



# YPATIA®

Ejemplar gratuito  
Octubre-diciembre de 2024

Núm. 78

ISSN 2007-4735

## Reportaje especial **Agua en Morelos** En busca del equilibrio hídrico

Entrevista al  
Dr. Jaime Arau Roffiel

UAEM-UNAM:  
Reservas energéticas

Chismecito  
bacteriano



**MORELOS**  
LA TIERRA QUE NOS UNE  
GOBIERNO DEL ESTADO  
2024 - 2030

**CCYTEM**  
CONSEJO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
DEL ESTADO DE MORELOS

**MUSEO DE CIENCIAS**  
DIRECCIÓN DEL MUSEO DE CIENCIAS DE MORELOS

**impepac**  
Instituto Morelense  
de Procesos Electorales  
y Participación Ciudadana



## DIRECTORIO

**Margarita González Saravia Calderón**  
Gobernadora Constitucional del Estado de Morelos

**Víctor Sánchez Trujillo**  
Secretario de Desarrollo Económico y del Trabajo

**Jaime Eugenio Arau Roffiel**  
Director General del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos

**Alejandra Ramírez Mendoza**  
Directora del Centro Morelense de Comunicación de la Ciencia

**Coordinación editorial**  
Antimio Cruz

**Corrección de estilo**  
MPE Ana Lourdes Barriga Montoya

**Diseño**  
MPE Ernesto Alonso Navarro

Hypatia, año 23, num. 78, cuarto trimestre de 2024, editado por el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos, calle La Ronda #13, colonia Acatzingo, CP 62440, Cuernavaca, Morelos, México. teléfono (52) 777 3123979, hypatya@morelos.gob.mx www.revistahypatia.morelos.gob.mx

EDITOR RESPONSABLE: Jaime Eugenio Arau Roffiel

Reserva de derechos al uso exclusivo: 04-2018-062008481500-102. ISSN: 2007-4735. Licitud de título y contenido: 15813. Impresa por: Lino Cruz García, calle Tauro #904, colonia Zodiaco, Cuernavaca, Morelos, CP 62380. Este número se terminó de imprimir en diciembre de 2024 con un tiraje de 2 mil ejemplares.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente expresan la postura del editor de la publicación. Se permite la reproducción total o parcial por cualquier sistema o método, incluyendo electrónicos o magnéticos de los contenidos e imágenes, siempre y cuando contenga la cita explícita (fuente) y se notifique al editor.

Hypatia está incluida en el directorio del Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal, Latindex: www.latindex.org y en el sitio de la Sociedad Mexicana para la Divulgación y la Técnica, AC: www.somedicyt.org.mx

La publicación no expide cartas a sus colaboradores. Los textos son responsabilidad directa de quien los firma.



## Hypatia web

Escanea y encuentra todos nuestros números.

Revista Hypatia es una publicación de divulgación científica del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos, organismo descentralizado del Poder Ejecutivo del Estado de Morelos, como parte del proyecto estratégico "Plan Integral de Comunicación y Divulgación de la Ciencia Octubre 2024-Marzo 2025", apoyado por el Instituto Morelense de Procesos Electorales y Participación Ciudadana (IMPEPAC).

## CONTENIDO

3

### Editorial

Margarita González Saravia Calderón

4

### Entrevista: Fortalecer el ecosistema científico de Morelos: Jaime Arau

Staff Hypatia

8

### Agenda de ciencia en 2025

Staff Hypatia

9

### Foto Hypatia: Rana de ojos rojos

Dr. Edgar Neri Castro

10

### Nuestros estudiantes: Inteligencia artificial con ética

Staff Hypatia

12

### Brecha entre productores e investigadores

M. en C. Luis Herrera-Figueroa  
Dr. Francisco Rodríguez-González  
M. en C. Santos Herrera-Cadena  
Dr. Carlos Enrique Ail-Catzim

14

### Desangrando a las garrapatas

Dr. José Hugo Aguilar-Díaz  
Dra. Rosa Estela Quiroz-Castañeda

16

### Reservas energéticas del mañana

Emanuel Navarrete Cabrera  
Dra. Socorro Valdez Rodríguez  
Dr. Tathagata Kar  
Dr. Mohan Kumar Kesarla

20

### Seguridad hídrica en Morelos

Antimio Cruz

24

### Partículas respirables y COVID-19

M. en C. Sofía M. Osuna Uribe  
Dr. Mario A. Murillo Tovar  
M. en C. Jesús Díaz

26

### Transferencia tecnológica desde el INEEL

Ing. Omar Castro Vivas  
Dr. Humberto Jimenez Grajales

28

### Más allá del peso

M. en C. Patricia Álvarez-Ortiz  
Dra. Adriana Morales-Martínez  
Dra. Mirna González-González

30

### Guayaba fresa

M. en C. Lisette M. Ramírez Melo

32

### CICATA-Morelos: del laboratorio al paciente

Dra. Ana C. Alcalá  
M. en C. Omar Olguín  
Dr. Paul Mondragón

36

### El chismecito bacteriano; un diálogo químico

Lic. Kenia E. Morales Morales  
Dr. Randy Ortiz Castro  
Dra. Yoshajandith Aguirre Vidal

# Carta editorial

**E**l verdadero valor de una revista y de cualquier medio de comunicación es la comunidad que construye. Reunir a personas distantes y distintas, a través de ideas, reflexiones y emociones es una tarea muy difícil. Por eso es correcto decir que Morelos tiene un patrimonio valioso en la comunidad de lectoras y lectores que la revista Hypatia ha construido desde hace 24 años, y que no sólo viven en nuestro estado, sino en decenas de países de América Latina, el Caribe, Portugal y España. Para la nueva administración del Gobierno de Morelos la ciencia es una actividad estratégica que une y nos transforma, por eso abrazamos el principio de “Ciencia para todos” y nos esforzamos por llevarla a todos los municipios y a personas de todas las edades.

En esta edición número 78 de Hypatia se presenta como tema central *El agua en Morelos*; un elemento que es la base y sustento de toda forma de vida y cuyo manejo responsable determinará nuestro futuro; además, a través de una entrevista con el Doctor Jaime Aráu Roffilel, nuevo Director del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos, Hypatia informa las tres líneas estratégicas de trabajo fundamentales para los próximos años: vinculación, divulgación y atracción de talento y encuentros científicos. También, en estas páginas se presentan artículos de divulgación científica sobre temas tan diversos como el control de garrapatas, obesidad, almacenamiento de energía, frutos antioxidantes, efectos del COVID y la comunicación entre bacterias; se incluye fotografía científica, entrevistas a estudiantes de ciencias y una reseña del trabajo del centro de investigación CICATA-Morelos, del Instituto Politécnico Nacional.

Esta es nuestra propuesta para mantener unida a la comunidad de mentes curiosas que quiere mirar a la ciencia de Morelos y desde Morelos. Deseamos que esta edición les genere emociones y reflexiones que enriquezcan su vida.

**Margarita González Saravia Calderón**

Gobernadora Constitucional del Estado de Morelos

# Jaime Arau: Vamos a fortalecer el ecosistema científico construido en Morelos durante décadas

**El nuevo director del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos explica tres líneas de trabajo estratégicas para los próximos seis años: vinculación, divulgación y atracción de más encuentros científicos.**

Staff Hypatia

**E**l estado de Morelos tiene una cualidad muy singular que la gente tiene que saber: es la entidad de la República mexicana con más centros de investigación y más científicos por habitante. Aunque el territorio morelense es el segundo más pequeño del país, si se compara su extensión con otros estados, en su espacio geográfico está la sede de más de 40 centros de investigación científica, donde laboran más de 2 mil 500 investigadores profesionales y estudian más de 6 mil 500 mujeres y hombres en programas de maestría y doctorado.

Esta robusta presencia académica genera una importante derrama económica de aproximadamente mil millones de pesos anuales, sólo por la estancia de los estudiantes de posgrado. A lo anterior hay que agregar la contribución de las innovaciones, servicios





tecnológicos, formación de recursos humanos, generación de patentes y fundación de empresas de base tecnológica.

Al iniciar una nueva administración gubernamental en el estado, es importante informar cuáles son las líneas de trabajo estratégicas que adoptará el nuevo equipo, sin dejar de subrayar que el actual ecosistema morelense de ciencia, tecnología e innovación es producto de décadas de trabajo acumulado. Así lo explica, para las lectoras y lectores de Hypatia, el doctor Jaime Eugenio Arau Roffiel, nuevo Director del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos (CCyTEM).

Doctor en Ingeniería Industrial, con especialidad en Electrónica de Potencia, Arau Roffiel ha dedicado 42 años de su vida a la investigación, docencia y transferencia tecnológica en Morelos; primero en el Instituto de Investigaciones Eléctricas (que actualmente es el Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias. INEEL) y después en el Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CENIDET).

**“Una característica muy importante** de nuestro sistema de innovación es que reúne varias condiciones que es difícil generar: hay que tener un gobierno con empatía hacia la ciencia, como ocurre con la nueva Gobernadora Margarita González Saravia; también hay que tener dinero suficiente para invertir, de parte de empresas, gobierno o instituciones educativas; pero además se necesita algo que ya tenemos en Morelos, me refiero a Centros de investigación consolidados. Contar con esa infraestructura y esos recursos humanos toma décadas”, indica el profesor que, antes de asumir su actual cargo, fue Presidente de la Junta de Gobierno de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM).

“El gran reto para Morelos es: ¿Cómo vincular a los Centros de investigación con las problemáticas que tiene el gobierno y con las problemáticas que tiene el sector industrial, de una manera muy especial el sector industrial de base tecnológica?”, dice el director de CCyTEM, quien asumió funciones en octubre de 2024.

Como si se tratara de una carta de presentación o de una explicación general de las acciones que el Consejo de Ciencia impulsará los próximos seis años, el Doctor Jaime Arau Roffiel enlista tres ejes estratégicos:





1) vinculación entre los integrantes del ecosistema de innovación; 2) extensa divulgación de la ciencia y 3) poner a Morelos en la mira como polo nacional y latinoamericano de estudios científicos, congresos y estudios de posgrado.

## Vincular la Pentahélice

El primer eje estratégico de acción del CCyTEM es ayudar para la vinculación efectiva de los miembros de la Pentahélice, que son: la academia, la industria, el gobierno, la sociedad y el medio ambiente.

“En el tema de favorecer la vinculación entre academia e industria han habido muchos esfuerzos a lo largo del tiempo, como las Ferias de vinculación; pero trabajaremos para encontrar soluciones más efectivas e innovadoras que nos permitan conocer muy

bien las necesidades del mercado de innovación y las capacidades de soluciones que existen en el medio académico”, dice Arau, en sus oficinas localizadas en el Parque San Miguel Acapatzingo, en Cuernavaca.

Las tareas de vinculación estarán a cargo de un área del CCyTEM, que es el Centro Morelense de Innovación y Transferencia Tecnológica (CEMITT), encabezado por Patricia Pérez Sabino. Por un lado se trabajará en el desarrollo de herramientas muy innovadoras, como la creación de una nueva plataforma electrónica, robustecida con inteligencia artificial, que funcionará como un espacio virtual para el encuentro entre académicos e industriales, con medidas de seguridad y protección de datos, para que los actores del ecosistema puedan conocer cuáles son los problemas que la industria demanda resolver y cuáles son las investigaciones, servicios tecnológicos o recursos humanos especializados que ofrece la academia.





