

SELECCIÓN  
*Faceta*  
POLITÉCNICA

NÚMERO 147 1 DE MARZO DE 2022 AÑO XIII VOL. 13

**AYUNO INTERMITENTE,  
UNA MODA PELIGROSA**

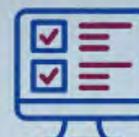


# El Polivirtual es para ti...

## Convocatoria 2022



# Polivirtual



### BACHILLERATO GENERAL POLIVIRTUAL

### BACHILLERATOS TECNOLÓGICOS BIVALENTES:

- Administración
- Administración de Recursos Humanos
- Comercio Internacional
- Computación\*
- Construcción
- Desarrollo de Software
- Diagnóstico y Mejoramiento Ambiental
- Diseño Gráfico Digital
- Informática
- Mercadotecnia
- Nutrición Humana
- Químico Farmacéutico
- Sistemas Computacionales
- Soldadura Industrial\*
- Telecomunicaciones\*

### LICENCIATURAS:

- Administración y Desarrollo Empresarial
- Contador Público
- Comercio Internacional
- Negocios Internacionales
- Relaciones Comerciales
  - Turismo\*
- Biblioteconomía
- Archivonomía
- Contaduría y Finanzas Públicas



(\*) Programas en modalidad mixta.

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

[bachilleratoadistancia@ipn.mx](mailto:bachilleratoadistancia@ipn.mx) • [licenciaturaadistancia@ipn.mx](mailto:licenciaturaadistancia@ipn.mx)

55 5729 6000, extensión 57429

Celular (sólo llamadas) 55 7914 2328 (de 9:00 a 15:00)

Poliamigo, tu asistente virtual 55 2495 1013 • ChatPolivirtual [polivirtual.ipn.mx](http://polivirtual.ipn.mx) • App Polivirtual [polivirtual-ipn.mx](http://polivirtual-ipn.mx)

## Registro hasta el 24 de marzo

ESTE PROGRAMA ES PÚBLICO, AJENO A CUALQUIER PARTIDO POLÍTICO. QUEDA PROHIBIDO EL USO PARA FINES DISTINTOS A LOS ESTABLECIDOS EN EL PROGRAMA.



EDUCACIÓN  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



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



## DIRECTORIO Instituto Politécnico Nacional

Arturo Reyes Sandoval  
Director General

Juan Manuel Cantú Vázquez  
Secretario General

Lorenzo Javier Reyes Trujillo  
Secretario Académico

Laura Arreola Mendoza  
Secretaria de Investigación y Posgrado

Ricardo Monterrubio López  
Secretario de Innovación e Integración Social

Ana Lilia Coria Páez  
Secretaria de Servicios Educativos

Javier Tapia Santoyo  
Secretario de Administración

Eleazar Lara Padilla  
Secretario Ejecutivo de la Comisión de Operación  
y Fomento de Actividades Académicas

María del Rocío García Sánchez  
Secretaria Ejecutiva del  
Patronato de Obras e Instalaciones

Oficina del Abogado General

Modesto Cárdenas García  
Presidente del Decanato

Orlando David Parada Vicente  
Coordinador General de Planeación  
e Información Institucional

Eva Rosario García De Zaldo  
Coordinadora de Imagen Institucional



@ipn\_oficial



@IPN\_MX



ipn.mx

## SELECCIÓN GACETA POLITÉCNICA

Alejandro Torres Rogelio  
Jefe de la División de Redacción

Leticia Ortiz  
Coeditora / lortizb@ipn.mx

Zenaida Alzaga, Adda Avendaño,  
Rocío Castañeda, Liliana García,  
Felisa Guzmán, Enrique Soto y  
Claudia Villalobos  
Reporteros

Gabriela Díaz  
Correctora de estilo

Jorge Aguilar, Javier González y  
Enrique Lair  
Fotografía

Jefatura de la División de Difusión

Departamento de Diseño  
Verónica E. Cruz, Javier González,  
Manuel Reza y Esthela Romo  
Diseño y Formación

**www.ipn.mx**

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

# ÍNDICE

- 5** IPN e ISSSTE apoyan a personas con deformidades craneales
- 6** Ayuno intermitente, una moda peligrosa
- 12** Algoritmos para determinar dosis de insulina
- 15** Kalanchoe inhibe cáncer de pulmón y de mama
- 18** Dispositivo para terapia de diálisis peritoneal
- 22** Producción de espirulina, alternativa para comunidades marginadas de Hidalgo
- 25** Impacta minería a rayas del Golfo de California
- 30** Riego automatizado para árboles de ciudad
- 34** IPN Ayer y Hoy

Selección Gaceta Politécnica, Año XIII, Volumen 13, No. 147, 1 de marzo de 2022, 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)  
Editora responsable: Eva Rosario García De Zaldo. 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.



# IPN E ISSSTE APOYAN A PERSONAS CON DEFORMIDADES CRANEALES

Enrique Soto

**P**ara mejorar los tratamientos a pacientes afectados por deformidades craneomaxilofaciales congénitas, el Instituto Politécnico Nacional (IPN) y el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE) unen esfuerzos a favor de la salud, mediante un innovador dispositivo impreso en 3D.

Este nuevo modelo de sistema para distracción osteogénica, que será patentado en breve, ayuda a impulsar el crecimiento óseo del tercio medio craneal y facial, cuya tecnología permitirá brindar mayor confort a un menor costo, a niñas, niños y personas adultas con labio y paladar hendido, así como a pacientes con pérdida ósea por traumatismos.

Los autores de esta investigación son el experto en ingeniería mecánica y biomecánica del Politécnico, Juan Alfonso Beltrán Fernández y el cirujano maxilofacial del Hospital Regional "1° de Octubre", Mauricio González Rebattu y González, quienes impulsaron mejoras en las tecnologías de tratamiento médico que benefician a la población.

El científico politécnico explicó que el nuevo dispositivo de distracción osteogénica se fabricó bajo la Industria 4.0 y todas las piezas que lo integran: barras, arcos y tornillería, se imprimieron en tercera dimensión en un material plástico. "Luego se digitalizaron con un escáner en 3D y las imágenes se enviaron a una empresa extranjera con el plano de diseño para ser impresas con la misma técnica, pero en titanio", añadió.

"Este dispositivo tiene varios beneficios: reduce a la mitad su peso (de 403 a 204 gramos), mejora el campo visual al portar el aparato e integra un sistema bidireccional de ajuste para impulsar el crecimiento óseo, que anteriormente era unidireccional", destacó el especialista del ISSSTE.

En el Hospital Regional "1° de Octubre" se aplicaron pruebas y adecuaciones para corroborar la funcionalidad de esta innovación tecnológica y próximamente se iniciará la segunda etapa para medir el impacto de los beneficios del uso en pacientes.



 Mauricio González Rebattu, cirujano maxilofacial del Hospital 1° de Octubre y Juan Alfonso Beltrán, experto en ingeniería biomecánica del IPN



## AYUNO INTERMITENTE, UNA MODA PELIGROSA

- Antes de realizarlo, consulta a un nutriólogo

Claudia Villalobos



Con el afán de tener una buena figura para distintos fines, entre ellos ganar seguidores en las redes sociales, obtener un buen trabajo o simplemente para resaltar en algún círculo social –escuela, trabajo, grupo de amigos o club deportivo–, miles de personas, sobre todo jóvenes, inician por cuenta propia algún régimen de alimentación.

En los últimos años se ha puesto de moda el ayuno intermitente, que consiste principalmente en intercalar

periodos de ingesta de alimentos con ciclos de ayuno. A pesar de la popularidad actual de este tipo de dieta para perder peso, no es una práctica nueva, ya que por motivos religiosos la realizan desde hace muchos años los musulmanes como parte del Ramadán.

Existen diferentes pautas para una correcta alimentación, por ejemplo, una persona saludable –con peso correcto, cantidad adecuada de masa corporal y grasa– debe consumir una dieta variada, suficiente, equilibrada e inocua. “Cuando este tipo de personas requiere de algún plan de alimentación únicamente se necesita ajustar algunos detalles a su esquema normal, pero con apego a las características mencionadas”, explicó Eliud Salvador Aguilar Barrera, licenciado en nutrición del Centro Interdisciplinario de Ciencias de la Salud (CICS), Unidad Milpa Alta.



## Ayuno y clasificaciones

El ayuno es dejar de consumir alimentos por un periodo determinado. Recientemente surgieron algunas estrategias que rompen totalmente con el esquema normal de alimentación, como el ayuno intermitente, el cual implica abstenerse total o parcialmente de comer durante un tiempo específico, antes de volver a comer de forma regular.

Existen distintas variantes, entre las que destacan el ayuno alterno conocido como dieta 5:2, que implica restringir la cantidad de calorías sólo dos días a la semana y cinco de alimentación normal, en los que se sigue una dieta equilibrada.

Para algunas personas, el ayuno en días alternos significa evitar por completo los alimentos sólidos en los días de abstinencia, mientras que otras pueden consumir hasta 500 calorías. En los días en que no ayunan, a menudo eligen comer tanto como quieren (*ad libitum*).

Es importante señalar que, aunque cada persona experimenta el ayuno intermitente a su propia manera, y las

diferentes variantes se adaptan a los requerimientos específicos, esta práctica siempre deberá realizarse bajo la guía de un nutriólogo, quien realizará los ajustes pertinentes del régimen de alimentación de acuerdo a las necesidades cambiantes del individuo.

## Ventajas y riesgos

Al dejar de consumir alimentos, el metabolismo se adapta para utilizar durante ese periodo distintos sustratos metabólicos que normalmente no usa el organismo y que están almacenados, como la grasa. Por ejemplo, si el cuerpo requiere "combustible" para realizar sus funciones, pero no dispone de alimento, toma las reservas de grasa y de esa forma evita el estado de enfermedad, realiza sus funciones y al mismo tiempo se reduce el peso corporal, lo cual es benéfico para las personas con obesidad o sobrepeso.

Sin embargo, aun cuando el metabolismo se adapte a esa situación es indispensable solicitar la intervención de un profesional de la salud (nutriólogo), debido a que todo cambio en la alimentación o adoptar un régimen que





👉 Eliud Salvador Aguilar Barrera, nutriólogo del CICS Milpa Alta, externó que no todas las personas son candidatas a realizar ayunos

incluya el ayuno, genera un cambio metabólico, aunado a que éste también se modifica por la actividad física que se realice o por la edad (se hace más lento). “Ante estas variaciones se requiere el ajuste continuo del plan de alimentación para que brinde los nutrientes de acuerdo con las necesidades específicas de cada persona”, advirtió el especialista politécnico.

### **Dietas extremas**

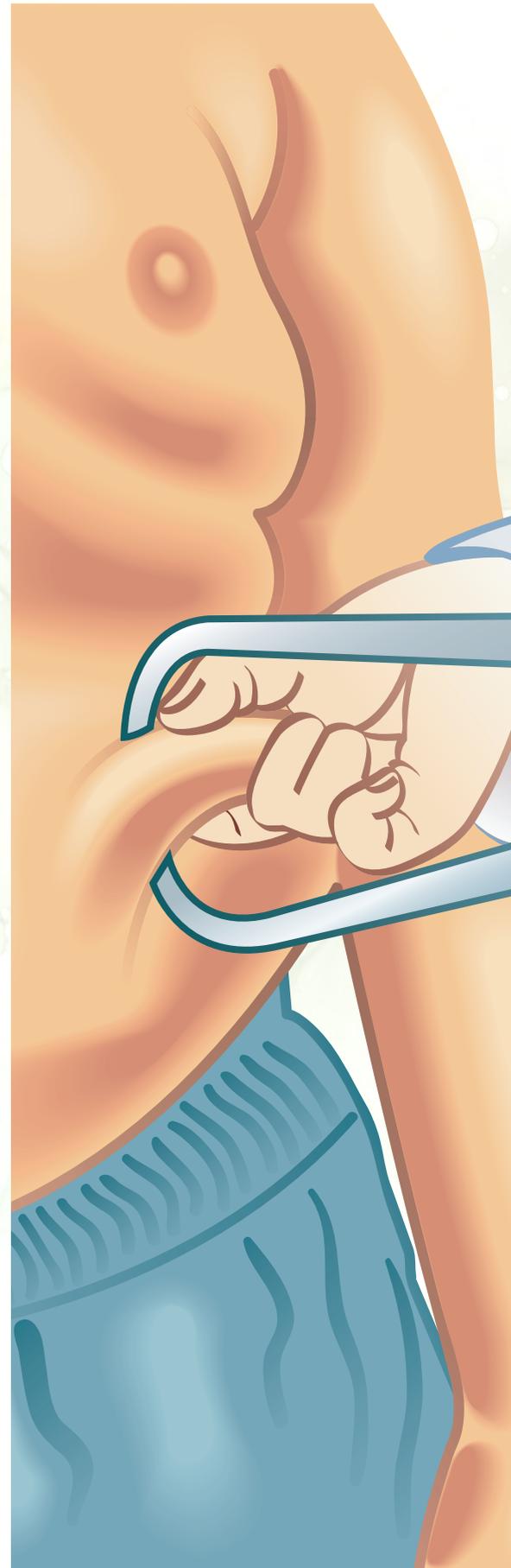
El maestro Aguilar Barrera subrayó que existen regímenes extremos, como las dietas cetogénicas o *ketogenic diet*, conocidas comercialmente como dietas keto, las cuales son bajas en carbohidratos y altas en grasas y proteína. Al igual que el ayuno intermitente, éstas sólo se deben seguir, en caso de que estén indicadas, por tiempo limitado, bajo determinadas circunstancias y siempre con supervisión profesional.

