnicos suponen que el exceso de Huntingtina podría estar relacionada con este hecho y quizá por ello se promueve la expresión de algunas proteínas que favorecen la unión celular.

#### TRATAMIENTO TEMPRANO

Los expertos politécnicos refirieron que, debido al alto porcentaje de susceptibilidad de heredar la enfermedad de uno de los progenitores, existen familias que tienen enfermos en varias generaciones. De continuar los avances como hasta ahora, podría llegar el momento en que sería posible ayudar a mejorar la calidad de vida de los pacientes.

Aunque cada persona posee distinto rango de repeticiones del gen, los fármacos antisentido se pueden modificar para ajustarse a la condición de cada persona para que tengan una buena respuesta; las dosis y periodicidad de la administración se estandarizarían dependiendo de la situación de cada paciente.



La enfermedad de Huntington es hereditaria y provocada por la mutación de un gen situado en el cromosoma 4 que se encuentra en todas las células del cuerpo y se expresa en las neuronas

#### HACIA UN TRATAMIENTO DEFINITIVO

Además de desarrollar fármacos para tratar este padecimiento genético, los científicos politécnicos buscan sentar las bases para generar terapia génica personalizada en México para otras enfermedades raras como el Síndrome de X frágil o la Distrofia muscular de Duchenne, entre otras.

Igualmente, y dependiendo de los avances del proyecto, consideran la posibilidad de emplear la técnica de edición genética de CRISPR-Cas 9 para tratar de eliminar definitivamente la expresión de la proteína anómala y, con ello, hacer de la medicina genómica personalizada una realidad impulsada en el Laboratorio de terapia génica experimental de la Escuela Superior de Medicina del IPN, al que cada día se suman más estudiantes con especial interés en generar ciencia de frontera. ♀



#### Reconocimiento

El maestro Sergio Ocampo participó en The RNA Institute's 8<sup>th</sup> Annual Symposium, organizado por la Universidad Albany de Nueva York, en donde fue reconocido con un certificado de excelencia por la presentación de un cartel científico que reporta la metodología y logros del proyecto de investigación.

# FESTIVAL GAMER POLÍGONO

LA BASE DE LOS VIDEOJUEGOS

6 • 7 • 8 NOVIEMBRE • 2024

◆ TETRIS ◆



# CBG, líder en investigación sobre oncocercosis en México



A pesar de que esta enfermedad está eliminada en México, el Centro de Biotecnología Genómica se mantiene en vigilancia para detectar cualquier signo temprano de reemergencia de este padecimiento



Científica Nadia Fernández con equipo de trabajo

## ROCÍO CASTAÑEDA

Con el objetivo de demostrar que la transmisión del parásito que produce la oncocercosis continúa eliminada en México, especialistas del Centro de Biotecnología Genómica (CBG), del Instituto Politécnico Nacional (IPN), realizan el primer estudio epidemiológico, con base en las guías de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

La oncocercosis es la segunda causa de ceguera a nivel global y afecta a poblaciones vulnerables de indígenas, campesinos, jornaleros, migrantes y refugiados en distintos países donde subyace endémica.

“El parásito de la oncocercosis se transmite por insectos (moscas de la familia *Simuliidae*) que se reproducen en ríos o arroyos de corriente rápida. El parásito, un gusano nemátodo (*Onchocerca volvulus*), se desarrolla en el cuerpo, así como en la cabeza de la mosca y, debido a que se alimenta de sangre humana, transmite el parásito”, explicó la doctora en ciencias Nadia Angélica Fernández Santos, científica del Laboratorio de Biomedicina Molecular (LBM) del Centro de Biotecnología Genómica.

La enfermedad está eliminada en el país, sin embargo, es necesario llevar a cabo una vigilancia epidemiológica para evaluar y detectar cualquier signo temprano de reemergencia de la transmisión y, con ello, del padecimiento, para lo cual la investigadora del CBG, ubicado en Reynosa, Tamaulipas, lidera el proyecto “Vigilancia epidemiológica postverificación de la eliminación de la oncocercosis en México”.

Fernández Santos precisó que este padecimiento se manifiesta entre el primer y tercer año postinfección; los síntomas y signos clínicos que presentan las personas infectadas con el parásito de la oncocercosis son, entre otros, afecciones cutáneas desfigurantes como dermatitis crónica, atrofia cutánea, así como discapacidad visual con daños al nervio ocular y queratitis esclerosante que produce la ceguera.

La enfermedad es debilitante porque las personas sufren prurito intenso en todo el cuerpo, que los deja agotados; la piel

se desfigura, cambia de color y se cuelga por pérdida de fibras elásticas, por lo que hay estigma en individuos con oncocercosis y son discriminados.

## VIGILANCIA POSTVERIFICACIÓN

El programa de lucha en México contra la también llamada “ceguera de los ríos” es el más antiguo en el mundo y el estudio epidemiológico del CBG documentaría, si fuese el caso, que la transmisión del parásito continúa eliminada en los focos endémicos históricos de Oaxaca y sur de Chiapas, para lo cual serán examinadas, al menos, 2 mil personas residentes de 15 años o menos.

La trascendencia de esta investigación radica en que ya han transcurrido 15 años desde que fue suspendido el tratamiento masivo con ivermectina, con el cual se eliminó la oncocercosis en zonas de Oaxaca y Chiapas.

La doctora Nadia Fernández Santos indicó que prevén realizar estudios entomológicos, que consisten en asistir a las poblaciones para recolectar 6 mil moscas por poblado, para lo cual utilizarán trampas cebadas pegajosas (tipo Ventana “La Esperanza”) de intercepto, diseñadas y desarrolladas en el IPN por el doctor Mario Alberto Rodríguez Pérez, responsable del Laboratorio de Biomedicina Molecular del CBG, y colaboradores. Se tiene planeado agrupar 200 cabezas de moscas por lote y se les aplicará una prueba de PCR para determinar el ADN del parásito en las moscas.

También, precisó, se requieren estudios serológicos con la intención de demostrar ausencia o casi ausencia de anticuerpos anti-O. *volvulus* en menores de 10 años o menos, que nacieron después de haberse suspendido el tratamiento con ivermectina y cuando la transmisión estaba interrumpida.


La profesora politécnica dijo que la población del parásito se ha ido extinguiendo por vejez. “Los gusanos adultos viven entre 12 y 15 años. En edad avanzada los gusanos hembras son menos productivos y, en ausencia de gusanos machos, no

hay fertilización de huevos, por eso en nuestro último estudio publicado sólo documentamos gusanos hembras infértiles en nódulos viejos en una persona de entre 85,347 examinadas en Chiapas”, indicó.

En el proyecto además participan la doctora María Jesús Perteguer Prieto, del Centro Nacional de Microbiología del Instituto de Salud Carlos III-España; el maestro Francisco Joel Cabrera Santos, también del CBG y estudiante de doctorado, quien realiza las encuestas a los pobladores, la toma de muestras biológicas en campo y los exámenes serológicos, y la estudiante de maestría del Centro de Biotecnología Genómica, Sorayda Leonela González Trujillo, efectuará estudios entomológicos de la oncocercosis asociados al proyecto.

Asimismo, colaboran el doctor Fabián Correa Morales, subdirector de Vectores, del Centro Nacional de Programas Preventivos y Control de Enfermedades de la Secretaría de Salud, así como personal del Programa de Vectores del Estado de Oaxaca y Chiapas, y otras autoridades de salud local.