“Lo que vamos a hacer con la plataforma es facilitar la vinculación y apoyarlos con herramientas de seguridad; por ejemplo, cuando requieran acuerdos de confidencialidad. Esto, a nosotros nos va a aportar mucha información sobre quiénes están interesados en vincularse”, detalla.

Además de esta herramienta digital, el Consejo seguirá con trabajos presenciales de vinculación, como los encuentros de secretarías de gobierno con investigadores y centros de investigación para exponer problemáticas tecnológicas que podrían ayudar a mejorar su trabajo.

## Ciencia para todos

El segundo eje estratégico de trabajo es la divulgación de la ciencia; mediante trabajos que amplíen geográfica y demográficamente el interés de la ciencia, en una población estatal poco superior a los 2 millones de habitantes. Este esfuerzo estará a cargo de otra dependencia del CCyTEM, que es el Centro Morelense de Comunicación de la Ciencia, dirigido por Alejandra Ramírez Mendoza; bajo cuya responsabilidad está el Museo de Ciencias de Morelos, localizado en la capital del estado; el Tráiler de la Ciencia, que visita todos los municipios; las diferentes ferias y actividades científicas

en espacios públicos, como La noche de las estrellas, y herramientas de comunicación como las revistas Hypatia e Hypatia Kids.

“Estaremos haciendo cosas muy interesantes, siguiendo la consigna de la Gobernadora, quien nos pide pensar la “Ciencia para todos”; esto significa llevar el conocimiento a todos los niveles educativos, a todos los lugares del estado, y para todo tipo de personas; vamos a tener actividades para personas con capacidades diferentes para que puedan conocer nuestros proyectos, talleres y salas del museo; vamos a albergar en el Museo el “mercadito con inclusión” y vamos a invitar a toda la sociedad a que venga y nos apoye en llevar la ciencia a más personas”, expone Jaime Arau.

## Capital del turismo científico

El tercer eje estratégico del equipo del CCyTEM será consolidar a Morelos como anfitrión de quienes quieren desarrollar y compartir conocimiento; así como del turismo científico.

“La actividad científica también significa una derrama económica para el estado, en alimentos, servicios, alojamiento, etcétera. Nos visitan y desarrollan estancias de investigación cientos y miles de postgraduados. Todo eso es gracias a la reputación tan alta que tiene buena parte de nuestros centros de investigación, con reconocimiento nacional e incluso internacional. Nosotros queremos seguir apoyando eso. Vamos a tener convocatorias para la organización de eventos académicos; co-financiar parte de la organización de esos eventos académicos y estimular que venga más gente”, agrega.

Cada uno de los ejes tiene diferentes líneas de acción, con el objetivo de fortalecer el ecosistema científico y tecnológico, en beneficio de la sociedad.

“Yo quisiera concluir esta entrevista invitando a los jóvenes a que se den la oportunidad de conocer qué hace un científico. Muchos de ellos están por decidir a qué se quieren dedicar y es importantísimo que sepan lo que Morelos ya tiene y lo que ellos pueden aprovechar. Les diría que se acerquen a una científica o un científico y vean lo que este camino les puede ofrecer”, concluyó. **H**



# AGENDA DE CIENCIA EN 2025

**La ciencia es una fuente de noticias sorprendidas e inesperadas, pero algunos proyectos, encuentros y aniversarios de interés mundial ya cuentan con agenda. Hypatia comparte una selección de ellos.**

## Enero

- Inicia el Año Internacional de la Ciencia y la Tecnología Cuánticas, declarado por la UNESCO, por iniciativa de México.
- Año Internacional de conservación de Glaciares, declarado por la ONU.

## Febrero

- 4 mil científicos de 65 países, de todas las disciplinas, se reúnen en Boston, en la reunión anual de la Asociación Estadounidense para el Avance de la Ciencia (AAAS, por sus siglas en inglés).

## Marzo

- Segunda Conferencia Mundial de la OMS sobre Contaminación del Aire y Salud, en Cartagena, Colombia.
- Simposio Internacional Conexiones para sostener la ciencia en América Latina, Lima, Perú.

## Abril

- Semana de las Ciencias Espaciales, en Washington, Estados Unidos.
- Conferencia Internacional sobre Edición Genética CRISPR y más allá, en Hinxton, Inglaterra.

## Mayo

- Llegada a Venus de la nave Venus Life Finder, en busca de rastros de vida.
- 150 aniversario de la Convención del Metro y la creación del Buró Internacional de Pesos y Medidas.

## Junio

- 40 mil médicos, científicos, pacientes y autoridades se reúnen en Chicago en las sesiones sobre ciencia del cáncer y oncología ASCO2025.
- 350 aniversario del Observatorio Real de Greenwich, precursor del horario internacional.

## Julio

- 14 Conferencia Internacional IAS de Ciencia sobre el VIH/SIDA en Kigali, Ruanda.

## Agosto

- Inauguración oficial del Observatorio Vera C. Rubin, en Chile, con los telescopios más poderosos del hemisferio sur.

## Septiembre

- El XV Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología y Género se celebrará en Montevideo, Uruguay.

## Octubre

- Anuncio de ganadores de Premios Nobel.

## Noviembre

- Cumbre de Cambio Climático COP30 en Brasil.
- 50 aniversario de la entrada en vigor de la Convención contra el Tráfico Ilegal de Flora y Fauna.
- 20 mil cardiólogos, enfermeras e investigadores biomédicos se reunirán en Nueva Orleans en las Sesiones científicas de la Asociación Americana del Corazón.

## Diciembre

- Conferencia Internacional de Ciencias Sociales y Humanidades, en Bali.





Rana de ojos rojos de la especie *Agalichnys callidryas*. Fotografía tomada en vida silvestre, en reserva ecológica La Fortuna, Costa Rica, utilizando un lente macro de 105 milímetros. **Autor: Doctor Edgar Neri Castro.** Investigador por México CONAHCYT, adscrito a la Universidad Juárez del Estado de Durango. Especialista en Toxinología, Herpetología, Inmunología y Bioquímica.

# La inteligencia artificial no solo necesita supervisión técnica, sino ética

**Estudiantes del Instituto Tecnológico de Zacatepec investigan el impacto que tienen los desarrolladores de código y software en el bienestar social y la protección de las personas.**

Staff Hypatia

**C**onocida en diferentes partes de México como “la selva cañera”, la región de Zacatepec, Morelos, es también la sede de una institución de educación superior que, desde 1961, ha aportado graduados de excelencia a las industrias automotriz, química, de alimentos y de telecomunicaciones, entre otras: el Instituto Tecnológico de Zacatepec.

Los jóvenes que acuden a esa casa de estudio realizan investigaciones como parte de su formación. Esos trabajos están vinculados con problemas del presente, que tienen amplio impacto. Un ejemplo son las investigaciones sobre Inteligencia artificial que realizan estudiantes del Noveno semestre de Ingeniería en Sistemas Computacionales, y que exponen para las lectoras y lectores de Hypatia en entrevista:

“Las personas que sí sabemos codificar, tratar con algoritmos y hacer distintos programas de cómputo debemos tener mucha conciencia de los fundamentos de lo que estamos creando, y al mismo tiempo de cómo lo va a usar la gente porque vemos que el mal uso de los programas de inteligencia artificial puede crear dependencia, estrés y problemas de desarrollo académico y personal”, comenta Uriel Hernández Flores, de 22 años de edad, originario de Puente de Ixtla y coautor de la investigación “Riesgos de la IA en el bienestar social”.

Uriel elaboró la investigación junto con su compañera María Guadalupe Hernández Gregorio, de 21 años de edad, originaria de Zumpango del Río, Guerrero, y quien se mudó a Morelos para realizar su carrera de Ingeniería. Ella también argumenta que no se puede ver a la ciencia, la tecnología y la ingeniería sin tomar en cuenta su impacto social y humano.

“Para nuestro trabajo estudiamos muchas fuentes y nos dimos cuenta de que faltan muchos estudios, en







español, sobre el impacto de la Inteligencia Artificial. Nosotros elaboramos una especie de 'estado del arte' sobre esta tecnología y vimos que hay temas que están surgiendo como el tecno-estrés, que hace que muchas personas se preocupen por la posibilidad de perder su trabajo por la Inteligencia Artificial, así como algunos problemas éticos como el caso de programas que se han hecho para prevenir embarazos entre adolescentes, pero al momento de ser aplicados tenían algunos sesgos racistas o clasistas. Eso nos muestra que se tienen que trabajar más temas éticos relacionados con estos programas”, reflexiona y comparte María Guadalupe.

### **Los dos jóvenes trabajaron bajo la orientación de su profesor, el doctor Francisco Javier Cartujano Escobar.**

### **La curiosidad no se acaba**

Tanto María Guadalupe, como Uriel tuvieron que hacer grandes esfuerzos para estudiar una carrera dentro del campo de la Ciencia, la Tecnología y las Ingenierías. Ella tuvo que dejar su hogar, localizado a más de 120 kilómetros del ITZ, y él viaja diariamente 40 kilómetros, de ida y vuelta, para acudir a clases.

“Yo cursé un bachillerato más orientado a contabilidad, que sí me gustaba, pero tenía mucha curiosidad

sobre todo lo que podría hacer si aprendiera herramientas de cómputo. Y la curiosidad no es algo que se pueda parar o que se vaya a acabar”, dice Uriel.

A su vez, María Guadalupe cuenta que ella estudió una Preparatoria sin especialización técnica o científica, pero que hizo un curso de verano en la Facultad de Matemáticas, en Chilpancingo, y ahí empezó a usar computadoras y encontró su vocación.

“Ver cómo otros jóvenes disfrutaban tanto de la tecnología y de la programación, me llamó la atención y por eso entré a estudiar la carrera de Ingeniería en sistemas y me quise venir a Zacatepec porque aquí el nivel académico es alto”, apunta María Guadalupe.

Para estos dos jóvenes, el futuro es un horizonte amplio y un cuaderno en blanco en el que pueden escribir muchas páginas. Los dos desean poder trabajar en su campo, al graduarse.

“Sabemos que la formación no acaba, pues en el campo de la tecnología todos los días hay algo nuevo y hay que seguir aprendiendo”, afirma María. “Deseo ejercer mi carrera cuando termine mis estudios y yo creo que seguiré investigando, aunque sea en mis ratos libres porque siempre hay algo nuevo que me causa curiosidad”, concluye Uriel. **H**



Figura 1. Entrevista realizada a productor morelense que forman parte del “COMUNDER” Tepalcingo, Morelos.