Excluir de estas dietas el consumo de alimentos y prolongarlas sin necesidad puede tener un impacto negativo para la salud, como el riesgo de sufrir enfermedades cardiovasculares y

arritmias, así como aumento de la presión arterial a largo plazo. Además provoca que descendan los niveles de nutrientes esenciales como las vitaminas B7, D y E, el cromo y yodo, que puede ocasionar problemas como la caída del cabello o la pérdida de memoria y alteraciones del sueño, entre otros.

El maestro del CICS Milpa Alta refirió que al ponerse de moda estos planes de alimentación existe el riesgo latente de que los recomiende o prescriba cualquier persona que no sea profesional ni posea un enfoque científico. Asimismo, la gente tiende a buscar información en internet y adoptarlos sin llevar el seguimiento de un especialista, lo cual puede generar complicaciones en la salud.

“En algunos casos cuando las personas pierden el control sobre los tiempos de ayuno se propician descompensaciones en el organismo. No sólo se reduce grasa corporal, por el déficit de proteínas también se puede perder músculo, lo cual no es conveniente porque conlleva al debilitamiento general y, en casos más graves, causa desnutrición o algún trastorno de la alimentación”, afirmó.



## No todos somos candidatos al ayuno

Si bien el cuerpo se adapta al ayuno, es importante tener una alimentación lo más adecuada posible y procurar que estos regímenes no duren por mucho tiempo, reiteró el maestro Aguilar Barrera, quien resaltó que no todas las personas son candidatas a realizarlos. "Solamente pueden adoptarlos pacientes específicos que tienen una condición muy particular y por ello se les puede adaptar este tipo de plan, pero reitero, bajo estricto control de un experto en nutrición", insistió.

La información de los planes de alimentación que incluyen el ayuno muchas veces se comparten mediante redes sociales y ello propicia que cualquier individuo los realice con la creencia de que funciona para todo mundo, lo cual es un error, ya que antes de iniciar cualquier régimen, sobre todo de este tipo, se deben realizar exámenes de laboratorio, entre ellos química sanguínea y biometría hemática.

"Los estudios permiten corroborar el estado sano de la persona y descartar comorbilidades como diabetes, hipertensión o dislipidemias (altos niveles de colesterol o triglicéridos), también se determina el índice de masa corporal, entre otros aspectos que conforman una evaluación completa", advirtió el experto en nutrición.

## Estrategias para una dieta saludable

Existen distintos patrones alimentarios que se pueden adaptar dependiendo del estado de salud, la actividad física que se realiza, el nivel de estudios, la flexibilidad para cambiar hábitos y la disposición de alimentos a nivel regional, entre otros aspectos.

Un ejemplo de ellos es la dieta DASH (Dietary Approaches to Stop Hypertension),\* la cual se enfoca a pacientes con hipertensión arterial. Incluye un conjunto de alimentos ricos en fibra (frutas y verduras principalmente) y considera un bajo consumo de sodio.

La dieta mediterránea se basa fundamentalmente en la ingesta de amplia variedad de frutas y verduras, aceite de olivo, aguacate y pescados (sobre todo aquellos ricos en grasas poliinsaturadas).

Un régimen que ha destacado últimamente en México es la dieta de la milpa, que pondera el consumo de alimentos tradicionales de la dieta mesoamericana (maíz, frijol, calabaza y chile) y evita la ingesta de productos industrializados.

## Plato del bien comer

El equilibrio entre la ingesta y la quema de calorías es el resultado de un buen estado de nutrición. El plato del bien comer es una guía que forma parte de la Norma Oficial Mexicana (NOM), para la promoción y educación para la salud en materia alimentaria. Establece criterios para la orientación nutritiva en México y con el propósito de mostrar a la población la variedad de comida ilustra los distintos grupos y resalta que ninguna es más importante que otra, pero debe haber un equilibrio en su consumo para que la dieta sea correcta.

## Papel del agua en la alimentación

El agua tiene un papel esencial en el mantenimiento de la salud. No en vano ocupa dos tercios del peso corporal, sin embargo, no siempre se presta la atención que merece a su consumo. Este elemento es el vehículo principal para transportar los nutrientes a todas las células y órganos del cuerpo; por ello, es importante hidratarse bien para asimilar mejor los nutrimentos y evitar la acumulación de desechos en los riñones.

Sus requerimientos dependen de factores como la edad y la actividad física que se realice. Una persona necesitará consumir mayor cantidad de agua cuando se ejercita, que en estado de reposo.

### Ramadán

Es el mes sagrado para el Islam. En esta época del año los musulmanes ayunan desde la salida del sol hasta el ocaso. Los ayunos son obligatorios, con excepción de personas adultas con enfermedades crónicas, que estén viajando, embarazadas, en periodo de lactancia, diabéticas, o durante la menstruación. Los alimentos habituales en el suhoor, antes del amanecer, son la fruta, los cereales endulzados, el yogur y los flanes. En el iftar, que se sirve al atardecer, abundan los platos de arroz y la carne a la parrilla para reponer fuerzas tras un largo día de ayuno.

\* Enfoques dietéticos para detener la hipertensión

## Ayuno intermitente

| CIERTO  | FALSO  |
|---|--|
| Es necesario realizar estudios clínicos previos y la valoración de un nutriólogo para determinar si eres candidato a realizarlo | Todas las personas pueden realizarlo sin excepción   |
| Debe realizarse bajo la guía y vigilancia del especialista  | Se puede realizar por cuenta propia o con la guía de alguna persona que lo haya practicado |
| Dependiendo de la situación de cada persona, el nutriólogo valora el tiempo que puede realizarse                                | Si te sientes bien lo puedes hacer por tiempo indefinido                                   |

El nutriólogo del CICS Milpa Alta precisó que el requerimiento diario de agua para un adulto oscila entre dos y medio y tres litros. Además del litro de agua que contienen los alimentos en promedio es necesario consumir por lo menos dos litros más.

### IPN pionero en la formación de nutriólogos

Los nutriólogos juegan un papel destacado en la prevención de enfermedades que aquejan actualmente a la sociedad, como la obesidad y el sobrepeso, que son factores de riesgo para el desarrollo de diabetes mellitus, hipertensión arterial y afecciones cardiovasculares. Por ello, es importante redimensionar su participación en el cuidado de la salud y su importancia como educadores en la adquisición de estilos de vida saludables.

El Instituto Politécnico Nacional, como institución pionera en la formación de Licenciados en Nutrición, a través del Centro Interdisciplinario de Ciencias de la Salud, Unidad Milpa Alta, a lo largo de más de 40 años ha contribuido de manera integral al cuidado de la salud de la población. Sus egresados cuentan con la capacidad para diseñar planes de alimentación personalizados para gente de todas las edades, sanas o con alguna enfermedad, así como para deportistas

de diversas disciplinas, los cuales siempre se enfocan a mejorar el estado nutricional y la calidad de vida.

A nivel posgrado, este centro imparte la especialidad en Manejo Nutricio de la Obesidad y el Síndrome Metabólico, cuyos egresados juegan un papel importante en promover la salud y reducir los índices de esas afecciones.

### Testimonios

“Desde hace dos semanas ayuno de forma intermitente, creo que me va a ayudar porque leí que mejora el metabolismo. Una persona que lo hizo y le ayudó a bajar de peso me dijo más o menos lo que comiera. Seleccioné las comidas que más me gustaron y cada dos días las cambio para no aburrirme. Empiezo a comer a las 11 de la mañana y la última comida la hago a las 7 de la noche. Practico fútbol tres veces a la semana y ando en bici moderadamente”. (Raúl, trabajador analista de datos, 23 años)

“Ayuno desde hace dos años, pero no de manera constante. Regularmente lo realizo por 12 horas y a veces hasta por 16. Esta práctica me ayudó a controlar la colitis y también a mejorar mi digestión. Con el ayuno mi metabolismo funciona muy bien, lo recomendable es comer una porción de fibra en la primera comida para no incrementar el pico

de insulina, así que como avena, pan integral o papaya. Acostumbro romper el ayuno con un batido de espinacas con proteína. Creo que cada método se puede adaptar, aunque no todos los cuerpos son aptos para esta práctica”. (Eduardo, *fitness*, 25 años)

“Ayuno desde hace 15 años o más. Me ha perjudicado un poco porque hizo más lento mi metabolismo, ahora almaceno más grasa y me cuesta trabajo bajar de peso. Lo inicié porque no me da hambre por las mañanas. Cuando me asesoró un nutriólogo me dijo que no bajo de peso

Para cualquier cambio en la alimentación o adoptar un régimen que incluya ayuno se necesita la intervención de un nutriólogo



**Antes de las 12 pm**



**No leche  
No azúcar**

**Ayuno**

**12 pm - 8 pm**



**Comida**

**Antes de las 8 pm**



**Ayuno**

porque no comía de manera normal. Ahora como mejor, antes desayunaba entre las 3 y las 5 de la tarde y comía a las 11 o 12 de la noche. Entre semana trataba de alimentarme sanamente y los fines de semana comía comida chatarra. Hago ejercicio en ayuno y me siento bien, pero me siento mejor cuando me alimento normal". (Rosalío, comerciante, 34 años)

"Inicié el ayuno intermitente desde hace tres años para ver si me ayudaba a reducir los patrones inflamatorios y dolores generados por una enfermedad autoinmune que padezco. Me supervisa

un médico reumatólogo y un especialista en acupuntura y medicina ayurvédica (originaria de la India), quien me apoya en el diseño de las dietas. Ayuno 20 horas al día. Mi primera comida es a las 12:00 horas y la segunda de 15:00 a 16:00; desde que termino de comer y hasta el otro día sólo consumo agua, té y café.

"Para controlar los procesos inflamatorios la dieta es baja en carbohidratos y libre de gluten, consumo más proteína y muchas grasas naturales (tocino y aguacate), triglicéridos de cadena media (aceite de coco) y mantequilla clarificada (sin carbohidratos). Cada tres meses

realizo un ayuno de 72 horas, en ese tiempo sólo ingiero agua y electrolitos para evitar descompensaciones de minerales, dolores de cabeza o aceleración del ritmo cardiaco. Desde hace dos años no tomo ningún medicamento. Tengo más resistencia física, claridad mental, mejor digestión y calidad de vida. Cada 6 meses me realizo estudios clínicos y me siento muy bien". (Paloma, profesora, 52 años).

"Hace unos años fui de vacaciones y no comía en mis horarios. Mi metabolismo es rápido y noté que después de dos días mi abdomen se había reducido, así que busqué en internet y encontré información del ayuno intermitente. Lo empecé a hacer, mi primer alimento de lunes a viernes era a la una de la tarde, me iba al trabajo y al gimnasio, al regresar a las 8 de la noche cenaba fruta. Los fines de semana sentía mucha hambre y antojos y me daba atracones de carbohidratos y comida chatarra".

"El peso que bajaba entre semana lo recuperaba el sábado y domingo, por lo que el lunes empezaba más estricta la dieta, sólo desayunaba un licuado y en la noche una proteína. El ayuno no me funcionó, no soporté ni un mes, me sentía muy mal porque me desestabilicé, por eso no lo recomiendo como un estilo de vida sin supervisión. Fui al nutriólogo y ahora me alimento correctamente y mantengo un peso adecuado". (María, trabajadora de marketing, 23 años)

no le hiciste bajar de peso?

Con ayuno intermitente, pero consulta a tu nutriólogo



# ALGORITMOS PARA DETERMINAR DOSIS DE INSULINA

Rocío Castañeda

La Diabetes mellitus tipo 1, también conocida como diabetes juvenil o insulino-dependencia, es una afección en donde el páncreas no produce insulina y la persona experimenta mucha sed, vista borrosa, hambre o cansancio excesivo, entre otras condiciones físicas que, aunadas al desgaste emocional, hacen indispensable el desarrollo de tratamientos tecnológicos que permitan mejorar la calidad de vida de los pacientes y su familia.