Los hallazgos científicos de esta investigación politécnica serán de gran utilidad para los programas contra la oncocercosis no sólo en México, sino en el mundo, ya que es un grave problema de salud pública en África, con un alto impacto psicosocial y económico, debido al abandono de grandes extensiones de tierras fértiles cercanas a los lugares donde se cría la mosca de la oncocercosis.

Con este estudio, el CBG refrenda su alto nivel de investigación y pertinencia sobre este flagelo de enfermedad prevenible y curable. 



Doctora en ciencias Nadia Angélica Fernández Santos, investigadora del Laboratorio de Biomedicina Molecular del CBG

# Oaxaca y Chiapas, zonas endémicas históricas de oncocercosis

Este padecimiento se originó por migración de jornaleros del cultivo de café procedentes de zonas endémicas de Guatemala hacia México, por eso se estableció un foco extenso de la enfermedad en la región del Soconusco de Chiapas. Después se extendió a Oaxaca y se cree que ello sucedió también por la migración de jornaleros del cultivo del café y por peregrinos.

En México, la oncocercosis estuvo presente en tres focos endémicos: Oaxaca, el sur de Chiapas y el norte de Chiapas. Las principales etnias indígenas que habitan los focos históricos de oncocercosis son los zapotecos, chinantecos y cuicatecos, entre otras. Además, la actividad económica más relevante en la zona de oncocercosis es el cultivo de los cafetales.

## PRIMEROS TRATAMIENTOS

En 1923 se documentaron los primeros casos de oncocercosis en Chiapas y el programa de lucha contra este padecimiento inició en 1930. En México, desde 1989 se administró ivermectina, pero sólo a los casos de oncocercosis con síntomas. A partir de 1997 la ivermectina se prescribió masivamente, dos veces al año, a la población elegible; en 2003, el medicamento se otorgó cuatro veces al año a algunos pobladores de Chiapas para acelerar la interrupción y eliminación de la transmisión del parásito.

Posteriormente, en el foco de Oaxaca, en el norte de Chiapas y en el foco del sur de Chiapas iniciaron una fase de vigilancia epidemiológica postratamiento en 2008, 2009 y 2012, respectivamente. Como resultado, en 2015 se logró documentar y obtener el certificado de la eliminación de la transmisión de la oncocercosis en México por parte de la Organización Mundial de la Salud.

### DATO DE INTERÉS

Las trampas contra moscas de la oncocercosis, desarrolladas en el CBG, lograron reducir, a la mitad, el número de picaduras/hombre/día cuando fueron desplegadas en las casas o escuelas de los poblados afectados por esta enfermedad.





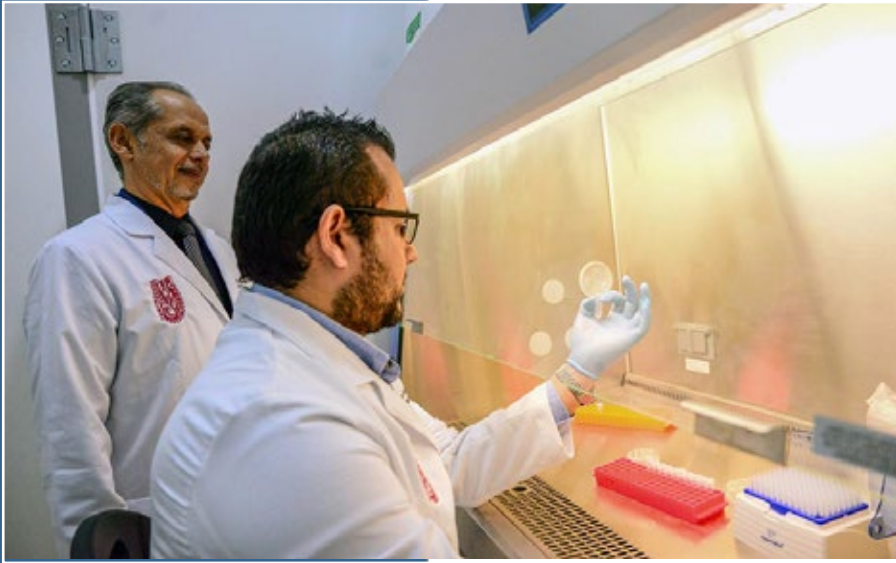
Investigadores del CBG analizan la caracterización molecular de *Mycobacterium tuberculosis* para estudiar los principales genes involucrados en la resistencia a los principales antibióticos para el tratamiento de la enfermedad

Vital, estudiar genes resistentes a antibióticos contra

# Tuberculosis







Investigadores del Laboratorio de Biomedicina Molecular, Mario Alberto Rodríguez Pérez (de pie) y Luis Mario Rodríguez Martínez

## Rocío CASTAÑEDA

La resistencia a los antibióticos es un problema creciente, por lo que es fundamental descifrar los mecanismos moleculares que la generan para mitigar el impacto de la Tuberculosis (TB) sobre la salud pública, lo que permitirá impulsar el desarrollo de fármacos cada vez más efectivos contra cepas resistentes y contribuir al combate global de la enfermedad.

Para ello, el doctor Mario Alberto Rodríguez Pérez, investigador y titular del Laboratorio de Biomedicina Molecular (LBM), del Centro de Biotecnología Genómica (CBG), junto al doctor Luis Mario Rodríguez Martínez, llevan a cabo el proyecto denominado "Caracterización molecular de *Mycobacterium tuberculosis*, análisis de genes asociados a resistencia molecular contra antifímicos", en el que estudian amplificaciones *in vitro* del material genético de esta bacteria, agente etiológico de la Tuberculosis.

"La investigación se enfoca en dos formas principales de la enfermedad: Tuberculosis multidrogo-resistente (MDR) y Tuberculosis extremadamente resistente (XDR), por lo que –en conjunto con un equipo de colaboradores– analizamos las mutaciones genéticas asociadas con la resistencia a los principales antibióticos para el tratamiento de la enfermedad", detalló el especialista del Instituto Politécnico Nacional (IPN).

### DATO DE INTERÉS

La Tuberculosis es una enfermedad bacteriana causada por el bacilo *Mycobacterium tuberculosis*, que se propaga principalmente por el aire cuando una persona con TB pulmonar activa, libera microgotas o gotas de Flügge, al toser, estornudar, hablar o cantar.



Apuntó que la Tuberculosis tipo MDR se refiere a las cepas de TB que son resistentes a la isoniacida y a la rifampicina, los dos fármacos más eficaces en el tratamiento; mientras que la XDR es una forma más grave de TB resistente a múltiples fármacos, que incluye resistencia a los medicamentos de primera línea, así como –al menos– a un fármaco inyectable de segunda línea y una fluoroquinolona.

### CARACTERIZACIÓN MOLECULAR

Para comprender los mecanismos de resistencia, el doctor Mario Alberto Rodríguez Pérez, quien es miembro del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNI), Nivel III, del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (Conahcyt), señaló que es necesario estudiar las mutaciones en los genes implicados en el metabolismo de los principales antibióticos utilizados en el control de la enfermedad.

Durante el proceso de caracterización molecular de *M. tuberculosis* serán estudiados los principales genes involucrados en la resistencia a antibióticos: inhA y katG para isoniacida, rpoB para rifampicina y embB para etambutol. Las secuencias de nucleótidos de estos genes son relevantes para el estudio de mutaciones en las mismas.