## Productores e investigadores

### Cómo cerramos la brecha entre estos dos grupos en Morelos

M. en C. Luis E. Herrera-Figueroa | lherreraf1700@alumno.ipn.mx

Dr. Francisco Rodríguez-González | frrodriguezg@ipn.mx

M. en C. Santos M. Herrera-Cadena | sherrerac@ipn.mx

Centro de Desarrollo de Productos Bióticos (CeProBi)

Instituto Politécnico Nacional (IPN)

Dr. Carlos Enrique Ail-Catzim | carlos.ail@uabc.edu.mx

Instituto de Ciencias Agrarias (ICA)

Universidad Autónoma de Baja California (UABC)

**L**a brecha que existe entre la comunidad científica y la sociedad en México va más allá de culpar a los investigadores y a las personas que no hacen investigación. En el país, mucha de la población no tiene tiempo para leer documentos relacionados con la ciencia; lo anterior debido a que trabajan un promedio de 48 horas a la semana. Cuando esta población llega a interesarse por la ciencia, leen y consultan revistas de

divulgación científica. También, los requerimientos actuales enfocan a los investigadores a producir artículos científicos, esto los ha alejado de hacer transferencia de tecnología o generar patentes; ya que éstas toman más tiempo y esfuerzo con respecto a la publicación de un artículo científico. Por otro lado, las estrategias que se han implementado por parte de algunas instituciones estatales en los últimos años han permitido impulsar las actividades de promoción y difusión de la propiedad intelectual, esto ha colocado a Morelos entre uno de los primeros estados a nivel nacional con más patentes en materia de tecnología.

### Morelos, tierra donde crecen científicos junto al sorgo y el maíz

En Morelos hay más de 2000 investigadores, de los cuales 901 pertenecen al Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNII). Además, en el estado están establecidos 40 centros de investigación; los





cuales tienen como uno de sus objetivos el contribuir a la solución de problemas nacionales y estatales. Por otra parte, Morelos es un importante productor agrícola, con una superficie sembrada promedio de 89 mil hectáreas, de éstas, uno de los cultivos más importantes es el sorgo.

A pesar de la cantidad de investigadores que trabajan en el estado, el campo morelense se ha visto distante y limitado con la ciencia y tecnología desarrollada por esta comunidad. Entonces, ¿por qué el campo morelense está tan desatendido o apartado de la ciencia?; en el Centro de Desarrollo de Productos Bióticos del Instituto Politécnico Nacional se han desarrollado 14 patentes y 2 modelos de utilidad, de éstas, dos patentes están enfocadas al sector agrícola. De acuerdo con nuestro interés particular por esclarecer el distanciamiento, en el año 2021 se realizaron más de 36 entrevistas, a los principales productores de sorgo y maíz de los municipios de Tepalcingo, Yecapixtla, Puente de Ixtla y Tepoztlán en Morelos (figura 1).

**Del análisis de las entrevistas, se obtuvo que el 71 % de los entrevistados considera que no hay un acercamiento de parte de los investigadores.**

El señor Margarito Gallardo comentó “Es importante que los investigadores se acerquen más a los productores, porque nos hace falta apoyo y la guía de alguien que nos informe”.

Nuestros resultados indican que hay disposición por parte de los productores a prestar sus campos de cultivo para hacer investigación, así como tener reuniones y acercamiento con los investigadores. Esto brinda algunas opciones para acercarse a la sociedad, entre éstas son: redacción de artículos breves, proyectar documentales cortos o comerciales científicos en televisión y en las redes sociales. También, la aplicación de patentes en campo puede ayudar a romper con esta brecha. De cualquier modo, la mejor manera de difundir la ciencia es insistir, seguir publicando en nuestras redes sociales, salir a campo y estar en contacto con las personas. **H**





**Figura 1.** Garrapatas de ganado obtenidas de un bovino infestado, enjuagadas con agua de la llave.

## Chupando sangre a las garrapatas

**Tecnología morelense para obtener hemolinfa puede ser clave para desarrollar una vacuna contra estos parásitos.**

Dr. José Hugo Aguilar-Díaz | [aguilar.hugo@inifap.gob.mx](mailto:aguilar.hugo@inifap.gob.mx)  
 Dra. Rosa Estela Quiroz-Castañeda | [quiroz.rosa@inifap.gob.mx](mailto:quiroz.rosa@inifap.gob.mx)  
 Centro Nacional de Investigaciones Disciplinarias en Salud Animal e Inocuidad  
 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)

**L**a garrapata de ganado es una plaga que representa un serio problema en salud pública humana y animal, ya que se trata de parásitos chupadores de sangre que transmiten varias enfermedades al ganado y al hombre. Actualmente, muchos científicos han estudiado a la garrapata para comprender por qué este parásito es tan resistente a los plaguicidas utilizados para su control. En este sentido, se ha descubierto que la hemolinfa contribuye en gran medida a los procesos desintoxicantes que la garrapata utiliza para sobrevivir.

Pero ¿qué es la hemolinfa?, pues bien, al igual que todos los mamíferos, aves y reptiles, las garrapatas poseen un líquido que fluye en el interior de su cuerpo

transportando nutrientes a todos los órganos para llevar a cabo sus procesos vitales. Así es como la hemolinfa se puede considerar como “la sangre de las garrapatas”.

Por la anterior razón, la hemolinfa es uno de los principales objetos de estudio de este parásito, lo cual, ha obligado a los científicos a implementar nuevas metodologías para su obtención, es decir desarrollar técnicas para “chuparles la sangre a las garrapatas”.

Aunque ya se ha establecido como un objeto de estudio muy importante, el trabajo con la hemolinfa presenta desafíos muy importantes. Debido al tamaño de las garrapatas, de no más de un centímetro y medio, resulta sumamente complicado la extracción del líquido que transporta sus nutrientes, por lo que, el intento para su purificación se ha limitado a la obtención de porciones ínfimas, que ha frenado la velocidad de los avances en las investigaciones científicas a nivel mundial.

Para aportar una posible solución, en nuestro laboratorio hemos diseñado una técnica que nos permite obtener una gran cantidad de sangre de la garrapata. Esta tecnología consta de micro-procedimientos quirúrgicos, es decir, que sólo se pueden llevar a cabo mediante el uso de microscopios, equipo y personal especializado.

De manera interesante, esta tecnología morelense, ha sido muy novedosa y de gran utilidad, ya que ha permitido a diversos científicos en todo el mundo,



realizar numerosas investigaciones para comprender las interacciones biológicas de la garrapata con aquellos parásitos que transmite al ganado, e incluso para conocer su sistema inmune, y así comprender cómo se defiende de sus enemigos naturales.

Adicionalmente, por su eficiencia, esta tecnología ha sido implementada en varios laboratorios mexicanos, tanto de investigación en parasitología y microbiología veterinaria, como laboratorios de diagnóstico, incluso, en otros dedicados al estudio de otros organismos, como el Laboratorio de Nutrigenética y Nutrigenómica del Instituto Nacional de Medicina Genómica (INMEGEN), cuyo propósito es el mejoramiento de abejas productoras de miel para consumo humano.

**Así, conociendo la hemolinfa de las abejas, se podrían desarrollar estrategias para el mejoramiento de la reproducción de especímenes y productos derivados de la apicultura.**

En contraste, esta metodología podría ser utilizada en la obtención de hemolinfa de otros insectos



**Figura 2.** Método de obtención de hemolinfa mediante el uso de equipo de microscopía especializado (“chupando sangre a las garrapatas”). En la última fotografía se observa una gran gota de hemolinfa.

transmisores de enfermedades a humanos y animales con fines científicos. No obstante, al momento es algo que debe ser abordado de manera más profunda. Por otra parte, como decía el antiguo general chino Sun Tzu “si no conoces a tu enemigo, perderás cada batalla”, por esta razón, en conjunto, estos abordajes nos permiten conocer más profundamente a las garrapatas, con el fin de poder desarrollar en un tiempo no muy lejano, una vacuna o algún nuevo fármaco que pueda contribuir al control de estos parásitos, minimizando así los gastos en el control de estas plagas. **H**



# Reservas energéticas del mañana

## El almacenamiento de energía

Emanuel Navarrete Cabrera | emanuelnase@live.com.mx  
 Centro de Investigación en Ciencias-UAEM  
 Dra. Socorro Valdez Rodríguez | svaldez@icf.unam.mx  
 Dr. Tathagata Kar | tathagata@icf.unam.mx  
 Dr. Mohan Kumar Kesarla | mohan@icf.unam.mx  
 Instituto de Ciencias Físicas, UNAM Campus Morelos

**E**l almacenamiento de energía ayuda a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y contribuye a lograr un medio ambiente más limpio. El uso de dispositivos de almacenamiento de energía reduce la quema de combustibles fósiles (gas natural y petróleo) y disminuye la liberación general de gases nocivos como el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) al medio ambiente. Además, las tecnologías de energía renovable como los paneles

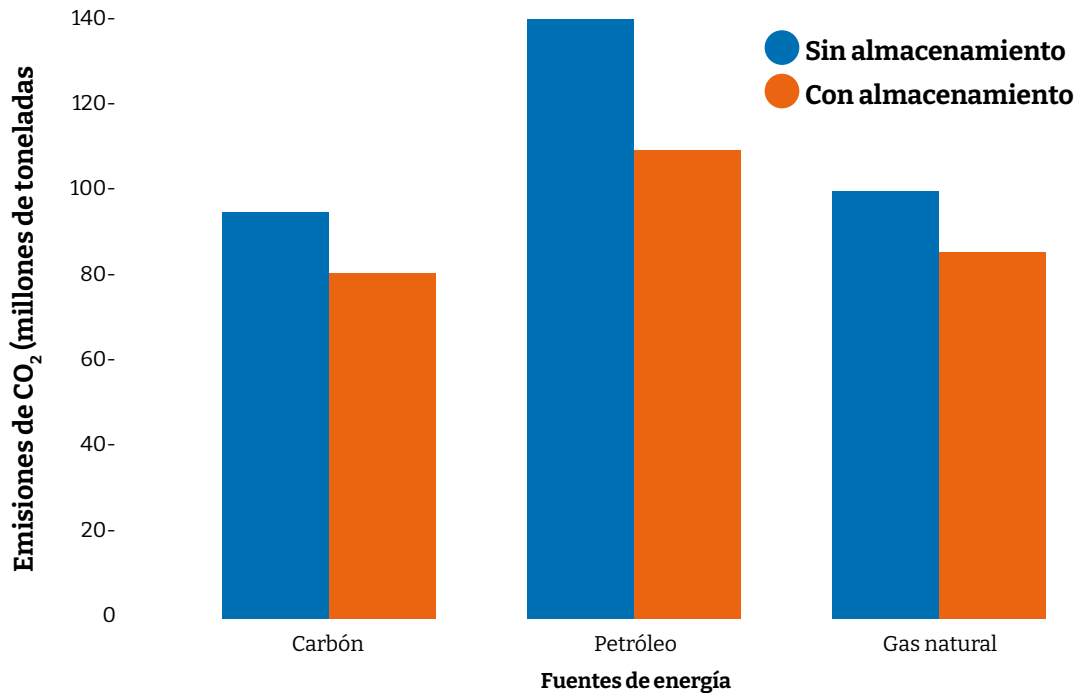
solares, las turbinas eólicas y las centrales hidroeléctricas están equipadas con dispositivos de almacenamiento de energía para su uso, en caso de emergencia. La figura 1 muestra la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> desde diferentes fuentes de energía cuando el almacenamiento de energía se utiliza adecuadamente.