Para ello, la doctora Dolores Alejandra Ferreira de Loza, investigadora del Centro de Investigación y Desarrollo de Tecnología Digital (Citedi), lleva a cabo el proyecto “Nueva generación de algoritmos de control en lazo cerrado para la regulación de glucosa en pacientes diabéticos usando sistemas bioinspirados”. Un páncreas artificial que funciona a partir de algoritmos.

La investigadora del Programa Cátedras del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), adscrita a este centro del Instituto Politécnico Nacional (IPN), localizado en Tijuana, es la mexicana responsable del proyecto que se realiza en colaboración con la Universidad de Burdeos, Francia, enfocado a pacientes insulino-dependientes.

El objetivo es diseñar algoritmos de control que sustituyan las funciones del páncreas para enfrentar el problema de la Diabetes tipo 1. Estos algoritmos, en conjunto con un monitor o sensor continuo de glucosa y una bomba de infusión de insulina conforman lo que comúnmente se conoce como páncreas artificial, una alternativa prometedora para el tratamiento en específico de esa enfermedad.

“Este sistema tecnológico requiere un mecanismo de control, es decir, un algoritmo que determine, a partir de las mediciones de la glucosa, la cantidad de insulina que debe recibir el paciente de manera autónoma”, precisó Ferreira de Loza.

Las personas con diabetes insulino-dependiente deben medir su glucosa y con base en ello inyectarse insulina; con el páncreas artificial se busca que el paciente no intervenga en el proceso para evitar cualquier tipo de error.

La doctora Alejandra Ferreira de Loza destacó que el parteaguas de este proyecto radica en un biosensor que fue patentado recientemente en la Universidad de Burdeos. “Tenemos la posibilidad de desarrollar algoritmos mediante un nuevo paradigma para medir glucosa, estudiarlos y analizar su respuesta a través de una tecnología diferente a la que hay actualmente”, indicó.

El desarrollo del proyecto suma ya dos años, además de la investigadora del Citedi, participa el estudiante Roberto Franco y el doctor Héctor Ríos, del Tecnológico de La Laguna de Torreón, del Programa Cátedras del Conacyt, experto en el área de estimación, herramienta que ha resultado crucial para develar el estado de otras variables de importancia que no pueden ser medidas en tiempo real, por ejemplo, la insulina en sangre.

## DIABETES

- La Diabetes mellitus es una pandemia que crece año con año y en México se ubica entre las tres principales causas de muerte.
- La Diabetes mellitus tipo 1 puede ocurrir a cualquier edad, no es prevenible. El páncreas no produce insulina que es la hormona encargada de movilizar el azúcar que consumimos y de enviarla del torrente sanguíneo a las células para obtener la energía que requerimos.
- La Diabetes tipo 2 es una enfermedad prevenible, en la que los niveles de glucosa o azúcar en la sangre son altos y el páncreas deja de producir insulina o la insulina que produce no funciona adecuadamente.

## Pruebas en simulador

Los especialistas en control han tenido oportunidad de probar sus algoritmos en un simulador de alta fidelidad, aprobado por la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA, por sus siglas en inglés) para realizar pruebas preclínicas y establecer condiciones que representan la realidad de un paciente diabético, lo cual les ha permitido ajustarlos y generar nuevas estrategias sin utilizar animales, es decir, de manera segura y ética.

“Contar con este simulador abre un parteaguas porque podemos ver el desempeño de los algoritmos desarrollados en un paciente diabético; también, participar con el equipo de investigadores franceses, quienes forman parte de un consorcio que tiene la facilidad de hacer pruebas en hospitales, le da otra dimensión al proyecto”, resaltó la integrante del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), nivel I.

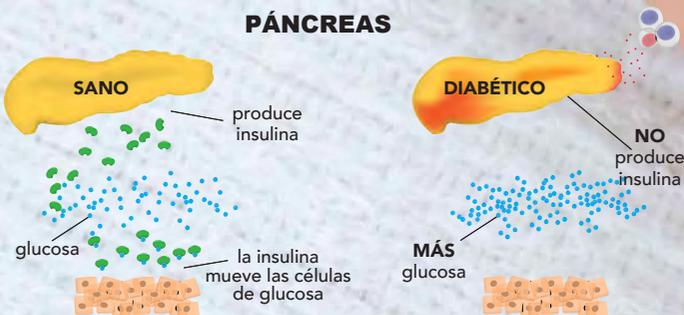


## CAPACITACIÓN EN MENTORÍA

Dolores Alejandra Ferreira de Loza fue seleccionada por el British Council México como parte del programa Mentoras en la Ciencia, dirigido a científicas del SNI para participar en un proceso de capacitación en mentoría que fomente el desarrollo y la permanencia de las estudiantes en áreas STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics).

## DIABETES TIPO 1

### PÁNCREAS



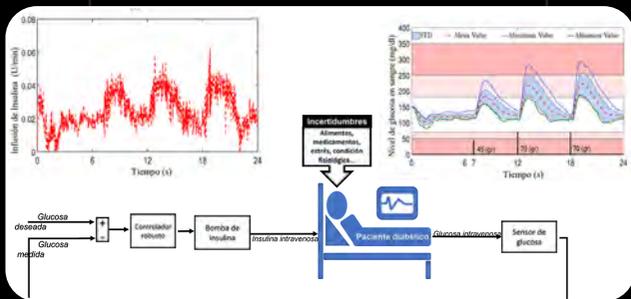


👍 Doctor Héctor Ríos, del Tecnológico de La Laguna de Torreón

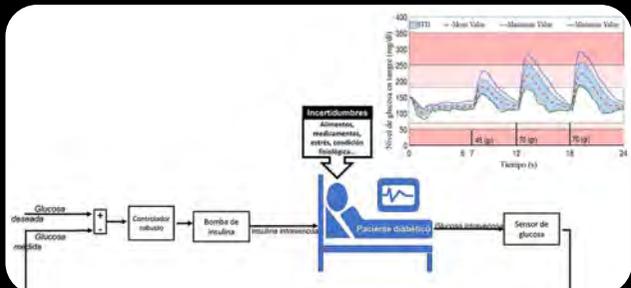


### ALGORITMOS DE CONTROL

Conjunto de reglas y procesos matemáticos formales que a partir de la medición de la glucosa determinan la infusión de insulina necesaria de manera autónoma y segura



👍 El equipo politécnico utiliza técnicas de control robusto para asegurar que el sistema cumpla con su función reguladora de glucosa



👍 Los algoritmos buscan mantener el nivel de glucosa en un rango seguro, ante el comportamiento cambiante de los pacientes



### EN EL MUNDO

1 de 10 personas son diabéticas



### EN MÉXICO

1 de 6 personas son diabéticas

La expectativa de este trabajo es a mediano y largo plazo, los avances serán verificados con el uso del biosensor en pruebas preclínicas en hospitales.

“Un sistema que sea capaz de regular la inyección de manera autónoma para mantener los niveles normales de la glucosa en la sangre beneficiará a los pacientes y a sus familias”, precisó la investigadora, quien ha publicado más de 40 trabajos con arbitraje internacional, de los cuales 18 son en revistas indexadas.

### Algoritmos robustos

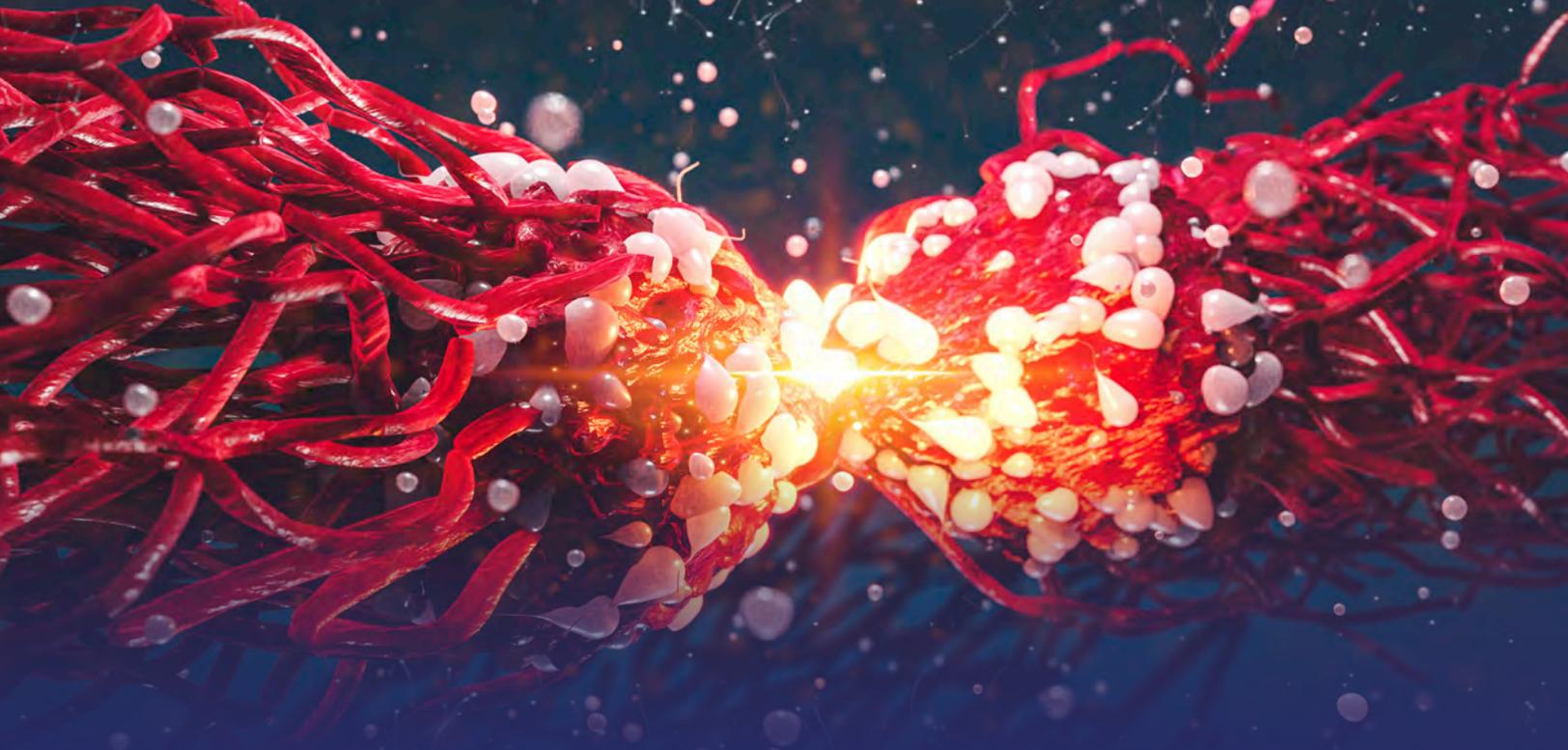
Los pacientes diabéticos se enfrentan a diversos factores, perturbaciones y cambios en su vida diaria que elevan los niveles de glucosa en la sangre, por esta razón la científica del Instituto Politécnico Nacional (IPN) y su equipo utilizan técnicas de control robusto para asegurar que el sistema de control sustituya al páncreas en sus funciones reguladoras de glucosa de manera segura y confiable.

En el caso del páncreas, el “sistema físico” es el simulador de alta fidelidad. “No hay riesgo, podemos probar controles sin temor a hacerle daño al paciente porque está en una computadora, es un sistema virtual”, explicó Ferreira de Loza.

Precisó que, ante los comportamientos cambiantes en los pacientes diabéticos, los algoritmos buscan mantener el nivel de la glucosa en un rango seguro, a pesar de que existan eventos que no se puedan prever.

“Esa es otra diferencia con respecto a otros grupos, nosotros desarrollamos algoritmos de control robustos para que el paciente no intervenga anunciando que va a comer y suministrando la cantidad de carbohidrato que va a ingerir a fin de disminuir la incidencia de errores humanos”, agregó la especialista que forma parte del IEEE Women in Engineering & IEEE Control Systems Society, donde funge como miembro del comité técnico de sistemas de estructura variable.

Este proyecto demuestra el compromiso de la doctora Ferreira de Loza y colaboradores para cuidar la salud de la población mexicana mediante el conocimiento científico y tecnológico, y confirma que la contribución internacional es fundamental para enfrentar retos como la pandemia de Diabetes.