Según investigaciones, el gen inhA codifica una proteína involucrada en la


síntesis de ácidos micólicos, que son esenciales para la pared celular de la bacteria; las mutaciones en este gen pueden conferir resistencia a la isoniacida al inhibir su función, y el katG codifica una catalasa-peroxidasa que activa la isoniacida; mutaciones en este gen pueden evitar que el medicamento alcance su forma activa, resultando en resistencia a la isoniacida.

El gen rpoB codifica la subunidad beta de la ARN polimerasa, el objetivo de la rifampicina; las mutaciones en este gen impiden la unión efectiva del antibiótico, lo que lleva a la resistencia.

A su vez, el gen embB está relacionado con la resistencia a etambutol, ya que codifica una enzima que contribuye a la formación de arabinogalactano, un componente clave de la pared celular de la bacteria. Las alteraciones en este gen pueden cambiar la estructura de la pared, disminuyendo la eficacia de etambutol.

En este proyecto también colabora el investigador del Laboratorio de Sustentabilidad Biológica del Centro de Estudios e Investigaciones Interdisciplinarias de la Universidad Autónoma de Coahuila (UAdeC), doctor Luis Mario Rodríguez Martínez. Además de los estudiantes de doctorado del LBM del CBG, Carlo Franco Medina Ramírez y José Luis Chavelas Reyes.

El doctor Rodríguez Pérez, quien es integrante de la Academia Mexicana de Ciencias, recalcó que el análisis de las mutaciones es fundamental para entender la resistencia a los tratamientos de la Tuberculosis, así como para desarrollar estrategias terapéuticas más efectivas.

Los resultados de esta investigación también permitirán mejorar la vigilancia y control epidemiológico de las cepas resistentes de TB, mediante la integración de aproximaciones de diagnóstico con técnicas de biología molecular de avanzada para aliviar el sufrimiento de personas con Tuberculosis. 

Durante

# 2022

en México se documentaron  
alrededor de

# 4,600

muerres a causa de este  
padecimiento





# 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



# Estudia Cicimar pulpo pigmeo para su reproducción en laboratorio

El propósito es generar conocimiento sobre la biología, desarrollo, reproducción y actividad enzimática digestiva de esta especie para lograr su mantenimiento en condiciones de laboratorio

## ZENAIDA ALZAGA

Investigadores del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (Cicimar) del Instituto Politécnico Nacional (IPN), estudian la biología y fisiología del pulpo pigmeo del Pacífico para sentar las bases de su cultivo y reproducción en condiciones de laboratorio, así como para su comercialización y consumo potencial como alimento *gourmet* en el estado de Baja California Sur.

A través del proyecto "Estudio de frontera sobre la ecofisiología del desarrollo y fisiología digestiva del pulpo pigmeo del Pacífico *Paroctopus diguet*, encaminado a la implementación futura de una tecnología de cultivo en cautiverio" (FORDECYT-PRONACES/3266032/2020), la doctora Bertha Patricia Ceballos Vázquez en colaboración con investigadores y estudiantes del Cicimar, del Centro de



”

El ambiente en el Golfo de California es propicio para su crecimiento y reproducción durante todo el año



*Pulpos recién nacidos*

Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (Cibnor) y del Instituto Tecnológico Superior de Xalapa (ITSX), llevan a cabo un análisis sobre la especie.

El objetivo es generar conocimiento sobre su biología, desarrollo, reproducción y actividad enzimática digestiva para lograr su mantenimiento en condiciones de laboratorio. A partir de esta investigación científica también se pretende evaluar el uso de este pulpo como modelo biológico en la investigación de cefalópodos.

El pulpo pigmeo del Pacífico es un molusco cefalópodo octópodo de la familia *Octopodidae*, que se caracteriza por su pequeño tamaño (hasta 18 centímetros de longitud total), y al igual que otros pulpos, es muy inteligente, cambia de color y forma para ocultarse de sus depredadores. Se distribuye en el Golfo de California donde habita en playas poco profundas con sedimento arenoso-limoso.

Ceballos Vázquez señaló que se pueden encontrar desde la orilla y hasta profundidades de entre tres y cuatro metros. Al pulpo pigmeo le gusta vivir dentro de una conchita de almeja vacía que logra cerrar con sus brazos y la utiliza como refugio para esconderse de sus depredadores.

Además, en el caso de las hembras, esta concha también la usan para depositar sus huevecillos, incluso se les puede encontrar en latas o botellas vacías que escogen como refugio para protegerse.

Su alimentación está basada en proteína, por lo que, en su hábitat, se alimentan

de otros moluscos y crustáceos como almejas, artemias, camaroncitos (misidáceos) y cangrejos.

La investigadora explicó que el ambiente en el Golfo de California es propicio para su crecimiento y reproducción durante todo el año. Esta especie crece rápido, y en seis meses se convierten en adultos.

Durante la reproducción, los machos salen en busca de hembras, se acercan sigilosamente hasta una distancia en la que puedan alargar su brazo modificado denominado hectocótilo para introducirlo en la hembra y depositar los espermátóforos (bolsitas con espermatozoides). Se sabe que la hembra es capaz de almacenar el esperma de varios machos.

Si bien las crías de pulpo son pequeñas (6 milímetros) al nacer, los juveniles presentan la apariencia física de un adulto mini y están listos para vivir sobre la arena



*Bertha Patricia Ceballos Vázquez, científica del Cicimar*



*Al pulpo pigmeo le gusta vivir dentro de una conchita de almeja vacía para esconderse de sus depredadores*



*Hembra debilitada y envejecida casi para morir*

como sus padres, ya que esta especie no posee una fase de paralarva (la cual habita en el zooplancton).

En la Unidad Piloto de Maricultivo del Cicimar, los expertos detectaron que en condiciones de cautiverio es muy común observar canibalismo, debido a la falta de alimento y/o refugios suficientes.

Por ello, en el laboratorio consideran importante cuidar su bienestar en los estanques a través de una buena calidad del agua, proporcionar los refugios necesarios (adecuados a su tamaño y momento de desarrollo) y comida suficiente. En este sentido, se están realizando estudios para la formulación de alimentos que además de aportar los nutrientes necesarios, sean de uso práctico en la acuicultura.

La científica, quien es integrante del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNI), Nivel III, del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (Conahcyt), informó que la hembra en promedio tiene 300 huevos a quienes cuida hasta el nacimiento; durante todo ese tiempo, la hembra deja de alimentarse, se debilita y deteriora como si fuera una anciana (senescente), y finalmente muere.

Para finalizar, la investigadora politécnica destacó que no es conveniente atrapar y manipular a los pulpos, ya que al intentar defenderse y huir, liberan tinta que en algunas especies contiene veneno, pueden morder y provocar heridas dolorosas que son propensas a infectarse. Además, la manipulación de estos organismos debe llevarse a cabo con mucho cuidado para evitarles incomodidad y estrés que los lleve a la muerte. ♀

**DATO DE INTERÉS**

La hembra en promedio tiene 300 huevos y los cuida hasta el nacimiento. Durante ese tiempo, la hembra deja de alimentarse, se debilita y deteriora como si fuera una anciana y finalmente muere.