## Almacenando energía

En la actualidad la energía es tan importante como necesaria, esta necesidad nos ha llevado a crear dispositivos útiles para cualquier emergencia eléctrica. ¿Te ha pasado que en algún momento no hay enchufes disponibles para recargar tus dispositivos y están por apagarse? y te salva una batería externa, ¿en la cual se almacenó energía! Esto mismo hacen las centrales eléctricas ante emergencias naturales, por ejemplo.

Imagina por un momento que puedes tener una cierta cantidad de energía en tus manos y deseas conservarla. ¿Dónde la guardarías? bueno probablemente ya lo sepas, hoy en día para el almacenamiento de energía se utilizan las baterías de litio y los supercapacitores.

**Impacto del almacenamiento de energía en emisiones de CO<sub>2</sub> en México**



**Figura 1.** Gráfica de la emisión de CO<sub>2</sub> (en toneladas), comparación entre la presencia y ausencia en el almacenamiento de energía (Fuente: Our World in Data (OWID), Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), International Renewable Energy Agency (IRENA).



Los supercapacitores son dispositivos que combinan las características de las baterías y de los condensadores tradicionales. En los supercapacitores, la energía se almacena electrostáticamente en superficies conductoras de gran superficie, lo que permite cargas y descargas electroquímicas rápidas durante ciclos de trabajo prolongados.

## Aplicaciones tecnológicas emergentes de los supercapacitores:

- 1) **Arrancadores de automóviles:** Proporcionan la energía necesaria para arrancar el motor, especialmente en vehículos híbridos.
- 2) **Electrodomésticos:** Dispositivos como reproductores de música, computadoras, cámaras, etc., lo utilizan para estabilizar el suministro de energía y mejorar la eficiencia operativa.
- 3) **Sistemas de energía renovable:** Se utilizan para estabilizar la energía en sistemas solares y eólicos, permitiendo un suministro más constante y eficiente.

Las baterías son ampliamente utilizadas en una gran mayoría de dispositivos electrónicos como teléfonos celulares, computadoras portátiles, tabletas, entre otros. Las baterías de iones de metal tienen una alta eficiencia para el almacenamiento de energía y como se puede imaginar, las baterías son solo una de las diversas opciones que existen para dicho almacenamiento. Cabe mencionar que existe una amplia investigación en el área de los supercapacitores enfocada en mejorar el rendimiento a partir de nuevos materiales. Los temas de mayor impacto científico son:

### 1. Supercapacitor híbrido:

**Qué es:** Combina características de batería y supercapacitor.

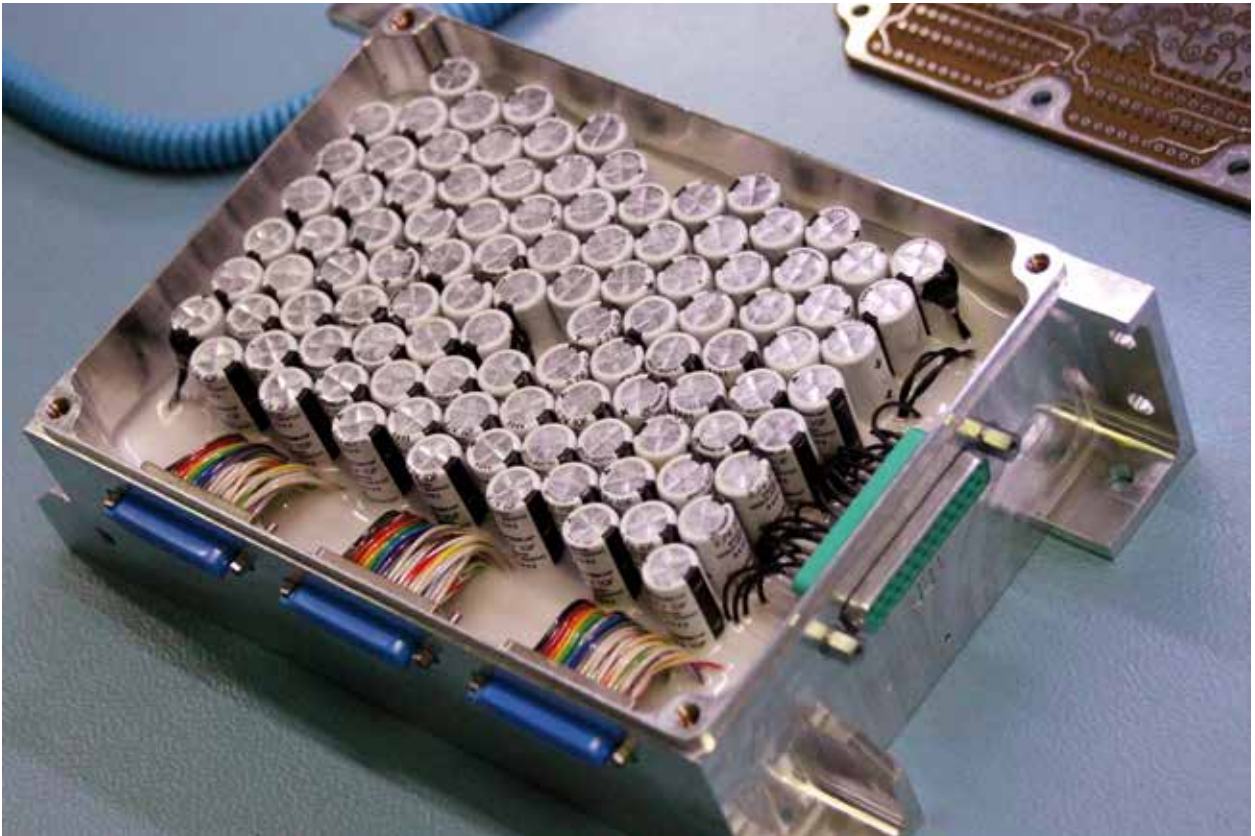
**Beneficio:** Ofrece tanto alta energía como alta potencia, mejorando el almacenamiento de energía.

### 2. Nuevos materiales para electrodos:

**Qué es:** Uso de materiales de carbón derivado de estructuras metal-orgánicas (MOFs) para los electrodos.







**Beneficio:** Mejora tanto la eficiencia como la capacidad de almacenamiento de los supercapacitores.

### 3. Grafeno y Nanotubos de Carbón:

**Qué es:** Utilización de materiales avanzados de carbón.

**Beneficio:** Tienen propiedades eléctricas excepcionales y grandes superficies, lo que aumenta el rendimiento.

En conclusión, el almacenamiento de energía es fundamental para la transición hacia un sistema energético más limpio y sostenible, permite un mayor uso de energías renovables, mejora la eficiencia del sistema energético, y contribuye a mitigar los efectos del cambio climático.

## Nuestro granito de arena

En el Instituto de Ciencias Físicas (ICF) de la UNAM estamos estudiando el almacenamiento de energía basado en supercapacitores a través de diferentes proyectos que utilizan materiales a base de carbón y aluminio. El carbón, por su conductividad y gran área superficial, es un material eficiente para aplicaciones energéticas.

Por otro lado, el aluminio, que encontramos en las latas de refresco y otros productos, podría ser la clave en el almacenamiento de energía, ¿por qué? Porque se ha encontrado que el aluminio presenta un reordenamiento estructural en la organización de sus átomos cuando se le aplica una alta cantidad de energía eléctrica y su densidad energética (kWh/L) es cincuenta veces mejor que las baterías convencionales, a la vez que su energía específica (kWh/kg) es treinta y tres veces mejor que las baterías de los autos eléctricos. El proceso no es sencillo pero una vez resuelto, podría ser un gran avance hacia el almacenamiento de energía electroquímica a través del reciclaje del aluminio.

Así que, mientras bebes tu próximo refresco en lata, y escribes una nota con tu lápiz, recuerda que el aluminio y el carbono en tu mano son el futuro de la energía. En el ICF de la UNAM estamos entusiasmados con el potencial de estos proyectos para transformar la forma en que almacenamos energía electroquímica y brindar nuevas opciones para un futuro más brillante y sustentable.

**¡Estén atentos para más actualizaciones próximamente!**





**MORELOS**

LA TIERRA QUE NOS UNE

GOBIERNO DEL ESTADO  
2024 - 2030

Vamos a  
**sembrar** la  
**paz** en esta tierra  
que nos une





# Agua en Morelos. En busca del equilibrio hídrico

**Científicos explican a Hypatia el diagnóstico, desafíos y oportunidades para que el estado cuente con seguridad hídrica.**

Por Antimio Cruz

**E**s urgente que Morelos recupere el equilibrio entre la cantidad de agua que recibe y la cantidad que consume. Los datos no mienten: desde 1970 el número de habitantes en la entidad creció 226% y la demanda de agua, urbana, agrícola e industrial, aumentó 300%. En contraste, los registros indican que en 50 años las lluvias han disminuido 5%; hay veda para otorgar nuevas concesiones de aguas superficiales y dos de los cuatro acuíferos del estado están sobreexplotados.


El tamaño del problema está claro, pero las estadísticas no deben hacer que los ciudadanos pierdan la esperanza; hay soluciones y no se parte de cero, como indican investigadores y académicos consultados por Hypatia.

Recuperar el balance hídrico en Morelos es un desafío complejo en el que hay que hablar de la creación de áreas naturales municipales para captar agua; ordenamiento de los nuevos asentamientos humanos; tecnificación de pozos; conversión de canales de riego agrícola; inversión para reparación de fugas de agua en redes urbanas; revisión de las tarifas que pagan los usuarios; dejar de colocar personal improvisado en cargos técnicos y crear una verdadera gobernanza.

Una variable adicional que marcará el fracaso o éxito del reto hídrico de Morelos es el tiempo. Las proyecciones, que ya consideran los efectos del cambio climático, indican que la cantidad de agua recibida por lluvias se reducirá otro 7% en los próximos 50 años; la población seguirá creciendo y la infraestructura actual colapsará sin inversiones.







La buena noticia es que hay casos de éxito morelenses que ya son imitados en otras entidades como Zacatecas, Hidalgo y la Ciudad de México, como es la recuperación de Tepalcingo-Axochiapan, que en cinco años se pudo rescatar y llevar de nivel de sobreexplotación a un frágil equilibrio.

Para construir esta mirada panorámica del “estado del arte” del agua en Morelos; Hypatia consultó datos del Servicio Meteorológico Nacional (SMN); la Comisión Nacional del Agua (Conagua); los censos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI); seminarios de El Colegio de México y las opiniones del Doctor Víctor Hugo Flores Armillas, del Centro de Investigaciones Biológicas (CIB), de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), y del Maestro en Ingeniería Juan Carlos Valencia Vargas, profesor en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), consultor y gerente general de la empresa AQUATOR.

### ¿De dónde viene el agua?

El Doctor Víctor Hugo Flores Armillas es Biólogo de la conservación y realiza investigaciones sobre los cuerpos de agua superficiales y su relación con los ecosistemas; tiene en marcha investigaciones sobre las interacciones de las barrancas y realiza divulgación de la ciencia, en Facebook, a través de su cuenta *victor.bios*, donde informa sobre el estado de ríos y lagos.

En entrevista señala que un tema en el que se debe trabajar mucho es en educar a la población y a las autoridades para que entiendan que el agua que se recibe es parte de un ciclo que depende de la salud de los ecosistemas.