# KALANCHOE INHIBE CÁNCER DE PULMÓN Y DE MAMA

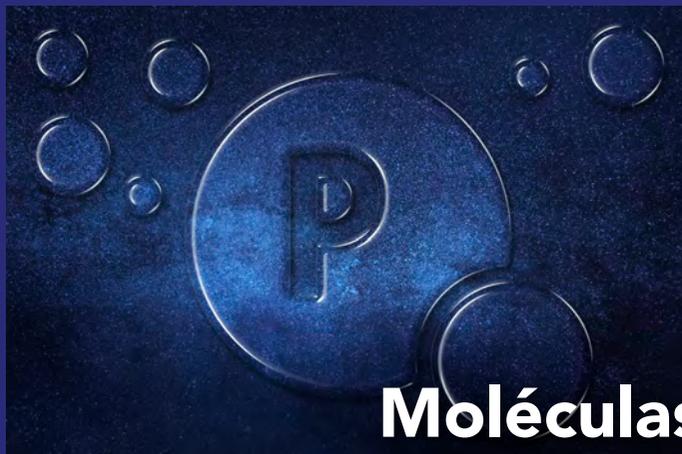
*Claudia Villalobos*



**E**l impacto emocional que experimenta una persona al recibir un diagnóstico de cáncer es devastador. La situación se agrava cuando el padecimiento se encuentra en una etapa avanzada, como en el caso del cáncer de pulmón, que se caracteriza por ser una enfermedad silenciosa que, de manera general, causa síntomas hasta que se encuentra en estadios III y IV, cuando ya ha hecho metástasis y se ha diseminado a otras partes del cuerpo.

El cáncer de mama, en cambio, sí manifiesta ciertas señales y es posible detectarlo con mayor facilidad en etapas tempranas. Esta neoplasia, junto con el cáncer de pulmón, constituyen a nivel mundial el mayor número de casos nuevos anualmente. En 2020 se registraron en México 7 mil 811 afectados y 6 mil 733 muertes por cáncer de pulmón. Mientras que en 2019 se determinaron 15 mil 286 nuevos padecimientos de cáncer de mama en la población de 20 años y más.

Dicha prevalencia ha llevado a diversos grupos de investigación a la búsqueda de nuevas herramientas para el diagnóstico, así como alternativas para tratar ambos tipos de tumores, incluidos los tratamientos elaborados a partir de compuestos naturales, como los que realizan científicos del Instituto Politécnico Nacional (IPN), quienes se enfocan a estudiar la actividad anticancerígena de la planta *Kalanchoe daigremontiana*, conocida comúnmente como espinazo del diablo o madre planta cocodrilo.



## Moléculas Aisladas



**Flavonoides:** Compuestos químicos sintetizados por las plantas que cumplen funciones no esenciales en ellas. Poseen propiedades muy apreciadas en medicina, como antimicrobianos, antiinflamatorios y anticancerígenos.

**Terpenos:** Moléculas orgánicas de olor intenso que actúan como protectoras de las plantas frente a la agresión de los herbívoros.

### Hallazgo

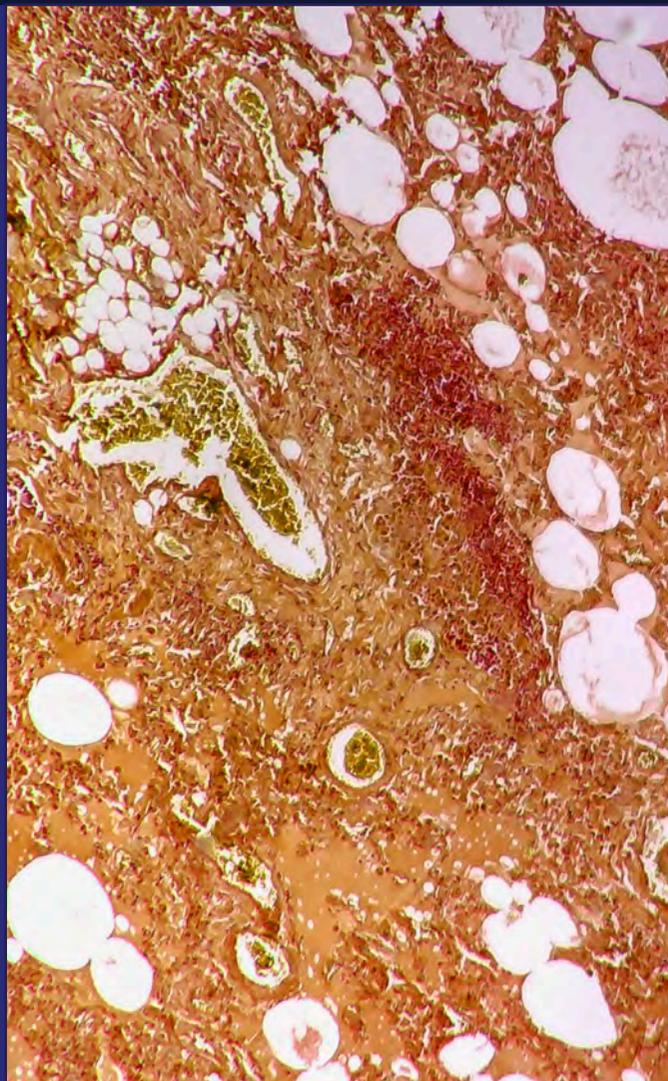
A partir de esta planta herbácea suculenta se aislaron cuatro compuestos (tres flavonoides y un terpeno) y después de evaluarlos *in vitro* comprobó que todos tienen alta efectividad (entre 70 y 80 por ciento) para inhibir células de pulmón (A549) y de cáncer de mama, explicó el doctor Rafael Silva Torres, titular del proyecto que se realiza en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB).

Puntualizó que, por los resultados obtenidos, el hallazgo es una esperanza para contar en un futuro con una alternativa viable para prevenir y tratar estas enfermedades. “La incidencia de decesos por cáncer de pulmón se debe a que por lo regular se detecta en etapas avanzadas, por lo que considero que, más adelante, los extractos obtenidos de *Kalanchoe* y administrados en microdosis podrían contribuir a reducir esas cifras”, advirtió.

### Compuestos aislados

Con la evaluación de los compuestos se corroboró su alta eficacia medicinal. “Para valorar la actividad biológica de la planta completa se realiza el extracto crudo; en tanto, para identificar las propiedades de cada sustancia se requiere aislarlas y valorarlas individualmente”, explicó.

El doctor Silva Torres destacó que obtener los concentrados puros implica un trabajo muy meticuloso y que tarda aproximadamente año y medio. “Para elaborar el extracto etanólico se cortan en trozos las hojas limpias y secas y se ponen a remojar durante cinco días en etanol. Después se vaporiza el solvente mediante un evaporador rotativo, que funciona a una





**👍** Doctor Rafael Silva Torres, titular del proyecto que se realiza en la ENCB

presión reducida entre 40 y 45 grados Celsius para evitar la desnaturalización de los metabolitos secundarios (flavonoides y terpenos) y conservar sus propiedades”, puntualizó.

Una vez evaporado el solvente, el doctor Francisco Díaz Cedillo, especialista en química orgánica de la ENCB, comprobó la pureza de los extractos y, mediante las técnicas de espectroscopía de resonancia magnética nuclear y espectrometría de masas, obtuvo las estructuras orgánicas de los compuestos.

### Evaluación

Después de comprobar la pureza de los extractos, la científica Eva Ramón Gallegos, y el doctor Alfonso Antonio Sequeda Flores, ambos de la ENCB, evaluaron *in vitro* los tres flavonoides y el terpeno aislados.

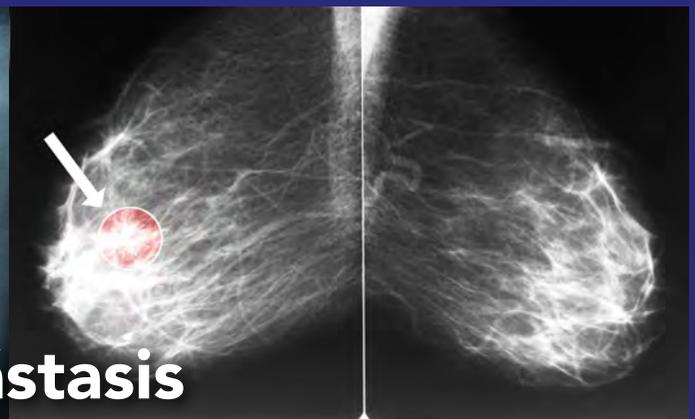
“Fue sorprendente observar que los cuatro compuestos inhiben considerablemente las células de cáncer de mama y la línea celular A549 de cáncer de pulmón”, comentó Rafael Silva.

### Espinazo del diablo

La *Kalanchoe daigremontiana* pertenece a la familia *Crassulaceae* y es endémica de las regiones áridas y montañosas al suroeste de Madagascar. En México se utiliza como planta tradicional para tratar enfermedades respiratorias, inflamatorias y crónico degenerativas (cáncer).

Es una planta que se considera invasiva, sin embargo, en México se encuentra en forma escasa, por tal razón los científicos politécnicos buscaron apoyo del señor Jesús Aurelio Martínez Godínez, propietario de un invernadero en Tulancingo, Hidalgo, quien les proporciona esta especie para realizar las investigaciones.

El doctor Rafael Silva refirió que aún se requiere profundizar las investigaciones. Entre otros estudios se necesitan realizar pruebas de toxicidad para garantizar el consumo seguro de los compuestos, así como buscar alguna colaboración para realizar experimentos en modelos animales. Consideró la posibilidad de realizar posteriormente la síntesis química de las sustancias y podrían administrarse en microdosis.



## Metástasis

El cáncer de pulmón tiende a diseminarse al cerebro, los huesos, el hígado y las glándulas suprarrenales.

El cáncer de mama se esparce hacia los huesos, el hígado, los pulmones, la pared torácica y el cerebro.

# DISPOSITIVO PARA TERAPIA DE DIÁLISIS PERITONEAL

Felisa Guzmán

Con un prototipo de bajo costo para terapia de diálisis peritoneal automatizada, que podría emplearse como tratamiento sustitutivo en pacientes con insuficiencia renal crónica KDIGO V, investigadores de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (ESIME), Unidad Zacatenco, esperan lograr un diseño industrial o registro de patente ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI) para contribuir al avance tecnológico nacional en dispositivos médicos.

En el área de Biomecánica de la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación (SEPI) de la ESIME Zacatenco, el doctor Christopher René Torres San Miguel dirige un grupo de científicos que desarrollan innovaciones técnicas y de funcionamiento al equipo de diálisis automatizado para aportar beneficios sociales a derechohabientes de las diferentes instituciones de salud pública de México.

Según la Fundación Mexicana del Riñón, en México existen 150 mil personas con enfermedad renal crónica (ERC), y menos de la mitad son tratadas, es decir, que al menos 75 mil afectados en el país requieren de tratamiento.

El investigador citó que de acuerdo con una licitación pública de la Secretaría de Salud de la Ciudad de México, del Servicio Integral de Diálisis y Hemodiálisis, se invirtieron 87 millones de pesos en 2021 por el servicio integral de diálisis y hemodiálisis en ocho hospitales y como parte de diálisis peritoneal se incluían sólo 150 máquinas cicladoras de uso domiciliario, más los insumos.

“Esto motivó el acercamiento con colaboradores externos adscritos a una institución de salud pública con la idea de generar infraestructura propia y preparar personal altamente capacitado para enfrentar los retos en la materia”, dijo Torres San Miguel.



👉 Christopher René Torres, doctor en Ingeniería Mecánica (segundo de izquierda a derecha)

## Alianza

Con la participación del grupo de salud que conforma el servicio de Diálisis Peritoneal del Hospital General “Dr. Darío Fernández Fierro” del ISSSTE, a cargo de la doctora María Guadalupe Suárez López, y el apoyo del doctor José Ocotitla Hernández y de los estudiantes de la Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica, Sergio Rodrigo Méndez García y Samuel Rivero Urzúa, en el desarrollo tecnológico, el doctor Torres San Miguel logró desarrollar un equipo más simple, ligero y económico.

“La función de un equipo convencional (ciclador) es realizar los intercambios en intervalos de tiempo, llena y vacía el abdomen del paciente de forma automática de tres a cinco veces por terapia para filtrar las toxinas de la sangre a través de la membrana del peritoneo derivado de la insuficiencia renal”, explicó el profesor-investigador de la ESIME Zacatenco.

La principal característica de los modelos más recientes en el mercado es el uso de casetes con mangueras que permiten realizar los intercambios de las bolsas de líquido dializante. Al ser constituidos de una membrana delgada de plástico los vuelve susceptibles a perforaciones, lo que puede ser perjudicial para la esterilidad del líquido dializante.

“La desventaja de estos casetes es que pueden presentar fugas en las membranas flexibles debido a alguna ruptura e introducir aire contaminante al tratamiento, lo cual es perjudicial para la máquina y compromete la esterilidad del circuito y, por ende, del fluido dialítico, lo que ocasiona complicaciones de índole infecciosa en el procedimiento y al paciente”, señaló.

Explicó que otro problema de los equipos que existen en el mercado es que al ser intercambiables podrían impedir que la máquina no cargue correctamente y como es importante mantenerlos en línea con las bombas, ocasionan esfuerzos mecánicos que desgastarían los componentes o incluso no permitirían la correcta infusión del líquido.