# 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



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



**CONAHCYT**  
CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES  
CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS





# IPN, líder en la formación de especialistas en ciberseguridad

Científico del CIC resalta la necesidad de que México cuente con un Plan Nacional para el Desarrollo de Tecnología, en el cual se pondere a la ciberseguridad para proteger a los sectores que operan infraestructura crítica



## ENRIQUE SOTO

Para que México esté mejor preparado ante fenómenos como el “apagón informático” –ocasionado hace unos meses por el fallo de un software en millones de equipos y dispositivos de muchos países– Eleazar Aguirre Anaya, científico del Centro de Investigación en Computación (CIC), del Instituto Politécnico Nacional (IPN), propuso la creación del Plan Nacional para el Desarrollo de Tecnología, en el que las universidades, el Gobierno de México, el Congreso de la Unión y el sector privado fortalezcan la capacidad tecnológica del país y en el cual se pondere a la ciberseguridad como eje trasversal que proteja a los sectores que operan infraestructura crítica: telecomunicaciones, seguridad, servicios financieros, energía, agua, alimentación, salud y transporte, entre otros.

Al realizar un balance de los logros en el marco del Décimo Aniversario del Laboratorio de Ciberseguridad del CIC, el investigador del IPN sostuvo que el fallo en el software CrowdStrike –mismo que opera en diversos sistemas operativos– tiene como propósito fundamental proteger equipos de cómputo clasificados con altos niveles de importancia para las empresas y los gobiernos. “Este fallo provocó afectaciones principalmente en infraestructura crítica que permite operar a un país”, acentuó.

El científico con el Nivel I en el Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNII), del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (Conahcyt), subrayó que los operadores del software CrowdStrike no tuvieron la capacidad de detectar y atender la vulnerabilidad a tiempo. “El problema radicó en el personal que opera esta tecnología; todas las organizaciones y empresas que fueron afectadas no tenían el capital humano adecuado para una operación continua de la infraestructura crítica”, enfatizó.

El apagón informático fue un problema –dijo– de corresponsabilidad, por una parte CrowdStrike liberó una versión con errores y los responsables de operar esa infraestructura de seguridad no siguieron las mejores prácticas y los estándares de seguridad.



*Eleazar Aguirre Anaya, científico del CIC, informó que el Laboratorio de Ciberseguridad ha desarrollado proyectos para atender grandes problemas de los sectores estratégicos del país*



*El Laboratorio de Ciberseguridad se ha consolidado como un espacio dedicado a la investigación y a la formación a nivel posgrado*

Reconoció que la infraestructura crítica no puede fallar en ningún momento, motivo por el cual se debe tener al personal adecuado para que independientemente de cualquier fallo en algún software se tenga capacidad de respuesta. Recalcó que el Politécnico –como la institución pionera en México en la formación de especialistas en ciberseguridad–, ha concentrado sus esfuerzos en la formación de los recursos humanos de alto nivel, capaces de atender la infraestructura crítica del país, quienes son los que podrían dar vida a este Plan Nacional, para posicionar a la ciberseguridad como el elemento primordial de los sectores estratégicos de la nación.

### LA CIBERDELINCUENCIA Y EL APAGÓN INFORMÁTICO

“Cuando hubo un fallo en el software y no se informó de manera inmediata se generó incertidumbre a nivel global y esto fue aprovechado por la ciberdelincuencia. A partir de ello, la ciberdelincuencia generó muchas propuestas de ayuda, pero en realidad era información falsa para atacar a los gobiernos y organizaciones que habían sido afectadas para comprometer los equipos informáticos y sustraer información para falsificaciones, robos de identidad o accesos no autorizados. Realmente fue muy amplio el abanico de ataques que hubo en diferentes países”, indicó.

El científico –quien ha dirigido 70 tesis de estudiantes de licenciatura, maestría y doctorado y le tocó arrancar los trabajos del Laboratorio de Ciberseguridad–, se pronunció a favor de que el Congreso Mexicano fortalezca la legislación sobre la ciberseguridad, para concientizar a todos los actores del sector público y privado de la importancia de estar preparados ante cualquier eventualidad. “Esto ayudaría a que no seamos codependientes de tecnología, como se dejó al descubierto con el apagón informático”.

#### DATO DE INTERÉS

Entre las instituciones que han recibido capacitación u otro tipo de aportación del Laboratorio de Ciberseguridad-CIC, se encuentran: CFE, Sedena, Segob y SAT.



El Doctor en Comunicaciones y Electrónica recordó que el Laboratorio de Ciberseguridad se ha consolidado como un espacio dedicado a la investigación, la formación a nivel posgrado (maestría y doctorado), la capacitación y el desarrollo de proyectos para atender los grandes problemas de los sectores estratégicos del país. Detalló que los fundadores fueron profesores de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (ESIME), Unidad Culhuacán, creadores de los primeros programas de posgrado a nivel nacional en ciberseguridad.

### APORTACIONES A DEPENDENCIAS ESTRATÉGICAS

El investigador politécnico resaltó que en esta década se ha ofrecido capacitación especializada a la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y a la Secretaría de la Defensa Nacional (Sedena), además de que se ha apoyado en materia de comunicaciones seguras, control de acceso biométrico e identificación biométrica a la Secretaría de Gobernación (Segob), la Policía Federal y al Servicio de Administración Tributaria (SAT).

El Laboratorio de Ciberseguridad del IPN también ha realizado aportaciones al Instituto Nacional Electoral (INE) como una urna electrónica, sistemas para proveer resultados preliminares de las elecciones (PREP), sistemas de gestión electoral y auditorías de seguridad. Para la Organización de los Estados Americanos (OEA) se contribuyó con plataformas de identificación de datos sensibles y un modelo de gestión de protección de datos personales.



**Eleazar Aguirre Anaya ha dirigido 70 tesis de estudiantes de licenciatura, maestría y doctorado**

En este laboratorio se han graduado 40 estudiantes de la Maestría en Ciencias en Ingeniería de Cómputo, Maestría en Ciencias de la Computación y el Doctorado en Ciencias de la Computación. Con el apoyo de la OEA, el laboratorio ha tenido presencia internacional, al interactuar con equipos de respuesta a incidentes en diversos encuentros de ciberseguridad.

Con mucho orgullo y, al mismo tiempo, con un poco de nostalgia, el Doctor Aguirre Anaya aseguró: “Soy cien por ciento politécnico, desde la vocacional, la licenciatura, la maestría y el doctorado. Así como el Politécnico me dio todo esto, me siento bien de poderle retribuir un poco de lo que me ha dado. Estoy satisfecho por los resultados de este laboratorio en estos diez años. Agradezco a mis compañeros, con quienes hemos crecido juntos y a todos los clientes que han confiado en nosotros y reconocen que somos la mejor opción para resolver sus problemas tecnológicos”. ☞



# Alerta internacional

por incremento en el nivel de los océanos

Experto del CIEMAD resalta que el aumento en el nivel del mar se debe al cambio climático, al derretimiento de los glaciares, pero principalmente a la expansión térmica del agua del mar

## ENRIQUE SOTO

Para el año 2050, se prevé que el nivel del mar se incremente en 10 centímetros en las partes altas y hasta 30 centímetros en las zonas costeras más bajas del planeta, lo que causará afectaciones a islas y poblaciones, motivo por el cual la Organización de las Naciones Unidas (ONU) ha emitido una alerta mundial sobre los efectos del cambio climático, en la que se advierte que en la región del Pacífico el aumento del nivel del océano es superior al promedio.