“La población da por hecho que el agua va a estar ahí, siempre. Cuando falta agua, se atribuye el problema a cuestiones ajenas a los ecosistemas y la discusión se enfoca en la falta de tuberías o en mal trabajo de las autoridades, pero no se ha educado para que se entienda que hay cuestiones de fondo, pues el caudal de agua disminuye cuando las lluvias disminuyen o cuando los terrenos que deberían estar dedicado a captación de agua son afectados por cambios de usos de suelo, ya sea por crecimiento urbano, deforestación, incendios o uso agrícola”, indica el profesor de la UAEM.





El experto en conservación señala que muchos gobiernos han considerado más fácil invertir dinero en tuberías que en el trabajo difícil que implica la gestión del territorio.

“Los ayuntamientos deberían estar creando áreas naturales protegidas para asegurar su captación de agua y reducir los efectos de las llamadas islas de calor. Aunque sean pequeños espacios, los servicios ambientales que aportan son muy importantes. Además, los ciudadanos deben pensar más en su relación individual con el agua y qué pueden hacer para asegurar que no se desperdicie y se use bien el recurso. Si sienten que solos no pueden hacer mucho, se pueden unir a grupos sociales que ya trabajan en eso”, dice Flores Armillas.

Su planteamiento sobre educar más a ciudadanos y autoridades, así como dedicar más atención a la gestión de territorio y protección de ecosistemas, coincide con otros estudios académicos.

Otro análisis importante sobre la pérdida de equilibrio entre la disponibilidad de agua en Morelos y su

demanda es la proyección hecha por el Seminario de Seguridad Hídrica de El Colegio de México, que señala que debido a la combinación de una expansión urbana desordenada en el norponiente de Morelos, a la que se suman los efectos del cambio climático, la Zona Metropolitana de Cuernavaca tiene menos de una década para frenar el deterioro en la cantidad y calidad del agua disponible.

Esa investigación, dirigida por la Doctora Judith Domínguez, propuso crear un Fondo de Agua para la Zona Metropolitana de Cuernavaca, iniciando en el municipio de Jiutepec.

## Gobernanza y trabajo técnico

El Maestro en Ingeniería Juan Carlos Valencia Vargas es una autoridad en la investigación y análisis de la seguridad hídrica en Morelos; tema en el que ha trabajado más de 30 años. Se desempeñó como Director de la Cuenca del Río Balsas, en la Comisión Nacional del Agua, y explica a Hypatia que Morelos es parte de la región llamada Cuenca alta del Río Balsas.

En entrevista aporta numerosos datos estadísticos y proyecciones. Indica que la tendencia general, a largo plazo, será la reducción de la cantidad de agua por lluvias recibida por el estado. Después informa que el 70% del agua se utiliza para la producción agrícola; el 14% para consumo urbano y 10 % para otros sectores de producción industrial, comercio y servicios.

“Para abordar el tema debemos entender dos conceptos diferentes: la disponibilidad natural, que tiene que ver con la cantidad de agua superficial y subterránea que se recibe por lluvia y por la recarga de los acuíferos; y la disponibilidad administrativa, que tiene que ver con la infraestructura para llevar el agua a la población, donde hay temas de infraestructura, tecnología, fugas y costos”, detalla Valencia Vargas.

El investigador y consultor expone que en Morelos se tienen grandes diferencias regionales en disponibilidad de agua, siendo la región oriente y la región sur la que menos líquido tiene. Es muy diferente la disponibilidad de agua en Cuernavaca, al norponiente del estado, que la que hay en Tepalcingo o Axochiapan, en el suroriente.

“Si hablamos de aguas subterráneas, hay que decir que Morelos tiene 4 acuíferos y dos de ellos ya no pueden dar nuevas concesiones para pozos: el de Cuautla-Yautepec y el de Axochiapan-Tepalcingo; los que todavía tienen un balance positivo son el de Cuernavaca y el de Zacatepec”, dice el también columnista del diario La Jornada Morelos, en temas hídricos.

Como ejemplo de caso de éxito morelense, el Maestro Juan Carlos Valencia cita lo logrado en el acuífero de Axochiapan-Tepalcingo donde se ha hecho un trabajo de muchos años para reducir las pérdidas por fugas, filtración y evaporación en procesos agrícolas, con inversiones para la tecnificación de 50 pozos que generaba 80 % de los impactos en la región. Esto redujo la extracción de agua en un 30% y ha permitido que el acuífero pase de déficit crítico a un punto de equilibrio. Ese trabajo es el que se replica actualmente en Zacatecas, Hidalgo y la capital del país.

“Es muy importante que se tome en cuenta la experiencia técnica para reducir las pérdidas de agua en agricultura, pero también a nivel del uso urbano hay que trabajar mucho e invertir. El 80% de los



responsables de organismos de agua municipales no tenían experiencia previa en el tema al llegar al cargo. Eso debe cambiar. Estamos metidos en un problema de seguridad hídrica y eso puede cambiar porque en Morelos hay gente capaz. Eso es algo que la autoridad debe pensar a profundidad”, concluye el Maestro Valencia Vargas.

Los datos indican que la disponibilidad de agua se reducirá en los próximos 50 años por el cambio climático y que la población aumentará, pero tenemos conocimiento y experiencias exitosas que ponen en nuestras manos la posibilidad de restablecer un equilibrio hídrico que sostenga vida y desarrollo a largo plazo. **H**





Figura 1. Fuentes de emisión de partículas  $PM_{2.5}$  sin y con confinamiento.

# Partículas respirables y COVID-19

## Un experimento de escala mundial

M. en C. Sofía M. Osuna Uribe | [SOF\\_MOU@hotmail.com](mailto:SOF_MOU@hotmail.com)  
 Dr. Mario A. Murillo Tovar | [mario.murillo@uaem.mx](mailto:mario.murillo@uaem.mx)  
 Centro de Investigaciones Químicas  
 Universidad Autónoma del Estado de Morelos, campus Chamilpa  
 M. en C. Jesús Díaz | [jdiaz@ciatej.mx](mailto:jdiaz@ciatej.mx)  
 Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño  
 del Estado de Jalisco

**E**n el año 2020, investigadores de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM) y del Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ) participamos en un experimento a gran escala jamás antes realizado, dedicado al control de emisiones de contaminantes del aire

proveniente de las actividades industriales y de tráfico vehicular. En Cuernavaca, el proyecto se desarrolló a partir del 25 de marzo con un llamado a confinamiento obligatorio. Se suspendieron las actividades no esenciales y se limitó las labores presenciales, para tratar de frenar los contagios por COVID-19.

En el grupo de investigación de Química Analítica Ambiental, Centro de Investigaciones Químicas-IIC-BA-UAEM, junto con otros científicos del planeta, nos preguntamos sobre los posibles efectos que el confinamiento podría tener en la calidad del aire.

Es razonable pensar que si hay menos actividades humanas, las emisiones de contaminantes a la atmósfera disminuyen, y si es así, ese conocimiento podría ser muy útil para proponer acciones que limpien de forma más eficiente y conserven el aire que respiramos.

### ¿Qué son las partículas $PM_{2.5}$ ?

Entre los distintos contaminantes del aire, las partículas  $PM_{2.5}$  –que reciben ese nombre debido a que miden 2.5 o menos micrómetros de diámetro– se consideran como uno de los de mayor riesgo a la salud.

Estas partículas se encuentran suspendidas en el aire de la misma forma que el humo y el polvo. Se ha encontrado que provocan inflamación de las vías respiratorias y tejidos pulmonares.

En casos más severos la presencia de partículas  $PM_{2.5}$  se ha relacionado con agravamiento de asma, reducción de función pulmonar, enfermedades cardíacas y cáncer. Esto se debe principalmente a su tamaño, que es más pequeño que el diámetro de un cabello humano (50-70  $\mu m$ ) o un grano de arena fino (90  $\mu m$ ).

### ¿Cómo se forman?

Las  $PM_{2.5}$ , son emitidas principalmente por fuentes naturales y por actividades humanas. En forma natural llegan al aire por brisas marinas, erupciones volcánicas, incendios forestales, resuspensión eólica y erosión del suelo. En cuanto a las actividades humanas incluyen: el tráfico vehicular, la industria, centrales eléctricas, minería, construcciones, procesos de soldadura. En lo general cualquier combustión, ya sea madera, gas, petróleo o gasolina genera las  $PM_{2.5}$  (figura 1).

### ¿Por qué afectan la salud?

Cuando son respiradas por una persona, las  $PM_{2.5}$  se depositan en los bronquios y alvéolos pulmonares. Desafortunadamente, en esa región del cuerpo humano los mecanismos de desalojo son muy lentos o inexistentes. Esto incrementa la posibilidad de que transfieran sus componentes tóxicos al organismo y provoquen daño. En otros estudios, se ha encontrado que pueden tener repercusiones a escala global, ya que al absorber y dispersar luz solar, puede causar cambios en el clima, modificar la visibilidad y afectar la formación de la lluvia.

### ¿Qué efecto tuvo el confinamiento sobre las partículas $PM_{2.5}$ ?

En el año de pandemia, durante el confinamiento estricto, se observó que las  $PM_{2.5}$  disminuyeron en comparación con las mediciones en el mismo periodo de 2019. El análisis de las concentraciones mostró que la reducción de  $PM_{2.5}$  se debió principalmente a la restricción del tráfico de vehículos (figura 2). Sin embargo, el movimiento de las masas de aire en la Zona Metropolitana de Cuernavaca y la asociación con otros



**Figura 2.** Arriba: calle Guerrero en el centro de Cuernavaca sin confinamiento, Trujillo, 2019; abajo: disminución de tráfico vehicular y movimiento peatonal durante el confinamiento estricto, Flores, 2020.

contaminantes, indican que existe una posible contribución por procesos de combustión en incineradores, instalaciones industriales y por incendios forestales, este último como consecuencia de la temporada seca (marzo - mayo), además de partículas emitidas por erupciones volcánicas desde el Popocatepetl. **H**





## Transferencia tecnológica

### Importancia de las oficinas que realizan esa tarea en un Centro Público de Investigación (CPI).

Ing. Omar Castro Vivas | [omar.castro@ineel.mx](mailto:omar.castro@ineel.mx)  
 Dr. Humberto Raúl Jiménez Grajales | [hrjg@ineel.mx](mailto:hrjg@ineel.mx)  
 Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias (INEEL)

Para aprovechar la energía solar es necesario transformarla en energía eléctrica utilizando paneles fotovoltaicos, que captan la radiación y la transforman en electricidad en beneficio de la sociedad.

### El desarrollo tecnológico en un CPI

Como ocurre con la energía solar, la tecnología de un Centro Público de Investigación (CPI), no puede ser utilizada como se genera; requiere una transformación

para convertir el conocimiento en un bien o servicio útil a la sociedad. Los CPI no fueron diseñados para generar productos o servicios que puedan satisfacer las necesidades de la sociedad, pero sí para crear soluciones a problemas técnicos específicos, asociados a la actividad humana.

Para conocer el avance de un desarrollo tecnológico se utiliza la escala de madurez tecnológica TRL (*Technology Readiness Level*), que se interpreta como el camino para que una tecnología esté disponible al usuario final.