Los investigadores politécnicos realizaron adecuaciones enfocadas en la eliminación de fluidos externos que le quitan la esterilidad al tratamiento, y también reducen la necesidad de utilizar un gran número de elementos de control y electrónica.

“Una primera innovación fue implementar bombas peristálticas, las cuales eliminan la posibilidad en un gran porcentaje de que el aire sea introducido al tratamiento, ya que el líquido pasa por segmentos que al girar el motor aísla el volumen y lo transmite de forma correcta”, expuso.

Refirió que por ello se cuenta con una etapa de depuración de las líneas de infusión, que al ser conectadas a la bolsa recorren una porción del proceso para expulsar el aire de la manguera y de esta forma asegurar la esterilidad de la máquina.

El dispositivo, señaló, utiliza programas que pueden ser modificados para temperaturas y tiempos de infusión que permitan individualizar cada indicación, y mantener la precisión de ésta, proporcionando resultados adecuados para los tratamientos de diálisis peritoneal.

Diseñaron también un equipo más ligero que incluye cuatro motores y una serie de sensores que simplifican el funcionamiento, a diferencia de los 12 a 18 actuadores, válvulas neumáticas, bomba de vacío y electrónica que tienen los aparatos convencionales.

Este prototipo incluye un sensor de turbidez para visualizar la calidad del fluido que se drena y además alerta al paciente o al médico tratante de estar ante un riesgo de infección y permitiría un tratamiento muy oportuno.

Los académicos de Biomecánica de la ESIME Zacatenco trabajan con tecnología 3D, lo que les permite abatir costos, así como lograr un prototipo cuyo precio oscila en los 20 mil pesos y que es muestra de que las aportaciones politécnicas son competitivas a nivel internacional.

“No hubo necesidad de importar ningún dispositivo, el prototipo se logró con tecnología 3D, sensores, actuadores, tarjetas e insumos que se encuentran en el mercado nacional, lo que facilita su escala a nivel comercial”, expresó el investigador politécnico.



Según la Fundación Mexicana del Riñón, en México existen 150 mil personas con enfermedad renal



Este dispositivo para terapia de diálisis peritoneal podría emplearse en pacientes con insuficiencia renal crónica

## Frutos

A dos años de trabajo, este desarrollo ha permitido la formación de cuadros profesionales a nivel posgrado. Actualmente, los expertos efectúan terapias de entrenamiento con maniquíes. "Las mediciones de los sensores han sido muy asertivas con respecto a los equipos existentes", sostuvo el doctor Torres San Miguel.

Ejecutan pruebas en vacío, modifican la programación y agregan sensores o motores con la finalidad de que el equipo esté cada vez más cercano a los requerimientos de los pacientes. Además, trabajan en los lineamientos que les permitan poder escalar el prototipo a nivel industrial.

Este producto de la academia, refirió el doctor Torres San Miguel, es una aportación que beneficia directamente al usuario y mejora su calidad de vida, al contar con un equipo propio. Por su costo reducido sería accesible a un número considerable de pacientes para que estén más seguros y sin salir de casa.

Por el momento, esta innovación se analiza en la Dirección de Servicios Empresariales y Transferencia Tecnológica del Politécnico en busca de una figura de protección intelectual. El año pasado, el doctor Torres San Miguel fue reconocido entre los investigadores politécnicos con el mayor número de títulos de propiedad industrial en la categoría de Diseño Industrial.



Esta innovación constituye una aportación que beneficia directamente al usuario y mejora su calidad de vida



## Doctor Christopher René Torres San Miguel

2011. Obtuvo su doctorado en Ingeniería Mecánica

2012. Ocupó una posición posdoctoral en el Laboratorio de Biomecánica para la Seguridad Pasiva de la Universidad Politécnica de Madrid, España

2016. Concluyó su doctorado en Educación por la Universidad España-México

Especialización en el diseño, desarrollo y fabricación de implantes ortopédicos

100 artículos indexados publicados en revistas nacionales e internacionales en su área de investigación

# PRODUCCIÓN DE ESPIRULINA,

## ALTERNATIVA PARA COMUNIDADES MARGINADAS DE HIDALGO

Zenaida Alzaga

Como una alternativa para solucionar la carencia alimentaria y nutricional de municipios marginados del estado de Hidalgo, un grupo multidisciplinario de científicos, encabezados por el Instituto Politécnico Nacional (IPN), trabajan con los pobladores de la región para la producción artesanal de la alga espirulina (*Arthrospira*), lo cual también es una alternativa para mejorar su calidad de vida.

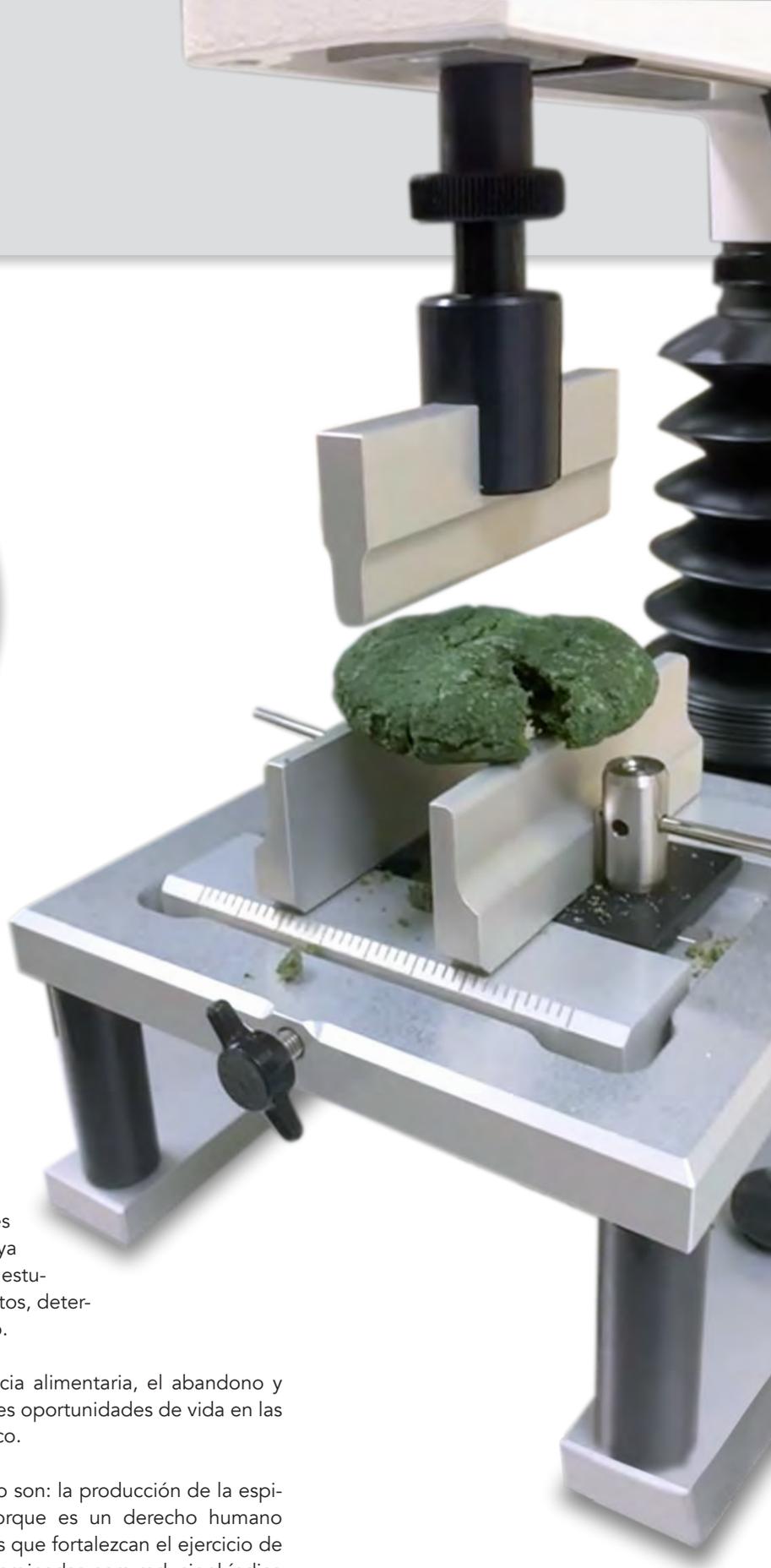
El proyecto "Impacto socioeconómico en municipios con alta carencia alimentaria a través de la producción artesanal de espirulina y el cálculo de altitud que se requerirá para su producción", es desarrollado por el equipo de trabajo conformado por el maestro Obed Pardo Santos, experto del Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CIEMAD) del Politécnico; los doctores Fabiola Araceli Guzmán y José Roberto González Reyes de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH), en coordinación con la asociación civil Inalisa.



El proyecto es una alternativa para solucionar la carencia de alimentos y reducir la desnutrición de la población



👍 Obed Pardo Santos,  
investigador del CIEMAD



El estudio se enfoca en cuatro municipios: San Agustín Metzquitlán (con una población de 9 mil 700 habitantes), Metztlán (20 mil 100 pobladores), Atotonilco el Grande, así como Mineral del Chico, ubicados al norte de la entidad, los cuales reúnen las características necesarias para producir la microalga de manera artesanal.

El maestro Pardo Santos explicó que en estas regiones se registran precipitaciones pluviales adecuadas, ya que los análisis de monitoreo territorial, encuestas y estudios socioeconómicos que llevaron a cabo los expertos, determinaron que cuentan con las características para ello.

Además, en estas comunidades prevalece la carencia alimentaria, el abandono y migración de sus pobladores, quienes buscan mejores oportunidades de vida en las ciudades de Pachuca, Hidalgo, o la Ciudad de México.

El investigador señaló que los objetivos del proyecto son: la producción de la espiulina para garantizar la soberanía alimentaria (porque es un derecho humano colectivo) y elaborar propuestas de políticas públicas que fortalezcan el ejercicio de participación ciudadana, principalmente en zonas marginadas para reducir el índice de desnutrición.



Esta propuesta es una alternativa para mejorar la calidad de vida de la población con el desarrollo de productos derivados de la microalga con un enfoque ambiental y nutricional, porque contiene propiedades anticancerígenas, antioxidantes, antiinflamatorias e inmunes.

Los expertos brindarán información a las comunidades marginadas acerca de la importancia que tiene la producción de la alga como un mecanismo de mejora en su economía y nutrición, mediante la creación de redes de comercialización.

La espirulina es unicelular, de color azul verdoso, se alimenta de nutrientes naturales, rayos del Sol; se puede encontrar en el mar, en fangos, zonas de gran altitud territorial, principalmente cercana a cuerpos de agua con una temperatura de 25 a 35 grados centígrados, y en zonas donde se registran mayores precipitaciones pluviales.

El maestro Pardo Santos indicó que la microalga contiene triptófano, fenilalanina, aminoácidos precursores de los neurotransmisores de cianoficina y melatonina que ayudan a reducir las secuelas por SARS-CoV-2; en los primeros días del contagio por coronavirus se pueden retardar los síntomas de la enfermedad hasta en un 75 por ciento, reducir los daños al cerebro y los pulmones. Además coadyuva a controlar la ansiedad (porque contiene antioxidantes), el insomnio, y es un auxiliar para regular el sueño.

Fortalece el sistema inmune gracias a que contiene ficocianina (biliproteína que se extrae de las algas verdes-azules) que provoca un efecto terapéutico en las fibrosis pulmonares y retrasa hasta en un 74 por ciento las secuelas de la enfermedad.

El investigador del CIEMAD informó que el consumo de un pequeño porcentaje del alga es equivalente a los nutrientes que tiene un bistec, y si se agrega un porcentaje de ésta, por ejemplo, a las tortillas, al pan o a los dulces, se puede sustituir por las proteínas que aportan otros alimentos, y evitar la desnutrición en los menores porque favorece el desarrollo de los niños y adolescentes.

El proyecto fue autorizado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) en el rubro de soberanía alimentaria y representa una alternativa para solucionar la carencia de alimentos y nutricional de la población, así como mejorar la calidad de vida.

👍 El estudio se enfoca en cuatro municipios que reúnen las características necesarias para producir la microalga de manera artesanal



# IMPACTA MINERÍA A RAYAS DEL GOLFO DE CALIFORNIA

*Adda Avendaño*

La pesca de elasmobranquios, mejor conocidos como tiburones y rayas, es una importante actividad económica, alimentaria y social del Golfo de California, México, en virtud de que es una fuente de empleo y sostén de muchas familias que se dedican a su captura, manejo y proceso de distribución y comercialización de los productos y subproductos derivados. No obstante, el incremento de la contaminación por actividades mineras podría poner en riesgo esta rama de la industria pesquera y la salud de los consumidores.