Al respecto, el científico del IPN, Jonathan Muthuswamy Ponniah, investigador del Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CIEMAD), del Instituto Politécnico Nacional (IPN), informó que, según investigaciones científicas internacionales, aproximadamente 900 millones de personas en el orbe están en riesgo debido al aumento del nivel del mar y, de este total, el 80 por ciento vive en zonas costeras de Asia.

### EXPANSIÓN TÉRMICA DEL AGUA DE MAR

El investigador del CIEMAD detalló que en el planeta el nivel del mar se incrementa en promedio 3.1 milímetros por año, pero se prevé que para 2050 la tasa pueda llegar hasta 4.1 milímetros. Explicó que este aumento en el nivel de los océanos se debe al cambio climático, al derretimiento de los glaciares y casquetes polares, pero principalmente a la expansión térmica del agua del mar.

Jonathan Muthuswamy mencionó que las islas Kiribati, Maldivas, Vanuatu, Samoa, Nauru, Salomón y Fiji, ubicadas en el Pacífico, sufrirán graves consecuencias por el aumento del nivel del mar. "Sus habitantes —dijo— están preocupados, porque en los próximos 100 años perderán más del 50 o 60 por ciento de su territorio".

#### DATO DE INTERÉS

El aumento del nivel del mar también afectará a la flora y fauna marinas costeras y poco profundas, como los manglares y los arrecifes de coral.

También comentó que las naciones más afectadas por el incremento del nivel del mar en el último año fueron China, India, Bangladesh, Países Bajos y Vietnam. Los efectos de este aumento incluyen inundaciones en regiones bajas como los manglares, erosión costera, la entrada de agua salada en acuíferos costeros a través de estuarios, cambios en las corrientes oceánicas, hundimiento de la tierra cercana a la costa debido a la erosión y daños severos a la infraestructura costera.

El experto sostuvo que México ha enfrentado algunos problemas por el aumento del nivel del mar, especialmente en Quintana Roo (Chetumal) y en las zonas bajas de Baja California Sur. Sin embargo, mencionó que los países del Caribe ya experimentan de manera más directa los estragos de este fenómeno.

Además, subrayó que la comunidad científica ha enfocado sus esfuerzos en reducir la temperatura del mar para disminuir la expansión térmica del agua, lo que podría ser una solución a largo plazo. "Para ello, es urgente buscar maneras de aminorar la emisión de gases de efecto invernadero", puntualizó.

De acuerdo con el informe de la ONU "State of the Climate in the South-West Pacific 2023", millones de personas en todo el mundo viven en zonas costeras



*Jonathan Muthuswamy Ponniah, científico del CIEMAD*

amenazadas por el aumento del nivel del mar, lo que podría originar desplazamientos humanos masivos en el futuro.

Finalmente, el investigador politécnico resaltó que la comunidad científica internacional está haciendo un gran esfuerzo por crear iniciativas que contribuyan a mitigar los efectos de este fenómeno, ya que es tiempo de actuar para evitar, en la medida de lo posible, los impactos de un problema global. ♻️



# 2DO. FORO DE SEMICONDUCTORES

Desarrollo de talento entre la industria y el IPN

## SEDE:

CENTRO CULTURAL "JAIME TORRES BODET"  
AUDITORIO "ING. ALEJO PERALTA"

## FECHA:

JUEVES, 28 DE NOVIEMBRE 2024  
08:30 - 14:00 HRS.


# ¡TE ESPERAMOS!

Registro y mayores informes:

# Proponen predicción de lluvias con **LÓGICA DIFUSA**

El modelo expuesto puede generar pronósticos más precisos a corto plazo y adaptarse a la complejidad del clima local, lo que permitiría enfrentar los desafíos de la sequía y gestionar mejor los recursos hídricos





La lógica difusa proporciona flexibilidad en la predicción de fenómenos meteorológicos y una ventaja significativa en áreas con datos incompletos o de difícil acceso



**Yunue Garza Pimentel,** estudiante del doctorado en Ingeniería de Sistemas, por la ESIME Zacatenco

## ADDA AVENDAÑO

Con la aplicación de la lógica difusa como una metodología alternativa y complementaria a los modelos numéricos y estadísticos tradicionales de predicción climática, Yunue Garza Pimentel, estudiante del doctorado en Ingeniería de Sistemas, por la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (ESIME), Unidad Zacatenco, propuso un sistema de pronósticos de lluvias más flexible y con un alto nivel de acierto.

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas (ONU), la escasez de agua afecta a miles de millones de personas en todo el mundo y se prevé que aumente como consecuencia del cambio climático; en este sentido, la alerta temprana por sequías y la predicción de precipitaciones pluviales juega un papel clave en el diseño de medidas para gestionar el agua de lluvia en grandes zonas pobladas.

La Maestra en Ciencias en Ingeniería de Sistemas por la ESIME Zacatenco explicó que actualmente los modelos de predicción del clima se basan principalmente en dos enfoques: los modelos estadísticos que utilizan datos históricos de variables climáticas para identificar patrones, y los modelos numéricos

que simulan el comportamiento de la atmósfera mediante ecuaciones matemáticas.

Uno de los más populares es el Modelo Global del Clima (GCM, por sus siglas en inglés), herramienta matemática que simula la circulación de la atmósfera y los océanos en una esfera rotatoria, lo que involucra ecuaciones termodinámicas para diversas fuentes de energía como la radiación y el calor latente.

Otro modelo muy utilizado es el de Investigación y Pronóstico del Tiempo (WRF, por sus siglas en inglés), un sistema de predicción numérica del tiempo, diseñado tanto para la investigación atmosférica como para aplicaciones operativas y cuyas características incluyen alta resolución y versatilidad.

Ambos modelos son fundamentales para la meteorología moderna y la investigación climática porque ayudan a predecir las condiciones ambientales a corto plazo, permiten estudiar los patrones climáticos y su variabilidad, además de simular escenarios futuros del clima bajo diferentes condiciones de emisión de gases de efecto invernadero.

## INTRODUCCIÓN DE LA LÓGICA DIFUSA

No obstante, comentó Yunue Garza, los modelos de predicción tradicionales presentan ciertas limitaciones cuando pronostican fenómenos como lluvias o sequías focalizadas, y requieren de grandes cantidades de datos y poder computacional, lo que limita su accesibilidad, además, presentan alta incertidumbre y variabilidad espacial y temporal, particularmente con las lluvias en zonas urbanas densamente pobladas, como la Ciudad de México.

"Mi propuesta se basa en utilizar lógica difusa como alternativa complementaria a los modelos numéricos y estadísticos establecidos, ya que este sistema, lejos de depender de ecuaciones complejas, es capaz de discernir entre los datos históricos y dar un pronóstico acertado, más parecido a cómo pensamos los humanos en términos simples: 'hay posibilidad baja, media o alta de que llueva'", añadió.

Con la asesoría de los doctores Jaime Reynaldo Santos Reyes y Diego Alfredo Padilla Pérez, profesores e investigadores de la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación (SEPI), de la ESIME Zacatenco, la doctorante politécnica, se centró en recopilar datos históricos de Michoacán, Estado de México y Ciudad de

México, por su alta vulnerabilidad, escasez de agua y variaciones extremas del clima.