### El nivel 1 representa la etapa conceptual y el nivel 9 significa que la tecnología es una solución comercial.

La tecnología desarrollada en un CPI rara vez alcanzará un TRL de 7, equivalente a “Demostración de sistema o prototipo en un entorno real”, siendo los niveles 4 o 5 los más comunes, que corresponden a “Validación de componentes o prototipo en ambiente de laboratorio” y “Tecnología validada en entorno relevante”, respectivamente.



## La transferencia de la tecnología en un CPI

Conforme avanza el TRL de un desarrollo, las necesidades técnicas y económicas crecen, se requieren mayores capacidades para reproducir en forma controlada las condiciones de un entorno relevante y probar un prototipo; cada falla implica inversión adicional, por lo que es necesario contar con más de un prototipo que permita reproducir los mismos resultados. En éste punto, las necesidades rebasan las capacidades de un CPI y es conveniente buscar un socio con experiencia, capacidad tecnológica y financiera para generar una solución final. Si el desarrollo tecnológico satisface una necesidad, es comercialmente viable y cuenta con propiedad intelectual e industrial, es momento de trasladar la tecnología a un inversionista que la pueda asimilar, reproducir y comercializar.

## Barreras para la transferencia del conocimiento y la tecnología

Una barrera entre el CIP y el inversionista es la confianza, por lo tanto, se requiere hablar el mismo idioma y una buena comunicación, utilizando un vocabulario que todos comprendan. La visión de ambas partes es diferente; mientras que para el CIP y los investigadores la tecnología se encuentra en una fase pre comercial, para el inversionista el camino es largo. Aquí surge la necesidad de un interlocutor que

comprenda la visión de ambos, para establecer un punto de partida común.

El interlocutor debe incrementar la confianza y generar los convenios y acuerdos que den certidumbre jurídica a la transferencia de tecnología; debe tener habilidades de negociación, experiencia en convenios y contratos, normatividad, propiedad intelectual, mercadotecnia, finanzas y contabilidad. Como no es posible reunir todo el conocimiento en una sola persona, se crearon las oficinas de transferencia de tecnología (OTT), integradas por diversos profesionistas que forman un equipo para trasladar la tecnología desarrollada por el CIP a las empresas.

Las OTT requieren el conocimiento tecnológico desarrollado por los CIP como materia prima para subsistir, en donde el conocimiento debe estar respaldado por instrumentos jurídicos de propiedad intelectual tales como patentes, modelos de utilidad, diseños industriales, *software* y secretos industriales; de lo contrario, no podrán conseguir su objetivo.

## Conclusión

Al igual que los paneles fotovoltaicos requieren un inversor que permita transformar y poner a disposición del usuario la energía captada, las tecnologías desarrolladas por los CIP requieren de una OTT que sirva de interlocutor con inversionistas, para que las tecnologías puedan generar el bienestar para el que fueron creadas. **H**



# Más allá del peso

## Pruebas rápidas de alteraciones metabólicas por obesidad.

M. en C. Patricia E. Álvarez-Ortiz | patricia.alvarez@tec.mx  
 Dra. Adriana Morales-Martínez | adriana.moralesm@uaem.edu.mx  
 Dra. Mirna González-González | mirnagonzalez@tec.mx  
 Institute for Obesity Research; Tecnológico de Monterrey

**L**a obesidad no solo se trata de tallas, va más allá del peso. Se define como una enfermedad metabólica compleja que agrava el estado de salud con el paso del tiempo. Además, no distingue entre edad, sexo o cultura. Algunos factores involucrados en el desarrollo de obesidad son: el consumo excesivo de calorías, la falta de actividad física y factores emocionales como el estrés, ansiedad, depresión y falta de sueño. Actualmente, el único indicador de obesidad y sobrepeso reconocido internacionalmente es el cálculo del Índice de Masa Corporal (IMC), que toma en cuenta medidas como peso y estatura. Se clasifica como sobrepeso cuando el IMC está entre 25 y 30 y como obesidad cuando supera 30. Sin embargo, no hay una estrategia que pueda determinar la asociación directa del peso y el IMC con el surgimiento de alteraciones metabólicas.

### Riesgos para la salud

El sobrepeso y la obesidad son estados donde el metabolismo puede estar alterado. Imaginemos el organismo humano como una industria bien organizada, con empleados cumplidores, máquinas eficientes y herramientas adecuadas. El objetivo principal de esta industria es mantener a cada individuo en un estado de salud óptimo. Ahora, el metabolismo actúa como el motor que impulsa esta maquinaria compleja.

Cuando el metabolismo funciona correctamente, los empleados cumplen sus funciones, las máquinas operan sin contratiempos y las herramientas están



disponibles. Sin embargo, cuando el metabolismo se ve alterado pueden surgir problemas de salud. Esta desregulación metabólica puede ser un terreno fértil para el desarrollo de enfermedades como la diabetes, afecciones cardíacas y desequilibrios en los niveles de grasas. Pero, el verdadero problema son los trastornos metabólicos, que pueden afectar incluso a personas con un IMC que se podría considerar “normal”.

### Desórdenes metabólicos en personas con peso normal

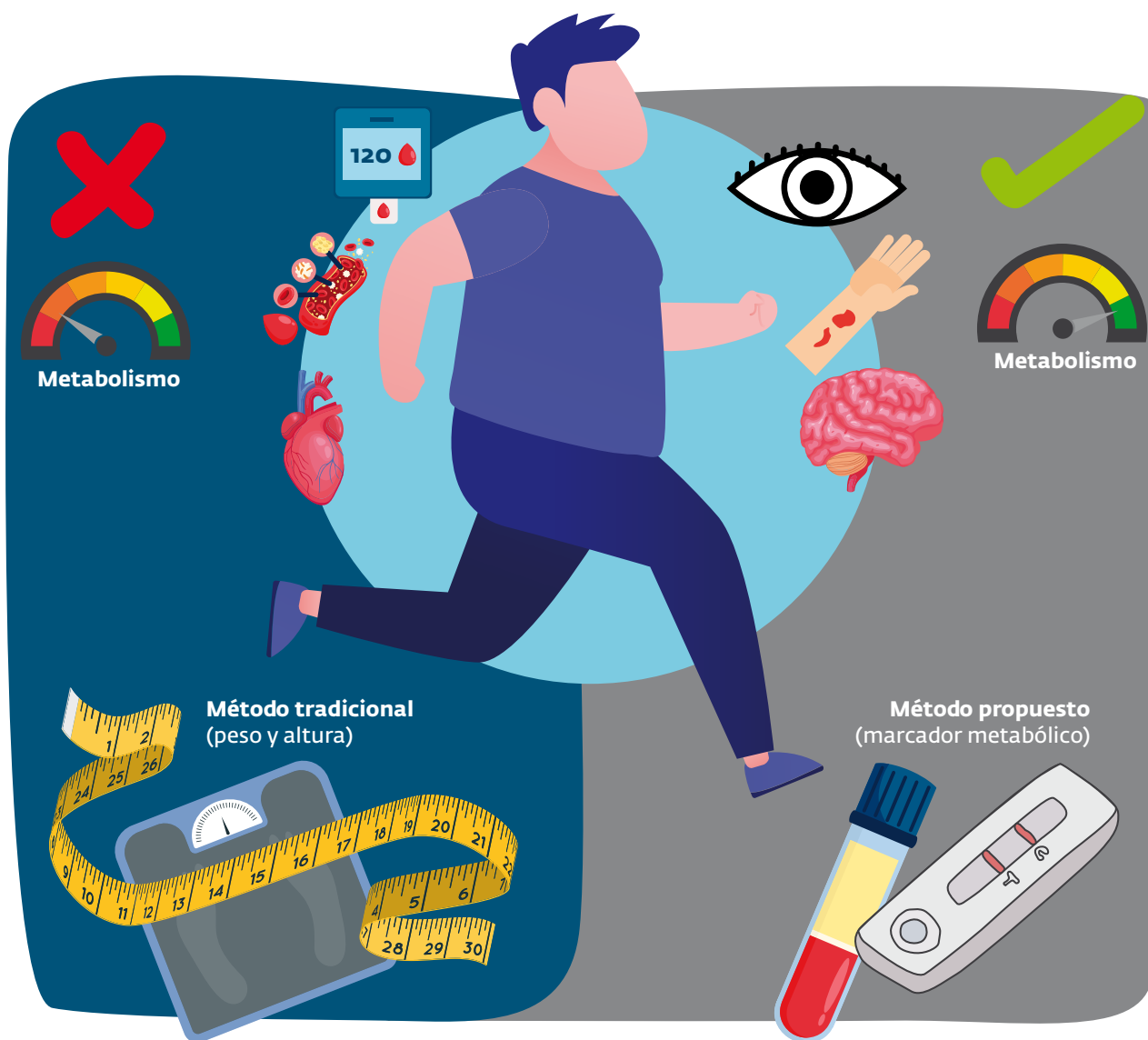
Para identificar estos problemas metabólicos se necesitan pruebas de laboratorio que empleen materiales, equipos y personal especializado; lo que resulta costoso y pueden ser complicadas de llevar hasta lugares de difícil acceso. Por esto, nuevas metodologías para el diagnóstico de enfermedades metabólicas relacionados con obesidad deben ser investigadas y desarrolladas. En México ya se trabaja en el desarrollo e implementación de un nuevo tipo de “pruebas rápidas” y plataformas para diagnóstico de alteraciones metabólicas asociadas a obesidad; más oportunas y de fácil acceso.

Recientemente ha surgido interés por el uso de una nueva herramienta: el Dispositivo de Flujo Lateral (LFA por sus siglas en inglés Lateral Flow Assay). Este dispositivo es muy parecido en diseño y funcionamiento a una prueba rápida para la detección de COVID o a una prueba de embarazo.

El dispositivo de flujo lateral puede realizarse con una cantidad muy pequeña de muestra fuera de un laboratorio, sin necesidad de personal o equipos especializados. Además, los dispositivos son de uso único, son de bajo costo y proporcionan resultados fáciles de entender en un tiempo relativamente corto.

En conclusión, se ha definido que la obesidad puede determinarse con medidas físicas como altura y peso, pero se deja de lado que la obesidad puede existir en personas con peso normal. A pesar de esa confusión,

es importante poder detectar a tiempo, los cambios en el metabolismo con herramientas confiables, rápidas y de bajo costo, como el Dispositivo de Flujo Lateral (LFA), para poder intervenir y prevenir las consecuencias en salud que la obesidad puede desencadenar. En la Unidad de Bioingeniería y Dispositivos Médicos del *Institute for Obesity Research* del Tecnológico de Monterrey, se está desarrollando esta plataforma de diagnóstico, enfocándose en la población mexicana, con el objetivo de contribuir a mejorar su salud y bienestar. **H**



**Figura 1.** Comparación de métodos para la detección de obesidad metabólica. Los métodos convencionales que incluye el índice de masa corporal (IMC, izquierda) no son suficientes para detectar desórdenes metabólicos. Por otro lado, los dispositivos de flujo lateral (LFA, derecha) que identifiquen biomarcadores asociados a enfermedades metabólicas, pueden resultar en una buena alternativa.





Figura 1. Frutos de guayaba fresa (*Psidium cattleianum* Sabine). Ramírez, 2024.