Esta preocupación por el estudio de los contaminantes en elasmobranquios, particularmente en rayas guitarra, motivó en 2021 la creación y desarrollo de un proyecto multinacional, dirigido por el estudiante de doctorado del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (Cicimar), Edgar Eduardo Becerril García, que contempla la participación de países como Estados Unidos, Italia y España, para cumplir metas de investigación que deriven en estrategias de conservación.

El estudio titulado "Evaluación de la salud reproductiva de rayas guitarra en ambientes contaminados del Golfo de California", abrió las puertas al estudiante politécnico a colaborar con investigadores de la Università della Calabria, en Italia, encabezados por el profesor Emilio Sperone, titular del departamento de Biología, Ecología y Ciencias de la Tierra de dicha universidad, para el análisis de contaminantes.





👍 Edgar Eduardo Becerril García, estudiante de doctorado del Cicimar

Con amplia experiencia en el estudio de tiburones blancos, Becerril García aceptó dirigir, como investigador invitado, el proyecto internacional que tiene como objetivo describir, por primera vez, los efectos de la concentración de contaminantes mineros en la salud general y reproductiva de las rayas del Golfo de California, a nivel celular, mediante el estudio de sus tejidos, concentración de contaminantes, calidad espermática, y hormonas esteroides.

“Tomamos como organismo modelo al pez guitarra rayado *Zapteryx exasperata*, que es una especie de elasmobranquio capturado en México, el cual está clasificado como ‘Datos Insuficientes’, según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), a pesar de ser un habitante frecuente de los ecosistemas costeros de California, Estados Unidos y de la Península de Baja California en México”, explicó el Maestro en Ciencias en Manejo de Recursos Marinos por el Cicimar.

La investigación de la parte histológica (rama de la biología que estudia los tejidos orgánicos de animales y plantas), ha producido los primeros resultados, en los que se obtuvo evidencia de animales estresados, con deformaciones o malformaciones a nivel microscópico en tejidos de las células del bazo y del hígado; así como macroscópicas, como la presencia inusual de piedras en los ovarios, e indicio de cáncer en ciertos órganos.

Esta investigación, que atrajo la atención de los especialistas italianos y españoles, comenzó en abril de 2020, bajo la dirección del doctor Marcial Arellano Martínez, miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), Nivel III, docente del centro de investigación politécnico y director de la tesis de Doctorado de Edgar Becerril, quien fue invitado al Congreso de la Asociación Europea de Elasmobranquios 2021, realizada en Holanda a principios de noviembre, para exponer sus hallazgos.

### Procesamiento de muestras

En el Cicimar, ubicado en la ciudad de La Paz, se comenzó con el análisis de los primeros especímenes capturados por los pescadores de las costas de Baja California Sur. Las rayas guitarra se midieron y pesaron, además se realizaron necropsias para analizar el estado de diferentes órganos, incluidos el bazo, las gónadas, el páncreas y el hígado, que es uno de los mejores indicadores de la afectación por contaminación en los animales. Las investigaciones enfocadas en el análisis de órganos como el riñón, el bazo o el páncreas, son escasas en elasmobranquios.

La enfermedad por COVID-19 afectó muchos aspectos de la investigación científica, y la de Eduardo Becerril no fue la excepción. Imposibilitado por la pandemia para acudir al plantel a realizar las necropsias, centrifugar las muestras de sangre, realizar las incisiones y el tratamiento de los tejidos, improvisó un laboratorio en el patio de su casa y utilizó sus propios medios para preservar las biopsias y órganos, además tuvo que recuperarse de la enfermedad que lo afectó por algunos meses previo al muestreo.

La toma de muestras para la obtención del material biológico y su preservación a  $-80^{\circ}\text{C}$  se dividió en dos partes: la primera y más desafiante, se llevó a cabo en el pueblo minero de Santa Rosalía, en el municipio de Mulegé. Esta localidad representó un reto logístico, ya que se encuentra ubicada a ocho horas de La Paz, casi en medio de la península de Baja California. La segunda parte se realizó en la bahía de La Paz con el propósito de obtener ejemplares de la misma especie y comparar su salud con las rayas de Santa Rosalía.

“En el campamento pesquero procesábamos las muestras, las poníamos en un contenedor portátil con hielo para llevarlas al hotel, donde buscamos un lugar seguro que adaptamos para congelarlas a  $-80^{\circ}\text{C}$ . Con el apoyo de la ONG llamada Pelagios Kakunjá A.C., las transportamos en un contenedor de nitrógeno líquido para favorecer su preservación”, recordó el ganador del premio al mejor ensayo sobre Innovación Educativa a nivel posgrado del Instituto Politécnico Nacional.

### Grupo internacional de especialistas

El biólogo marino conformó un equipo internacional de expertos que se integró a la investigación pionera que inició el Cicimar y que incluye también al profesor Carlos Augusto Aguilar Cruz, de la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS), quien evaluó las alteraciones histológicas derivadas de la contaminación minera. Dentro de los asesores del Cicimar-IPN se encuentran los doctores Felipe Galván Magaña y Fernando Elorriaga Verplancken, junto con el apoyo del doctor Mauricio Hoyos-Padilla, cofundador y director de la Asociación Civil Pelagios Kakunjá.



👍 Doctor Felipe Galván Magaña, asesor del Maestro en Ciencias en Manejo de Recursos Marinos

Con equipos especializados, los investigadores de la Universidad de la Calabria, Italia, bajo la supervisión de los profesores Emilio Sperone y Donatella Barca, analizan los elementos traza de las muestras de rayas guitarra del Golfo de California y han encontrado altos niveles de contaminación en su interior, relacionados con las actividades de una minería de cobre.

### Conservación

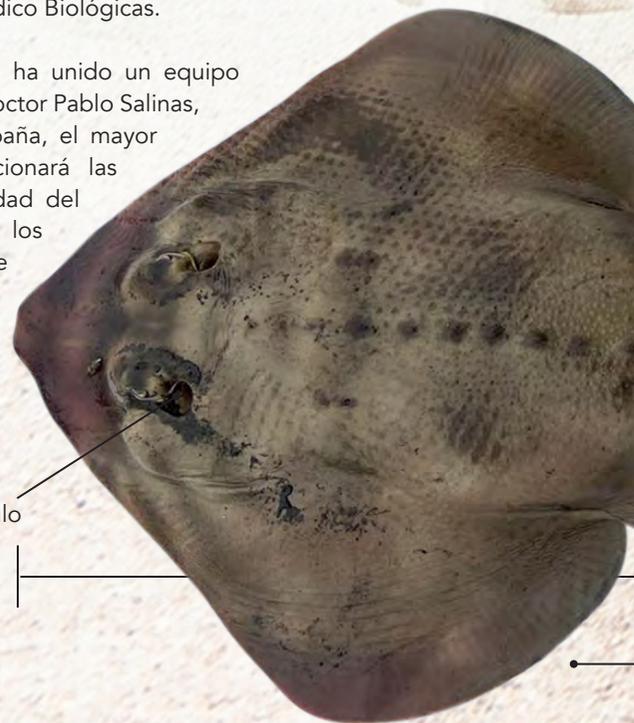
La más reciente evaluación de la Lista Roja publicada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), los rinobátidos, también conocidos como rayas o peces guitarra son un grupo taxonómico de elasmobranquios que se considera vulnerable a la sobreexplotación, debido a que son ampliamente utilizados para consumo humano, por lo cual, es necesario observar y mejorar su aprovechamiento.





Adicionalmente y con la guía de la doctora Céline Godard-Codding, de la Texas Tech University, Estados Unidos, otro equipo de expertos estudiará las hormonas esteroideas, como estradiol, progesterona y testosterona, directamente relacionadas con la salud reproductiva, además de otras afines con el estrés como el cortisol, la cortisona y la corticosterona, información que también formará parte de la tesis de doctorado del galardonado en 2017 con la presea "Lázaro Cárdenas", por excelencia académica en la categoría de estudios de Maestría en el área Médico Biológicas.

A la investigación internacional se ha unido un equipo especializado, encabezado por el doctor Pablo Salinas, del Oceanográfico de València, España, el mayor acuario de Europa, que proporcionará las herramientas para estudiar la calidad del esperma, mediante el análisis de los gametos de las rayas guitarra de Baja California Sur y determinar qué tan profundo es el impacto que ha sufrido la especie por la contaminación minera en su sistema reproductivo.





Edgar Eduardo con el profesor Emilio Sperone de la Università della Calabria, Italia

Este proyecto tiene como objetivo describir los efectos de la contaminación minera en la salud general y reproductiva de las rayas del Golfo de California

## Sharks International 2022

Con más de 30 publicaciones especializadas en tiburones blancos, Becerril García expuso que esta primera etapa de investigación que abarca la histología, el estudio hormonal y los elementos traza, culminará en julio del presente año y los resultados preliminares serán presentados oficialmente en el evento académico titulado "Sharks International 2022", que es el Congreso Mundial de Tiburones, Rayas y Quimeras, a celebrarse en Valencia, España, en octubre próximo, justo en la ciudad donde Becerril García exhibe su muestra fotográfica y de divulgación científica denominada: "S.O.S. Tiburones" desde el año 2020, en el complejo arquitectónico también conocido como la "Ciutat de les Arts i les Ciències".

"En el mundo no existen estudios previos de contaminación por minería en la salud de esta especie, por lo tanto presentaremos por primera vez una evaluación de la situación de las rayas guitarra del Golfo de California y otorgaremos información vital de cómo la contaminación marina puede afectar la salud de este grupo vulnerable y cómo podría impactar al ser humano", indicó el ganador del concurso de fotografía científica de fauna de Baja California Sur, organizado por el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (Cibnor) y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt).

En Italia, los estudios relacionados con tiburones y rayas son escasos, aunque existe un gran interés en profundizar en este tema, dada la importancia ecológica y económica de estas especies. Por ello, se espera que, a raíz de esta colaboración que ha brindado los primeros frutos, con dos publicaciones sobre tiburones blancos en revistas especializadas, también se originen profesionales calificados y textos científicos de alta calidad que pongan de manifiesto que las investigaciones llevadas a cabo en el Politécnico están a la altura de cualquiera de las mejores universidades del mundo.

De acuerdo con Becerril García esta investigación que nació en el Golfo de California, en lo que se conoce como el "acuario del mundo", representa un gran desafío social y ecológico, ya que mientras las grandes empresas mineras ofrecen trabajo y una mejor calidad de vida para los habitantes del lugar, del otro lado se encuentra el impacto a la salud de las especies, que incluso son consumidas por la población. Por ello, es necesario generar estrategias para vincular a la industria, la sociedad y la ciencia con el cuidado al medio ambiente.



aleta pectoral

# RIEGO AUTOMATIZADO PARA ÁRBOLES DE CIUDAD



Adda Avendaño

La reducción de áreas verdes, el incremento de suelos pavimentados, una elevada densidad de construcciones, las altas emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y la falta de sombra que ofrecen las copas de los árboles ha provocado en las ciudades, cada vez con mayor frecuencia, el efecto de “isla de calor”, que se manifiesta con el aumento de la temperatura de 4 a 10°C y en consecuencia una mala calidad del aire.

Una de las soluciones que pueden ayudar a mitigar este problema sería aumentar las áreas verdes y los árboles. Sin embargo, su cuidado requiere de recursos económicos, humanos y materiales que suelen ser costosos para las ciudades; por ello, egresados de la Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas (UPIITA) proponen implementar un sistema de monitoreo, cuidado remoto y riego automatizado para suministrar a la vegetación de la ciudad el agua y nutrientes necesarios con base en especificaciones precisas.

## El sistema

Grecia Rocío Herrera Andrade, Mayra Uruga Centeno, Marco Antonio Solís Galeana y Andrés Cueto Estrada son los creadores del sistema mecatrónico capaz de cuidar árboles con ayuda del monitoreo de la temperatura, control acidez (PH) y con el suministro de nutrientes y agua. Por el momento, este desarrollo es programado por un usuario, pero en el futuro se espera que éste pueda ser controlado por inteligencia artificial.

El procedimiento consiste en registrar cada árbol en una página electrónica que ellos diseñaron con datos específicos sobre la edad aproximada del espécimen, diámetro, altura, taxonomía y familia, entre otros, además del nombre de quien ingresa los datos, para generar un ID de identificación. En este momento se establecen los ciclos de riego específicos que, al ser ejecutados, también se almacenan para su posterior análisis.



👍 Sistema de monitoreo y control remoto para el cuidado de árboles desarrollado por egresados de la UPIITA



### **Beneficios de los árboles urbanos**

1. Ayudan a aumentar la biodiversidad urbana.
2. Un árbol maduro puede absorber hasta 150 kilogramos de gases contaminantes por año.
3. Son excelentes filtros para contaminantes urbanos y partículas finas como el polvo, la suciedad o el humo.
4. Su ubicación estratégica puede ayudar a enfriar el aire entre 2 y 8 grados centígrados.
5. Recientes investigaciones muestran que vivir cerca de espacios verdes mejora la salud física y mental.
6. Los árboles maduros regulan el flujo de agua y ayudan a prevenir inundaciones.
7. La planificación de paisajes urbanos con árboles puede aumentar el valor de la propiedad hasta en 20 por ciento.