Posteriormente generó una base de datos climatológicos de 2013 a 2023, de cinco variables clave: temperatura, velocidad del viento, presión atmosférica, humedad relativa y punto de rocío, obtenidas de fuentes oficiales como el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y bases de datos internacionales.

## UN MODELO MÁS EFICIENTE

El objetivo del modelo de lógica difusa propuesto era identificar los patrones ocultos en estas variables y su relación no lineal con la probabilidad de lluvias, para generar reglas que permitieran transformar los valores imprecisos o inciertos en predicciones más fieles y ofrecer un pronóstico más adaptable a la realidad local y con menor necesidad de datos precisos y exactos.

Mediante un sistema de inferencia difusa, los datos crudos de temperatura, velocidad del viento, presión atmosférica, humedad relativa y punto de rocío se transformaron en variables lingüísticas como "alta", "media" y "baja", lo que permitió manejar la incertidumbre en los datos climáticos.

En la última fase de esta metodología se aplicaron reglas difusas del tipo si-entonces.

### DATO DE INTERES

La lógica difusa es un sistema computacional utilizado en inteligencia artificial, que intenta imitar el razonamiento humano, pues se basa en grados de verdad en lugar de valores numéricos, en un rango entre dos polos opuestos.







”

Los resultados obtenidos mostraron que el modelo basado en lógica difusa tiene un alto potencial para predecir lluvias, de acuerdo con las tres entidades estudiadas, con un margen de error razonable en comparación con otros enfoques tradicionales, al ser capaz de identificar patrones precisos de pronóstico de lluvias



Por ejemplo: “si la temperatura es alta y la humedad es baja, entonces la probabilidad de lluvia es baja”. Estas reglas fueron diseñadas y afinadas mediante el análisis de los patrones en los datos históricos para, posteriormente, traducir los resultados de las reglas en una probabilidad numérica de precipitación.

“Los resultados obtenidos mostraron que el modelo basado en lógica difusa tiene un alto potencial para predecir lluvias, de acuerdo con las tres entidades estudiadas, con un margen de error razonable en comparación con otros enfoques tradicionales, al ser capaz de identificar patrones precisos de pronóstico de lluvias”, externó Garza Pimentel, quien estudió la licenciatura en Modelación Matemática, en la Universidad Autónoma de la Ciudad de México (UACM).

Añadió que, a partir de la combinación de las cinco variables analizadas, la lógica difusa proporciona una flexibilidad adicional en la predicción de fenómenos meteorológicos y una ventaja significativa en áreas con datos incompletos o de difícil acceso, resultados reportados en su tesis de Maestría “Pronóstico de lluvia en tres entidades del país mediante lógica difusa”, por la cual fue reconocida con la distinción *cum laude*, máxima calificación académica otorgada por la investigación y la defensa de su trabajo.

#### UN CAPÍTULO DE LIBRO

El desarrollo del modelo y su validación se llevaron a cabo con la plataforma Matlab, que tiene la capacidad para diseñar sistemas basados en lógica difusa; de este modo, el modelo se ajustó y validó con las bases de datos climáticas para asegurar que las predic-

ciones fueran precisas en las tres entidades seleccionadas.

Este nuevo enfoque no sólo se adapta a la complejidad del clima local, sino que también requiere menos capacidad computacional, lo que lo hace más accesible para su implementación en regiones con infraestructura limitada, además puede predecir eventos climáticos extremos, como las sequías, dado que el sistema puede ajustarse rápidamente a cambios súbitos en las condiciones atmosféricas sin requerir grandes cantidades de datos o infraestructura computacional avanzada.

De los resultados obtenidos, la estudiante politécnica y sus asesores retomaron en un artículo científico las variables de temperatura y velocidad del viento, trabajo que fue aceptado como un capítulo del libro “Utilizing AI and Machine Learning for Natural Disaster Management”, con registro DOI: 10.4018/979-8-3693-3362-4.ch006, publicado por IGI Global.

Además, Yunue Garza fue requerida para compartir sus resultados con la comunidad científica internacional, en la 9ª edición del International Symposium on Reliability Engineering and Risk Management (ISRERM) 2024, celebrado en la Universidad Tecnológica de Hefei, China.

Esta investigación fue respaldada por el grupo de investigación “Seguridad, Análisis de Riesgos, Accidentes y Confiabilidad de Sistemas” (SARACS), del Departamento de Ingeniería de Sistemas, de la SEPI en la ESIME Zacatenco, cuyo fundador y líder es el doctor Santos Reyes, lo que da cuenta de la calidad del trabajo, así como la relevancia del desarrollo de su metodología basada en lógica difusa.

# Proyectan politécnicos revitalizar Plaza Garibaldi



El despacho arquitectónico *Fundamental* de origen politécnico y la organización civil WIEGO plantean un Proyecto de Intervención Urbana para este lugar emblemático

## ADDA AVENDAÑO

Intervención en Plaza Garibaldi: Una propuesta de las personas trabajadoras en empleo informal” es una publicación que expone las necesidades de los trabajadores no asalariados que laboran en Plaza Garibaldi de la Ciudad de México. El documento fue desarrollado, en conjunto, por el despacho *Fundamental* de origen politécnico y la organización civil Mujeres en Empleo Informal Globalizado y Organizado (WIEGO, por su sigla en inglés).

Este lugar emblemático del mariachi y la música tradicional mexicana, ubicado en el corazón de la Ciudad de México, ha tenido un impacto significativo en el desarrollo social y económico de la población local, en virtud de las actividades económicas que se desarrollan ahí, por lo que esta propuesta arquitectónica-social pretende recuperar dignamente su vitalidad desde una perspectiva inclusiva y diversa, a través de la apropiación del espacio público.



FUNDAMENTAL  
ARQUITECTURA - URBANISMO - ARQUITECTURA DE PASAJE



La propuesta también contempla la rehabilitación de calles, banquetas, senderos, implementación de rampas y pasos peatonales seguros

**DATO DE INTERÉS**

Además de empoderar el diálogo participativo y la toma de decisiones con las autoridades, el proyecto planea una forma más equitativa e incluyente de intervenir el espacio público con la finalidad de contribuir a que la política pública gestione recursos, información y experiencias muy valiosas para consolidar una hoja de ruta para el bienestar colectivo y arquitectónico de la plaza.

**LA PROPUESTA**

Para visibilizar la Plaza Garibaldi, el proyecto de intervención urbana propone diversas actividades y equipamiento para distintas dinámicas de uso, como son rutas e infraestructura ciclistica y movilidad peatonal, que presenta múltiples ventajas como la disminución en el impacto ambiental y el fenómeno de la isla de calor en el Centro Histórico.

Un anfiteatro y escenarios flexibles con sombra, en donde los protagonistas serían los músicos y quienes regularían su uso conforme a sus necesidades. La propuesta además contempla la rehabilitación de calles, banquetas y senderos, también la implementación de rampas, pasos peato-

nales seguros, pavimentos podocáctiles y señalamientos en dibujo y en braille, para mejorar la circulación peatonal.

Los espacios para sentarse también están planeados porque son muy necesarios en el ámbito de lo público y permiten al visitante prolongar su estadía en el sitio; fomentar con ello las actividades sociales, recreativas y económicas, además de reforzar la cohesión social entre vecinos, trabajadoras y trabajadores, así como de la población flotante que ahí se reúne.