# Guayaba fresa

## ¿Un fruto desconocido con aplicaciones para la salud?

M. en C. Lisette Monsibaez Ramírez Melo | [lisseterm21@gmail.com](mailto:lisseterm21@gmail.com)  
Estudiante del Doctorado en Ciencias de los Alimentos y Salud Humana  
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

**L**a amplia variedad de climas y suelos en México propician el desarrollo de una infinidad de plantas, flores y frutas de todos colores, texturas y sabores. Una de estas frutas que no es tan popular es *Psidium cattleianum* Sabine, comúnmente llamada guayaba fresa (o guayaba china, entre otros nombres). A pesar de ser un fruto

sudamericano nativo de Brasil, en México la podemos encontrar en la Sierra Norte de Puebla e Hidalgo.

En comparación con la guayaba tradicional (*Psidium guajava* L.), la guayaba fresa es más pequeña, llegando a medir hasta 5 cm de diámetro (figura 1); su cáscara es un poco más gruesa y puede ser amarilla o roja, su pulpa es translúcida y su sabor se asemeja al de la fresa (de ahí su nombre). En cuanto a sus semillas, son más grandes y redondas u ovoides (figura 2).

## ¿Qué beneficios tiene su consumo?

En su país de origen, la guayaba fresa ha sido estudiada como fruto entero y también mediante sus fracciones (hojas, cáscara, pulpa y semillas). Dentro de lo que se ha encontrado, destacan los datos de su alto contenido de antioxidantes como la vitamina C y algunas sustancias químicas benéficas llamadas *polifenoles* que le otorgan también color al fruto. En sus

semillas existe una buena cantidad de ácidos grasos poliinsaturados, también llamados “omegas”, esenciales para diversas funciones del cuerpo. A pesar del valor de estos estudios realizados en América del sur es importante conocer la composición de la variedad mexicana, por así llamarla, ya que pueden existir diferencias relacionadas justamente con la zona geográfica donde son cosechadas, así como el suelo, clima, nutrientes de la tierra, etcétera.

Los compuestos que ya se han identificado y que fueron mencionados tienen diversas aplicaciones para la salud, por ejemplo: el consumo del fruto entero ayuda a disminuir los niveles de “colesterol malo” o colesterol LDL (por sus siglas en inglés, colesterol de baja densidad), que es uno de los principales factores para desarrollar alguna enfermedad cardiovascular.

Mientras que los extractos de cáscara, hojas y pulpa de esta guayaba han tenido efectos positivos en estudios de laboratorio en el control de la Diabetes Mellitus (regulando las concentraciones de glucosa), efectos anticancerígenos, antimicrobianos y antiinflamatorios.

Además, los omegas que están presentes en las semillas de la guayaba fresa, en una relación adecuada con el resto de los omegas consumidos en la dieta habitual, pueden disminuir también el riesgo de desarrollar aterosclerosis, hipertensión, entre otras condiciones cardiovasculares.

Se sabe que las mujeres son una de las principales poblaciones de riesgo para el desarrollo de estas enfermedades, debido a que antes, durante y después de la menopausia disminuye la secreción de antioxidantes naturales como los estrógenos, por lo que es de suma importancia el estudio de los cambios y tratamientos en esta etapa de la vida.

En nuestro equipo de trabajo, en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, estamos buscando alternativas naturales usando la guayaba fresa, para poder mejorar la calidad de vida de las mujeres que cursan por este periodo, previniendo o disminuyendo algunos signos característicos de esta fase y con ello el desarrollo de enfermedades.

Es por todo esto que consumir alimentos naturales, puede ayudarnos a prevenir y disminuir los efectos



**Figura 2.** Guayaba fresa en corte longitudinal. Ramírez, 2024.

causados por el desarrollo de enfermedades no transmisibles como las enfermedades cardiovasculares; además, podemos “matar dos pájaros de un tiro”, ya que en nuestro país hay mucho desperdicio de alimentos, principalmente de estos frutos como la guayaba, pues, si no se mantienen en refrigeración o si no se consumen, su vida útil disminuye y todo resulta en merma y desperdicios, con pérdidas económicas.

A pesar de todo lo antes mencionado, es importante no consumirlos como sustituto de ningún tratamiento indicado por el médico, ni abusar de su consumo, porque como dice la frase, y con mucha razón, “todo en exceso es malo”. **H**





# CICATA-Morelos: del laboratorio al paciente

## Cómo se investigan y desarrollan vacunas y medicamentos biotecnológicos en la Unidad del Instituto Politécnico Nacional en Xochitepec, Morelos.

Dra. Ana C. Alcalá | aalcalaa@ipn.mx

M. en C. Omar Olgún | oolguinr@ipn.mx

Dr. Paul Mondragón | pmondragont@ipn.mx

Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada (CICATA), Unidad Morelos

Instituto Politécnico Nacional, Xochitepec, Morelos

**L**os padecimientos que aquejan a la humanidad en el área de salud son tan numerosos como diversos. Sin embargo, las enfermedades infecciosas (causadas por algún agente infeccioso como virus, bacterias, parásitos u hongos) históricamente han jugado un papel protagónico debido a su alto impacto en la salud pública

y al potencial pandémico de éstas. Es por esto, que las principales innovaciones en esta área desde hace 100 años están principalmente enfocadas al combate de este tipo de enfermedades, sin dejar de lado a otro tipo como las enfermedades de origen metabólico (diabetes, hipertensión, obesidad, etc.) o genético (cáncer, hemofilia, etc.). En este sentido, existen dos productos que siguen siendo los más exitosos para este fin, como son: las vacunas y los bioterapéuticos.

En general, las vacunas son preparaciones que estimulan la respuesta inmune del organismo frente a los patógenos causantes de enfermedades y previenen que nos enfermemos o que las enfermedades evolucionen a formas graves. Por otra parte, los bioterapéuticos son sustancias que son extraídas o producidas a partir de una fuente biológica como proteínas recombinantes, anticuerpos monoclonales, células madre, entre otros, y que ayudan a tratar diversas enfermedades o la consecuencia de éstas en el paciente.

Para que la población pueda beneficiarse de vacunas o bioterapéuticos exitosos, deben cumplirse una serie de pasos. El primero, es que exista un conocimiento básico previo de los agentes infecciosos o enfermedad de interés, lo que involucra saber cómo es el agente, en qué organismos y cómo se multiplica, cómo se





contagia, dónde habita e incluso entender cuál es el origen o cuáles son los mecanismos causantes de alguna enfermedad en particular.

**El estudio y generación de este tipo de conocimientos forma parte de un área de la ciencia denominada como “ciencia básica”.**

Una vez que se tiene suficiente información del agente y su biología, así como del origen de una enfermedad, el siguiente paso es desarrollar la estrategia de prevención, detección o tratamiento más adecuados en forma de vacunas o bioterapéuticos. A este último paso, se le conoce como “ciencia aplicada”.

A partir de eventos tan impactantes para la humanidad, como la reciente pandemia de la COVID19, quedó demostrado una vez más que las vacunas siguen siendo la medida de contención más efectiva para el control de enfermedades infecciosas. Asimismo, la capacidad de desarrollar vacunas para nuevos agentes infecciosos se ha incrementado en los últimos años

gracias a la investigación científica continua. Por otra parte, los avances tecnológicos han abierto la vía para una respuesta más rápida, fácil y económica para la producción masiva de vacunas y biotecnológicos en general. A pesar del progreso experimentado en el último siglo en el área, un gran número de enfermedades infecciosas necesitan ser erradicadas, como es el caso de enfermedades virales respiratorias, virus del papiloma humano (VPH), la malaria, VIH/SIDA y la tuberculosis, entre otras, y muchas otras no infecciosas requieren de tratamientos específicos.

**¿Qué es el CICATA Unidad Morelos?**

Ubicado en el municipio de Xochitepec, Morelos, con 28 meses de operación y con una plantilla laboral de 31 personas entre Profesores Investigadores (07), postdoctorantes (02), técnicos académicos (04) y administrativos (18); además de estudiantes de prácticas profesionales de licenciatura del IPN y de otras instituciones (22), el Centro de Investigación de Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada en el estado de



Morelos (CICATA Unidad Morelos), fue concebido para la investigación y desarrollo de vacunas y biotecnológicas de la mano de científicos expertos en el área, y también como una Unidad Académica que contribuye con la formación de nuevas generaciones de científicos altamente calificados en diferentes aspectos de la ciencia aplicada, enfocado en llevar todas las invenciones que surjan desde sus laboratorios hasta sus usuarios finales que son los pacientes.

Por esta razón, está siendo consolidado para que desde el inicio todas sus investigaciones e invenciones sigan y cumplan los estándares más altos de calidad tanto nacionales como internacionales.

Adicionalmente, este Centro de Investigación es una excelente opción para el asesoramiento al sector privado en el área de investigación y desarrollo de vacunas, bioterapéuticos y técnicas diagnósticas.

Asimismo, funge como una de las sedes del posgrado en Ciencia y Tecnología de Vacunas y Bioterapéuticos de los más de 20 Centros de Investigación del Instituto Politécnico Nacional (IPN), por lo que, hasta ahora, ha

recibido a 13 estudiantes de Maestría y dos estudiantes de Doctorado inscritos en este programa.

### ¿Qué líneas de investigación se desarrollan en el CICATA Unidad Morelos?

Sus líneas de investigación se encuentran agrupadas en 5 grandes áreas de la ciencia aplicada enfocada en salud: a) Vacunas, b) Nanobiotecnología, c) Biotecnología, d) Fármacos Biotecnológicos y e) Terapia Celular y Génica. Cada una de estas áreas comprenden subtemas más específicos y se encuentran en constante revisión y actualización.

Igualmente existen otras sublíneas en proceso de incorporación y que pueden ser consultadas directamente con el personal científico del Centro, cuyos contactos se encuentran ubicables en su página web oficial: <https://www.cicatamorelos.ipn.mx>. Además, con la futura incorporación de nuevos investigadores, la oferta de líneas de investigación se hará más extensa y estarán a la disposición de la comunidad interesada





en participar en estas a través de los diferentes programas de la oferta académica del Centro.

Para lograr lo anterior, el CICATA Unidad Morelos cuenta con la infraestructura suficiente en el área de investigación, misma que tiene un diseño innovador, pues los laboratorios están diseñados como un tren de proceso similar al de la industria biotecnológica, lo cual garantiza un seguimiento óptimo al desarrollo de cualquier innovación en el área de vacunas y bioterapéuticos.

En general nos beneficiamos de las vacunas y bioterapéuticos casi sin percibir qué hay detrás de todos estos desarrollos o por quién, cómo y dónde son llevados a cabo, y de cómo es el proceso desde su concepción hasta llegar al paciente. El CICATA Unidad Morelos contribuirá al desarrollo tecnológico en el área de salud en México, lo cual redundará en el fortalecimiento de las capacidades de la región, y sin duda contribuirá con la reducción de la brecha entre la investigación y su beneficio directo en la población.

Finalmente, en el CICATA Unidad Morelos, invitamos a estudiantes y profesionales de todos los niveles de instituciones nacionales e internacionales en carreras afines, así como a empresas del sector público o privado que se alineen con nuestra misión, visión y que se encuentren interesadas en recibir asesorías o el establecimiento de colaboraciones en el área, a

acercarse a nuestras instalaciones y conocer aún más de esta maravillosa propuesta en el área de desarrollo tecnológico y tecnologías aplicadas.