**Fuente: ONU Hábitat**

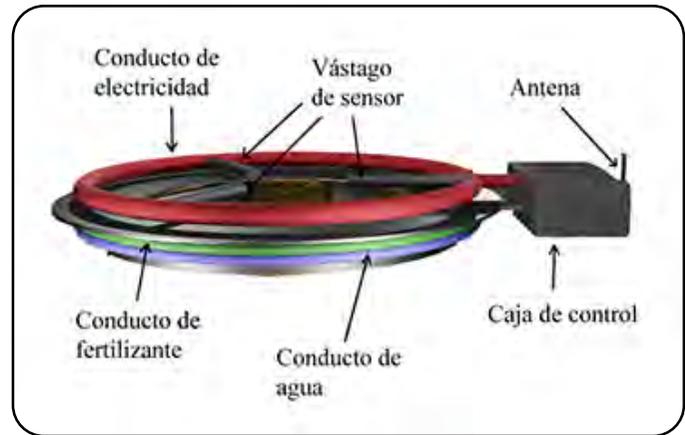
El sistema está integrado por tres módulos, el primero corresponde a los depósitos de agua y fertilizante. El segundo, a la caja de control que contiene una placa de circuito impreso (PCB por sus siglas en inglés), un Arduino (placa de circuitos electrónica integrada por un microcontrolador reprogramable), válvulas y sensores de flujo. El tercero es el anillo de riego que debe tener cada uno de los árboles.

En la caja de control de suministros las mangueras de fluido con el agua y el abono se encuentran conectadas a una válvula solenoide (dispositivo físico capaz de crear un campo magnético cuando circula una corriente continua por su interior) y a un sensor de flujo que se unen a una conexión en "Y", desarrollada e impresa en filamento de ácido poliláctico (PLA) por los ingenieros politécnicos, que se conecta a un mezclador estático para obtener una solución homogénea que se distribuirá a través del anillo de riego.

El proceso automatizado requiere de una interfaz web hecha por los mismos politécnicos, en la que se registra el árbol y se colocan ciertos parámetros para realizar el proceso, como son la cantidad de riego por día, sus mediciones y la porción de agua y fertilizante por riego, al término del cual se encenderá un led para que el usuario sepa que el proceso se llevó a cabo con éxito.



Los espacios verdes proporcionan beneficios para la salud de los habitantes de la ciudad



Control de suministro de componentes interiores

### Módulo estructural de riego

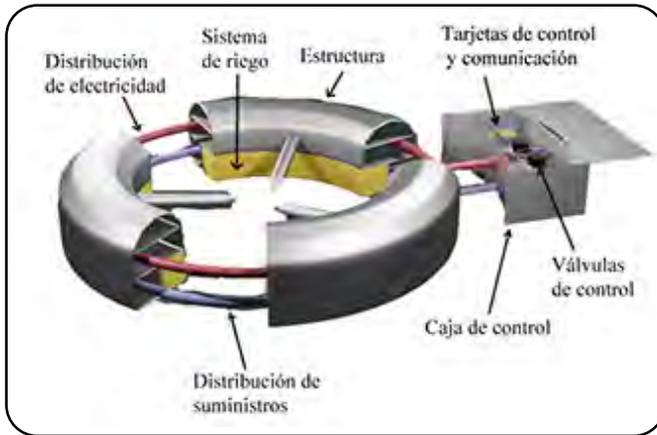
El tercer módulo del sistema es el anillo de riego, que es una estructura circular doble. El conducto superior contiene el sistema eléctrico-electrónico y los sensores para hacer las mediciones, el conducto inferior es por donde circulan el agua y el fertilizante. El riego se realiza por medio de un material poroso que permite el paso de los fluidos por capilaridad, mientras los sensores de humedad, temperatura y nutrientes se encuentran en un vástago, cerca de las raíces centrales del árbol.

Dentro de los criterios que se tomaron para la realización del anillo de riego se contemplaron las características del diseño para modificar la frecuencia, velocidad y distancia de transmisión, la protección contra el medio, la resistencia a impactos, desgaste y deformación instantánea.

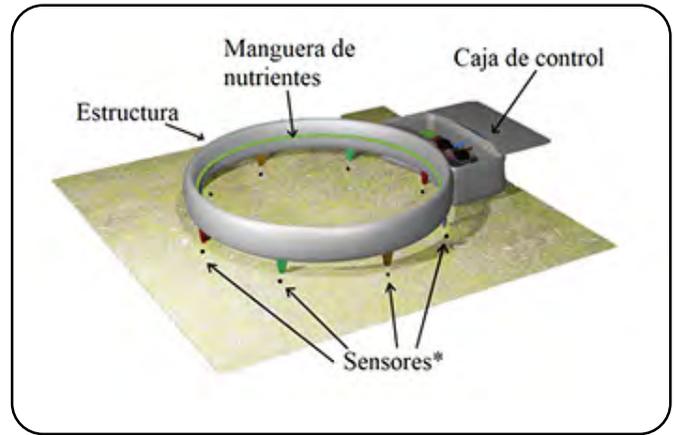
El prototipo circular también atiende a la calidad y precisión en el control de agua y fertilizante, según su capacidad de obstrucción, acumulación de residuos, número de tuberías y diseño e instalación de salidas, así como la disposición de los componentes para su ensamble, función, objetivo y mantenimiento. Adicionalmente, el material con el que está construido considera la parte eléctrica para asegurar su correcto funcionamiento.

“Aunque este prototipo tiene forma circular, es importante decir que es modular y es posible configurarlo de acuerdo al entorno o a las necesidades del usuario, por lo que también se puede colocar en línea recta, en zig-zag o en forma matricial; mucho dependerá de la disposición de las conexiones de las tuberías para que no afecte cómo llegará la distribución de los fluidos”, explicaron Grecia Herrera y Mayra Uruga.

El estado del árbol se determinará a partir del análisis de los registros de información obtenida por el sistema, y almacenada en una base de datos para su posterior visualización en una interfaz gráfica. La idea principal está orientada al concepto de ciudades inteligentes, cuyo objetivo futuro se enfoca al cuidado de los árboles de toda una ciudad de manera automática.



Control de suministro isométrico superior



Control de suministro isométrico

## Sistemas y módulos

Con la asesoría de los doctores Diego Alonso Flores Hernández y Rodolfo Vera Amaro, docentes de la UPIITA, los ingenieros desarrollaron el sistema por módulos bajo el estándar de diseño alemán VDI-2206 enfocado a sistemas mecatrónicos, el cual los valida una vez que han sido incorporados al sistema.

La organización total de la propuesta contempló seis sistemas, algunos globales y otros específicos: estructural, informático, de control, procesamiento, telemático y físico, cada uno con sus propios módulos, que juntos suman un total de 14, entre los que destacan la base de datos, la comunicación, energía, máquina de estado, control de suministros, recepción y transmisión de datos, entre muchos otros.

### Riego por capilaridad

El sistema de monitoreo, cuidado remoto y riego inteligente utiliza la capilaridad para la distribución de agua y nutrientes a los árboles de la ciudad, lo que permite distribuir los fluidos de manera uniforme para que las plantas puedan autorregular su consumo desde la raíz para crecer. Este método representó todo un reto en el diseño de los poros del anillo de riego porque debían de tener una medida intermedia para que fluyera el líquido, pero suficientemente pequeños para que no inundara la tierra. La ventaja es que con este procedimiento se ahorra hasta 40 por ciento de agua.

Para poder desarrollar este sistema de monitoreo y control remoto para el cuidado de árboles (que permitió a los jóvenes graduarse en Ingeniería Mecatrónica), fue necesaria una integración sinérgica de cuatro disciplinas: mecánica, electrónica, informática y control (MEIC). El proyecto se desarrolló en tres fases principales: concepción de la idea, el diseño detallado con los cálculos y la implementación.

“Una vez integrados todos los módulos y subsistemas, los requerimientos que planteamos en el inicio se convierten en especificaciones que se pueden utilizar en el caso de retomar el sistema y ponerlo en funcionamiento, además como se trata de un sistema iterativo o cíclico es sujeto a mejoras o adecuaciones continuas que optimicen su funcionamiento”, consideró Andrés Cueto.

### Problema global, solución global

Los ingenieros en Mecatrónica alertaron sobre la necesidad de cuidar al medio ambiente, no sólo en México, sino en todo el mundo porque las consecuencias del fenómeno de las “islas de calor” afectan a todas las metrópolis del mundo.

“Actualmente existen proyectos para poblar otros planetas y nosotros pensamos que mientras estemos en la Tierra es necesario que vivamos en armonía con ella y asegurar nuestro futuro, para que de esa forma, quizá aprendamos a cuidar nuevos mundos”, destacó Marco Antonio Solís.

Y añadió que de acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas (ONU), los espacios verdes proporcionan beneficios para la salud de los habitantes de las ciudades, por eso se enfocaron a contribuir con los puntos 11 y 13 de los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030, que se refieren a Ciudades y Comunidades sostenibles y a la Acción por el Clima, respectivamente.



# IPN Ayer y Hoy

## INICIO DE CURSOS DEL IPN EN 1937 85 AÑOS

**E**l 31 de enero de 2022, el Instituto Politécnico Nacional (IPN) inauguró la ceremonia del ciclo escolar enero-junio 2022 y, con ello, las clases presenciales de la institución, después de 22 meses de que comenzó la pandemia.

Este momento, nos hace recordar el solemne evento de inicio de cursos del IPN, realizado el 20 de febrero de 1937, en el Palacio de Bellas Artes. A un año de haber empezado actividades el IPN en enero de 1936, la invitación al evento fue hecha por parte del Departamento de Enseñanza Técnica Industrial y Comercial (DETIC) que dirigía el ingeniero Juan de Dios Bátiz y la Federación Nacional Estudiantil de Escuelas Técnicas y Profesionales no Universitarias.

A la ceremonia de febrero 1937 asistieron como invitados de honor, Gonzalo Vázquez Vela, secretario de Educación Pública en representación del general Lázaro Cárdenas del Río, Presidente de la República; el profesor Luis Chávez Orozco, subsecretario de Educación Pública, y Manuel Sandoval Vallarta, el mayor físico mexicano y quien a la postre sería nombrado director general de nuestro Instituto.

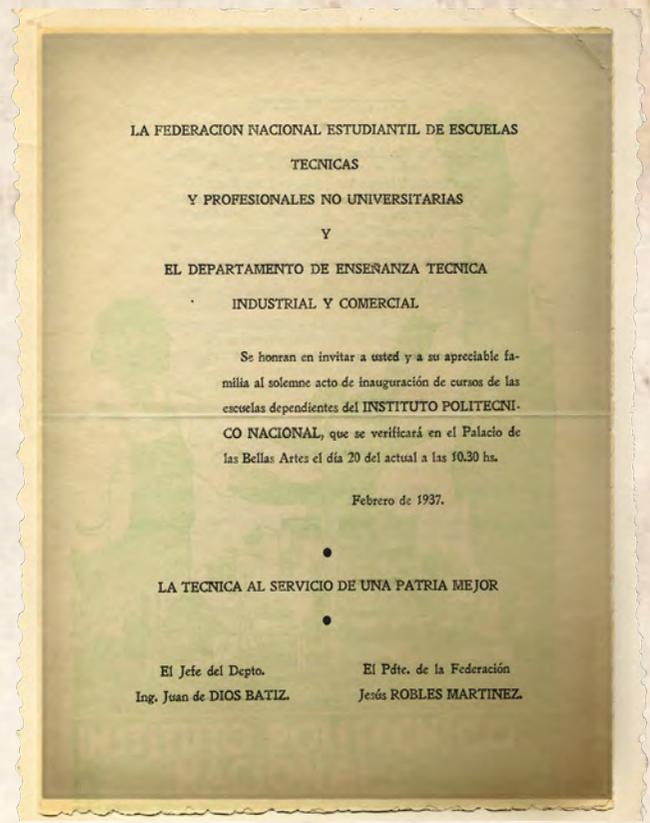
También fueron convocados integrantes del Consejo Nacional de Educación Superior y la Investigación Científica (CNESIC), creado el 30 de octubre de 1935 como órgano de consulta del Estado y como el principal responsable de organizar, sostener y fomentar la investigación científica bajo la mano firme de la Revolución. Además acudieron miembros del Consejo de la Universidad Obrera de México, del Consejo de la Universidad Nacional de México (hoy Universidad Nacional Autónoma de México); del Comité Ejecutivo Nacional del Partido Nacional Revolucionario, y de la Comisión Permanente del Congreso.