Otro aspecto de suma importancia de la propuesta son las áreas de sombra que mitiguen al sol de día y la lluvia por la tarde-noche, en el que serían los mismos trabajadores quienes propongan el tipo



Libro que describe las alternativas y estrategias para intervenir el espacio público a partir de consideraciones técnicas y estratégicas de diseño urbano, puede descargarse a través de la liga: <https://fundamentalmx.com/images/noticias/PDF/proyecto-de-intervencion-plaza-garibaldi-wiego-fundamentalmx.pdf>

de mobiliario, con textiles que refuercen el sentido de identidad del lugar.

En la propuesta no pueden faltar las áreas recreativas, de descanso y los cuerpos de agua como atractivos moderadores térmicos, los cuales aumentarán el número de visitantes que busquen actividades recreativas y fomentar así la interacción social e impulsar una mayor actividad económica de la plaza.

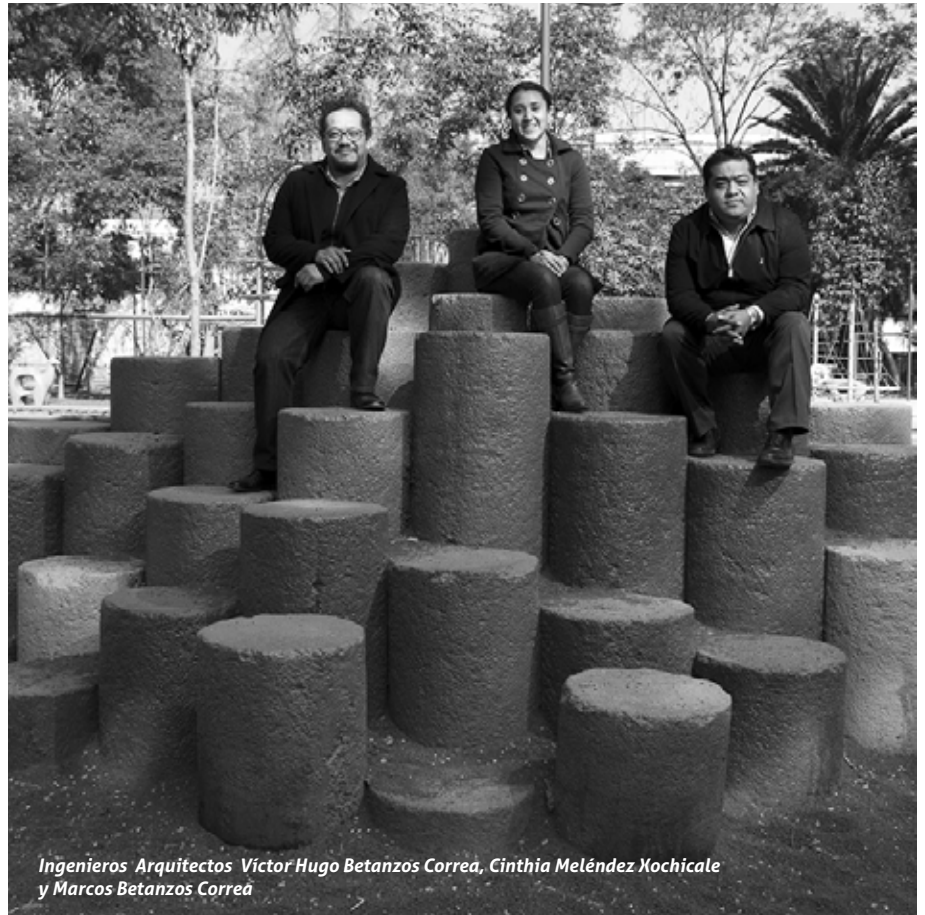
La iluminación que genere un sentido de seguridad a transeúntes e incrementen el atractivo visual, además de la generación de distintivos turísticos que reflejen la identidad histórica del espacio y refuercen la experiencia visual de las y los visitantes.

### LA INICIATIVA

De acuerdo con el fundador y director del despacho *Fundamental*, Marcos Betanzos Correa, con este proyecto se buscó visibilizar las necesidades y aportaciones de las personas trabajadoras en empleo informal e involucrarlas ante la necesidad de revitalizar y mantener la Plaza Garibaldi como fuente de trabajo digno.

Añadió que la organización no gubernamental denominada Mujeres en Empleo Informal: Globalizando y Organizando, con presencia en México, se acercó al despacho de origen politécnico, con la finalidad de unir esfuerzos para rescatar este espacio público en beneficio de quienes lo habitan y trabajan ahí, es decir, artesanos, músicos tradicionales, lustradores de calzado y muchas otras más personas que tienen como lugar de trabajo la plaza y sus inmediaciones.

El egresado de la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura (ESIA), Unidad Tecamachalco, argumentó que al recibir la invitación de WIEGO para desarrollar un proyecto de diseño urbano, sabían que no podía tratarse sólo de un proyecto



Ingenieros Arquitectos Víctor Hugo Betanzos Correa, Cinthia Meléndez Kochicale y Marcos Betanzos Correa



**La Plaza Garibaldi ha tenido un impacto significativo en el desarrollo social y económico de la población local, en virtud de las actividades económicas que se desarrollan ahí**

técnico-constructivo, sino que debía ser contemplado de forma horizontal y tomar en consideración las historias de vida y su vínculo laboral.

“La finalidad del proyecto fue crear un instrumento editorial que describiera las alternativas, opciones y estrategias para intervenir el espacio público a partir de consideraciones técnicas y estratégicas de diseño urbano, y que ha dado sus primeros frutos con el cambio de pavimento de la plaza y la creación de nuevo kiosko”, destacó el ingeniero arquitecto Marco Betanzos.

## LA METODOLOGÍA

Por su parte Cinthia Meléndez Xochicale, egresada de la ESIA Tecamachalco, señaló que el reto más relevante del proyecto fue incluir la mayor cantidad de perspectivas por medio de talleres participativos como mapeos colectivos, relatos de vida y entrevistas; se trabajó con las diversas voces de las organizaciones de músicos, mariachis, comerciantes, locatarios y población local y flotante, así como visitantes asiduos, que brindaron desde su perspectiva un acercamiento a la problemática.

La ingeniera arquitecta Meléndez Xochicale apuntó que el proyecto se desarrolló en dos fases. Durante la primera se diseñó un diagnóstico a escala de barrio, así

como un análisis de la evolución histórica del sitio para comprender las condiciones del peso identitario y de las configuraciones socioeconómicas que se dan en el territorio.

En esta fase, añadió, que fue interrumpida por el confinamiento por COVID-19 se planteó la distribución equitativa de áreas circulares de diversos colores y tamaños a través de un proceso de urbanismo táctico, una intervención a corto plazo, factible de realizar con pocos recursos que proponía el uso del espacio abierto a partir de la política de sana distancia, cuya finalidad era que las personas pudieran restablecer su trabajo en el espacio público rápidamente.

“Durante la segunda fase se buscó revitalizar la relación entre la comunidad y el espacio público hacia una dinámica más participativa. Ahí es donde se proyectan mejoras sustanciales en la infraestructura urbana relacionadas con el mejoramiento de banquetas, cruces peatonales, áreas de descanso, vialidades y calles, además de la integración física y funcional con el transporte público, entre otras”, manifestó la egresada politécnica, quien es integrante del Consejo Directivo de la Asociación Mexicana de Arquitectas y Urbanistas (AMAU).