Con tan distinguidos invitados del gobierno cardenista, el magistral Palacio de Bellas Artes subió su telón de cristal, joya única en el mundo, para dar comienzo al programa: la marcha Dragona por la banda de artillería y los honores a la Bandera. Después se realizó la "Declaración de la Apertura de cursos de las Escuelas Dependientes del IPN", por Gonzalo Vázquez Vela.

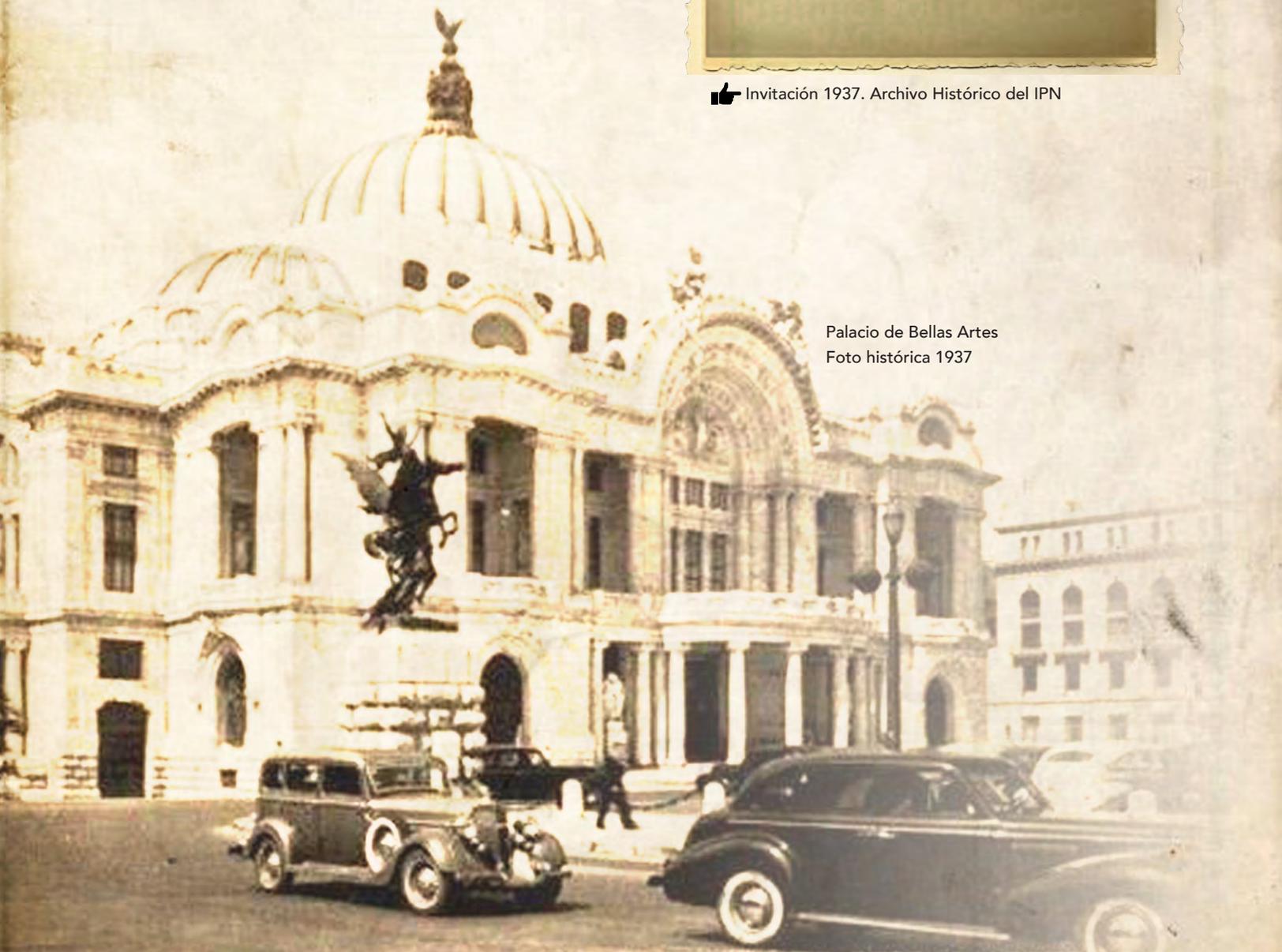
Además se llevaron a cabo otras actividades artísticas como la presentación del barítono Emilio Tuero, acompañado por el pianista Rafael Romero, bailes folklóricos y tablas gimnásticas.

La ceremonia culminó con diversas porras estudiantiles de escuelas que se integraron a nuestro Instituto en 1936, como el ITI, cuya porra era: "Rueda, llanta y volante, rueda, llanta y volante, el ITI siempre adelante" o posiblemente: "Ixtlixóchitl, reina Xóchitl Moctezuma, Ilhuicamina, Cacama, Politécnico, Politécnico, Ra Ra Ra". También se entonó el Himno Nacional Mexicano.

Por su importancia, este festival lo publicaron varios periódicos de circulación nacional y fue trasmitido por las radiodifusoras WEFO y XEW. Tras esta ceremonia, las aperturas de cursos se volvieron una tradición politécnica, en la mayoría de ellas se contó con la presencia del Presidente de la República. Esta costumbre se ha seguido hasta la fecha en diferentes escenarios, incluyendo la Residencia Oficial de Los Pinos, el auditorio "Jaime Torres Bodet" en Zacatenco, o bien, en el patio de honor del edificio principal del Casco de Santo Tomás, mejor conocido por la comunidad politécnica como Cuadrilátero, hoy Centro Histórico y Cultural "Juan de Dios Bátiz".



👍 Invitación 1937. Archivo Histórico del IPN



Palacio de Bellas Artes  
Foto histórica 1937

# La Secretaría Académica del Instituto Politécnico Nacional convoca a los egresados interesados a participar en las becas de distinción de “Principals del IPN y la Queen Mary University of London”, para realizar estudios de doctorado, auspiciadas por la Fundación Politécnico.

## Becas de estudios de doctorado presenciales

Se convoca a alumnos politécnicos de excelencia académica, egresados del nivel superior a participar en la “Beca de distinción de los Principals”, que se otorgará a 5 egresados para cursar estudios de doctorado en Queen Mary University of London (QMUL).

Dirigido a egresados politécnicos de excelencia del nivel licenciatura y/o con estudios de maestría.

## Requisitos

- Ser mexicano por nacimiento.
- Haber cursado preferentemente sus estudios de nivel medio superior y superior o al menos los de superior en el Instituto Politécnico Nacional y haber mantenido una situación escolar regular (sin materias reprobadas).
- Alumnos egresados de maestría que cuenten con el requisito señalado en el rubro anterior y que cubra los promedios señalados.
- Contar con una trayectoria escolar no superior al tiempo que señala el plan de estudios y tener un promedio de 9.5 para el área Ciencias Sociales y de 9 para las áreas de Físico-Matemáticas y Medico-Biológicas.
- Nivel comprobable de dominio del idioma inglés acorde con el MCER igual o superior a B2/C1. Si el candidato tiene un nivel B2 tendrá que llevar un curso de 2 meses de inglés el cual requiere de tiempo completo. Consultar el nivel exacto de inglés requerido en la certificación IELTS académico o TOEFL IBT (TOEFL IBT Special Home Edition) para cada área de estudio en el siguiente enlace.

<https://www.qmul.ac.uk/international-students/englishlanguagerequirements/postgraduateresearch/>

- Contar con título y cédula profesional de nivel licenciatura y de maestría si fuera el caso.\*
- Haber concluido sus estudios al 100 % con fecha máxima al 1 julio de 2021.
- No haber egresado en una fecha anterior al 1 de julio de 2016.
- Carta de intención de estudiar el doctorado en Queen Mary University of London.
- Carta compromiso en la que señale que al regresar a México contribuirá con su conocimiento y experiencia al desarrollo académico, científico y social del IPN y apoyará incentivando donativos hacia la Fundación Politécnico, a fin de continuar con el programa para futuras generaciones.
- Carta de postulación signada por un órgano colegiado y/o el Consejo Técnico Escolar de la unidad donde realizó sus estudios.

Los estudios que se realizarán en Queen Mary University of London son programas de doctorado directo que no requieren estudios de maestría previos. No podrán ser solicitantes quienes ya estén en posesión del grado de doctor.

Las becas se otorgarán por áreas de formación según se indica:

- Tres becas para egresados de las áreas de Ingenierías y multidisciplinarias.
- Una beca para egresados del área Médico Biológica.
- Una beca para egresados del área de Ciencias Sociales y Administrativas.

Consulta los estudios de doctorado que se ofrecen en Queen Mary University of London:

<https://www.qmul.ac.uk/>

## Descripción de la beca

Será una beca de pensión completa. La Universidad Queen Mary cubrirá la colegiatura completa durante los cuatro años. La Fundación Politécnico cubrirá los gastos de manutención del estudiante con un estipendio mensual equivalente al otorgado por el Conacyt para estudios en el extranjero, así como un seguro de gastos médicos; durante los 4 años de estancia en Queen Mary University of London.

\* En caso de no contar con los documentos citados a causa de la contingencia por COVID-19 se podrán recibir más adelante.

**Duración de la beca:** máximo 4 años.

**Fecha estimada de inicio de los estudios:** octubre de 2022.

**Fecha estimada de término de los estudios:** septiembre de 2026.

**Importe de la colegiatura:** colegiatura anual: 29 450 libras.

**¿Qué incluye la beca?** Estipendio económico y matrícula.

**Número de becas ofrecidas:** 5 en total.

**Lugar y fecha de entrega de documentos probatorios:**

Los documentos probatorios conforme a los requisitos listados previamente deben entregarse en formato PDF y remitirse al correo: [seaca@ipn.mx](mailto:seaca@ipn.mx) a partir del día 15 de diciembre y hasta el 30 de abril de 2022.

## Documentos probatorios que deben presentarse conforme a los requisitos de esta convocatoria

- Acta de nacimiento.
- Certificado de estudios de nivel licenciatura y de maestría si fuera el caso..
- Certificado internacional del nivel de dominio del idioma inglés acorde con el MCER igual o superior a B2/C1. Para el nivel exacto de inglés requerido en la certificación IELTS académico o TOEFL IBT (TOEFL IBT Special Home Edition) para cada área de estudio, revisarlo en el siguiente enlace:

<https://www.qmul.ac.uk/international-students/englishlanguagerequirements/postgraduateresearch/>

- Contar con título y cédula profesional de nivel licenciatura y de maestría si fuera el caso.
- Texto libre en el que señale su compromiso de estudiar el doctorado en Queen Mary University of London y su finalidad.
- Carta compromiso de declaración en la que señalen que al regresar a México contribuirán con su conocimiento a las actividades sustantivas del IPN.

## Etapas del proceso de selección

1. Proceso de recepción de documentos de candidatos: del 15 diciembre de 2021 al 30 de abril de 2022.
2. Proceso de evaluación de solicitudes: 1 y 2 de mayo de 2022.
3. Selección de candidatos a través del comité: 9 de mayo de 2022.
4. Notificación de candidatos seleccionados: 14 de mayo de 2022.

## Comité integrante del proceso de selección

Se integrará por parte de la Secretaría Académica un comité de evaluación de candidatos en el que participan evaluadores de las tres instancias: Queen Mary University of London, Fundación Politécnico y el Instituto Politécnico Nacional. El resultado de la evaluación realizada por el comité para la selección de los becarios de las becas de los Principals será con carácter inapelable.

## Consideraciones generales

En caso de ser elegidos, será responsabilidad del alumno el trámite de la visa para Reino Unido, así como los trámites necesarios para su traslado; en caso de no contar con ellos, Queen Mary University of London, el Instituto Politécnico Nacional y Fundación Politécnico A.C. se reservan el derecho de cancelar el apoyo, cuya decisión sería inapelable.



ESTE PROGRAMA ES PÚBLICO, AJENO A CUALQUIER PARTIDO POLÍTICO. QUEDA PROHIBIDO EL USO PARA FINES DISTINTOS A LOS ESTABLECIDOS EN EL PROGRAMA.



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



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



# Maestría en Ciencias en **Sistemas Digitales**

CONVOCATORIA ABIERTA PARA INGRESO EN AGOSTO 2022

Programa acreditado en  
el PNP de CONACYT  
MODALIDAD ESCOLARIZADA

[citedi.mx](http://citedi.mx)



ESTE PROGRAMA ES PÚBLICO, AJENO A CUALQUIER PARTIDO POLÍTICO. QUEDA PROHIBIDO EL USO PARA FINES DISTINTOS A LOS ESTABLECIDOS EN EL PROGRAMA.



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



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



**Instituto Politécnico Nacional**  
**“La Técnica al Servicio de la Patria”**