Esta propuesta integral se visualiza a un mediano y largo plazo, e incluye criterios factibles de realización como la

eliminación de elementos que limitan las dinámicas de interacción social en el espacio público, la necesidad de agregar espacios de convivencia y mejorar aspectos como pavimentos, áreas verdes y espacios lúdicos, así como enriquecer la experiencia a través del acceso universal y el fortalecimiento de la movilidad no motorizada.

Finalmente, Víctor Hugo Betanzos Correa, socio director del despacho *Fundamental*, expuso que el arduo trabajo en la sistematización de la información, documentación y diseño editorial, pero sobre todo de las aportaciones, soporte, sugerencias y retroalimentación de la misma comunidad dio como resultado esta publicación que tiene como finalidad ser replicable, incluyente, contribuir a los desafíos de la crisis climática y ser un instrumento que pueda incidir en las políticas públicas de cara a ciudades más diversas.

Este tipo de perspectiva sobre el trabajo de diseño urbano, acentuó el ingeniero arquitecto, egresado de la ESIA Tecamachalco, es uno de los fundamentos esenciales que se imparte desde las aulas del plantel politécnico y que “forma parte de nuestro compromiso social para hacer mejores ciudades, más incluyentes y justas, que garanticen plenamente nuestros derechos sin excepción”, subrayó. ♀

*Renders: Cortesía despacho arquitectónico Fundamental*



# 50 aniversario de la Escuela Superior de Turismo



El 15 de octubre de 1974 inició labores la Escuela Superior de Turismo (EST), del Instituto Politécnico Nacional (IPN), la cual surgió de la inquietud de la primera generación de egresados de la especialidad de Técnico en administración de empresas turísticas, que es impartida en el Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos (CECyT), número 13, "Ricardo Flores Magón". De esta generación se creó la Fraternidad Turística, cuyos integrantes promovieron, de manera ardua, la creación de la carrera de Turismo a nivel licenciatura en el Politécnico Nacional.

También esta carrera surgió por la importancia que la actividad turística tiene para el desarrollo económico y social del país. Su creación se fundamentó en la Ley Orgánica del IPN, debido a que sus objetivos básicos que la motivan en la formación de profesionales en turismo son "Contribuir, a través de la educación, a la independencia social, económica, científica, tecnológica y cultural de México", además de realizar investigación científica y tecnológica orientada al mejor aprovechamiento de los recursos naturales, humanos y materiales en beneficio de la nación.

En un desayuno celebrado en abril de 1974, en la Residencia Oficial de los Pinos, presidido

por el presidente de la república Luis Echeverría Álvarez, con la comunidad politécnica, los estudiantes de la Fraternidad Politécnica hicieron la solicitud formal al mandatario para que se creara la licenciatura en Turismo y, por lo tanto, una Escuela de Turismo. Sus argumentos fueron tan contundentes, que el jefe del Ejecutivo le dio una respuesta favorable al proyecto planteado.

En la elaboración del proyecto, se contó con la participación del departamento de Turismo, actualmente Secretaría de Turismo (Sectur), representantes de varias escuelas del Instituto como la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas (UPIICSA), la Escuela Superior de Comercio y Administración (ESCA), la Escuela Superior de Economía (ESE), la Subdirección Técnica, la Secretaría Administrativa y la Dirección General del Politécnico Nacional. El proyecto final fue elaborado por la comisión de la ESCA, coordinada por la jefatura de Ciencias Sociales y Administrativas de Enseñanza Superior del mismo Politécnico.

El 12 de agosto de 1974, en la reunión celebrada en Oaxtepec, Morelos, la jefatura de Ciencias Sociales de Enseñanza Superior y los encargados de las distintas áreas hicieron la

presentación del proyecto final ante el Consejo General Consultivo (CGC) del IPN, quien la aprobó y se fijó como fecha de inicio de clases el 15 de octubre de 1974, lo cual hizo oficial el nacimiento de la Escuela Superior de Turismo del Instituto Politécnico Nacional.

La escuela inició clases de manera provisional en las instalaciones anexas al Hospital de Homeopatía, en la calle 5 de febrero, esquina Chimalpopoca, colonia Centro, en la Ciudad de México. Comenzó con 84 alumnos y 24 profesores; ofrecía tres especialidades: 1) Hotelería, alimentos y bebidas; 2) Agencia de viajes y líneas de transportación y 3) Planeación y desarrollo turístico.

En septiembre de 1976, la EST cambió su sede en Avenida Miguel Bernard 39, contando con dos edificios gemelos, el edificio de gobierno, auditorio, estacionamiento, áreas deportivas, vestidores, dos cafeterías, servicio médico y dental, biblioteca y fototeca. Además de aulas para licenciatura y sección de graduados, así como los laboratorios de hospedaje, de planeación, de Sabre (Automatic Business, Environment Research), Laboratorio de idiomas y el centro gastronómico.

Esta escuela dio un gran paso en 1976, cuando se creó el Centro de Investigaciones Turísticas, lo cual aumentó el prestigio del plantel, ubicándola como la mejor escuela de turismo de América Latina; en esa época la EST lideró la Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Contaduría y Administración A. C. (ANFECA) y la Asociación Mexicana de Centros de Ense-

ñanza Superior en Turismo A. C. (Amestur); en febrero de 1984 se creó la Sección de Posgrado e Investigación con la implementación de la maestría en Proyectos Turísticos.

El número de volúmenes de la biblioteca de la escuela pasó de 800, durante su creación, a un aproximado de 20 000, en 2010; en la actualidad la EST es depositaria de la Biblioteca de la Organización Mundial de Turismo (OMT); en febrero de 2001 se inauguró el Centro Gastronómico y el Laboratorio de Hospedaje.

También cuenta con el laboratorio Sabre, ya referido, que es un globalizador para realizar reservaciones en hoteles, líneas aéreas y cruceros; además es el único en todo el sistema educativo nacional en materia turística. En 1980 se inauguró el Laboratorio de Alimentos y Bebidas, antecedente del actual Centro Gastronómico, y fue puesta en marcha la agencia de viajes Politur, en el seno de la escuela.

La Escuela Superior de Turismo se encuentra acreditada por el Consejo Nacional de Evaluación Turística (Conaet), como escuela de excelencia, ha sido acreditada por parte de la OMT, con la acreditación Ted-Qual Themis, además de contar con la certificación de la norma ISO 9001, de calidad.

La calidad en la formación de los egresados ha quedado de manifiesto, algunos de ellos han ocupado importantes cargos tanto en el sector público como en el privado, lo que permite valorar el papel de esta escuela, la cual cumple orgullosamente 50 años de poner "La Técnica al Servicio de la Patria".



En 1980 se inauguró el Laboratorio de Alimentos y Bebidas, antecedente del actual Centro Gastronómico

#### FUENTES CONSULTADAS:

Estrada Ramírez, Iván, "Escuela Superior de Turismo (EST)", en *Setenta años de Historia del Instituto Politécnico Nacional*, tomo IV, México, IPN, Presidencia del Decanato, 2006, pp. 389-392.

Miguel González, Hipólito, "Escuela Superior de Turismo", en *Setenta y cinco años del IPN de poner la técnica al servicio de la patria*, tomo II, México, IPN, Presidencia del Decanato, 2011, pp. 265-268.



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL  
"La Técnica al Servicio de la Patria"