## Referencias:

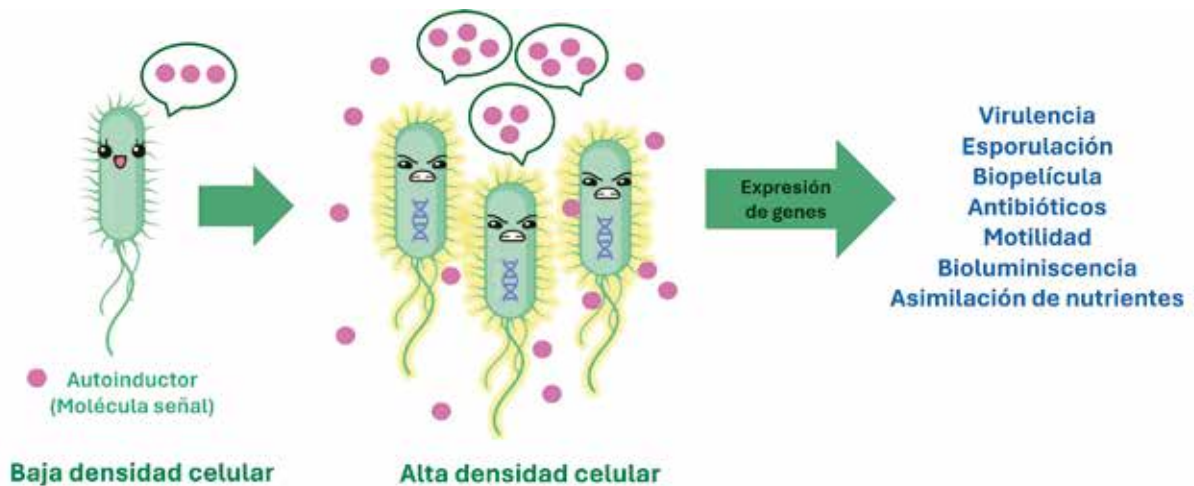
Miladinov, G. 2020. "Socioeconomic development and life expectancy relationship: Evidence from the EU accession candidate countries". *Genus*, 76(1), 1-20. Doi:10.1186/s41118-019-0071-0

INEGI, 2024. <https://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/esperanza.aspx?tema=P#:~:text=En%20M%C3%A9xico%2C%20la%20esperanza%20de,poco%20m%C3%A1s%20de%2075%20a%C3%B1os>.

Willige, A. 2023. "From smallpox to COVID: the medical inventions that have seen off infectious diseases over the past century". *World Economic Forum. Health and Healthcare Systems*. <https://www.weforum.org/stories/2023/05/medical-inventions-infectious-diseasesvaccinations/#:~:text=Polio%20vaccinations%20followed%20during%20the,been%20increasing%20in%20recent%20years>

Johnson DE. 2018. "Biotherapeutics: Challenges and Opportunities for Predictive Toxicology of Monoclonal Antibodies". *Int J Mol Sci*. 21;19(11):3685. Doi: 10.3390/ijms19113685. **H**





**Figura 1.** Quorum sensing. Regulación de la expresión génica bacteriana con relación a su densidad celular. Imagen creada por Kenia Elizabeth Morales Morales en BioRender.

## El chismecito bacteriano; un diálogo químico

### Estudiar su lenguaje ayudará a enfrentar la resistencia a los antibióticos.

Lic. Kenia Elizabeth Morales Morales  
 kenia.morales@posgrado.ecologia.edu.mx  
 Dr. Randy Ortiz Castro | randy.ortiz@inecol.mx  
 Dra. Yoshajandith Aguirre Vidal | yoshajandith.aguirre@inecol.mx  
 Red de Estudios Moleculares Avanzados,  
 Instituto de Ecología A.C. (INECOL)

¿A quién no le gusta platicar con los amigos? Seguramente todos en algún momento hemos “echado chismecito”; es decir, compartido información con otros. Sabemos que “los chismecitos” vuelan, porque cuando hablamos el mismo lenguaje la información se difunde rápidamente, y en poco tiempo ya todas las personas cercanas saben de qué se está hablando. La información difundida puede generar diferentes efectos como sorpresa, alegría o conflicto.

Al igual que nosotros, **las bacterias** actúan como organismos sociales y les gusta “echar chismecito” o llegar a un acuerdo en conjunto con la población bacteriana.

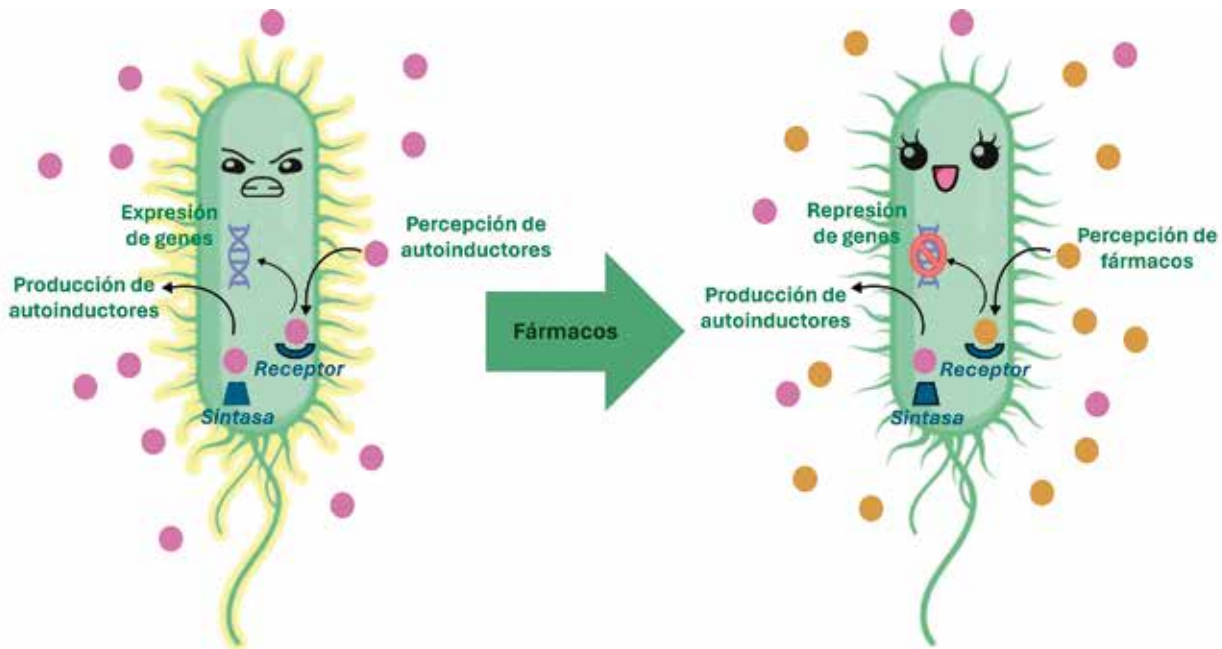
Sin embargo, a diferencia del lenguaje hablado, escrito o por señas que utilizamos entre personas, las bacterias se comunican o interaccionan mediante el uso de moléculas llamadas **autoinductores** o moléculas señales; es decir, que las bacterias tienen un lenguaje químico que les permite llegar a un acuerdo y modular su comportamiento celular.

Interesantemente, la producción de autoinductores varía entre los distintos tipos de microorganismos. Las bacterias Gram positivas generan péptidos como autoinductores, mientras que las bacterias Gram negativas producen acil-homoserina lactonas como moléculas señales para regular su comunicación.

### Percepción del acuerdo

Las infecciones bacterianas pueden iniciarse con un pequeño número de bacterias que se multiplican rápidamente. Conforme aumenta la población bacteriana, la producción de autoinductores también se incrementa. Este proceso continúa hasta que la concentración de autoinductores alcanza una concentración crítica en el medio. Estas moléculas son detectadas por proteínas receptoras en las bacterias, desencadenando una respuesta colectiva similar a un efecto dominó.

La respuesta modifica el comportamiento bacteriano para favorecer su capacidad para adaptarse y sobrevivir en su entorno, llamada *patogenicidad*. Este



**Figura 2.** Acción de fármacos que reprimen expresión génica bacteriana (alternativa al uso de antibióticos). Imagen creada por Kenia Elizabeth Morales Morales en BioRender.

proceso de comunicación química entre bacterias ha sido descrito como “**quorum sensing**” o “percepción del acuerdo” (figura 1).

El *quorum sensing* fue identificado por primera vez en 1970 en la bacteria marina *Vibrio fischeri* que vive mezclada con el calamar hawaiano *Euprymna scolopes*, produciendo una bioluminiscencia que se emite por las noches, y le permite al calamar emplearla como un cebo para atraer a sus presas y obtener alimento. *V. fischeri* ha sido utilizada como una bacteria modelo de estudio para analizar la comunicación bacteriana.

Otra de las bacterias de gran importancia en la salud humana y utilizada como un modelo de estudio es *Pseudomonas aeruginosa*, la cual es una bacteria patógena oportunista que puede provocar infecciones respiratorias, cutáneas y del tracto urinario. *P. aeruginosa* utiliza el sistema de *quorum sensing* como una estrategia de comunicación para modular su patogenicidad y formación de biopelículas que actúan como un escudo frente a los efectos de los antibióticos.

*P. aeruginosa* produce dos autoinductores: N-3-oxododecanoil-L-homoserina lactona (3-oxo-C12-HL) producido por la sintasa LasI y N-butanoil-L-homoserina

lactona (C4-HL) producido por la sintasa RhII, los cuales se unen a los receptores LasR y RhIR, respectivamente, desencadenando la expresión de genes que promueven la patogenicidad de la bacteria (figura 2).

## Antibióticos: los amigos de las bacterias

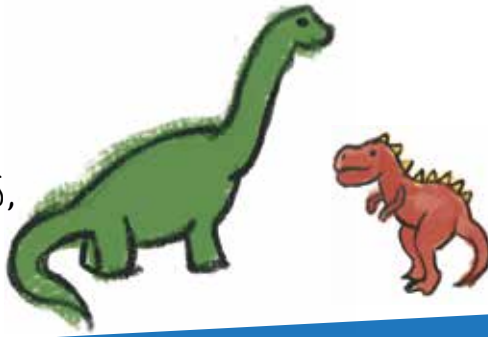
El uso constante y desmedido de antibióticos para el control de enfermedades generadas por bacterias ha originado la **resistencia bacteriana**. Por lo que actualmente, la comunidad científica enfoca sus esfuerzos en la búsqueda de soluciones alternas al uso de antibióticos.

Este desafío implica la necesidad de diseñar o identificar nuevas moléculas que puedan interferir en el *quorum sensing* bacteriano para, de esta manera, regular su patogenicidad y brindar nuevas estrategias en el control de las enfermedades infecciosas

Después de esta información podemos saber que las bacterias al igual que las personas actúan como organismos sociales modulando respuestas en base un diálogo y acuerdos químicos para el desarrollo de actividades. **H**



TE INVITAMOS A LEER HYPATIA KIDS,  
 ¡UNA FORMA DIVERTIDA DE  
 APRENDER CIENCIA!



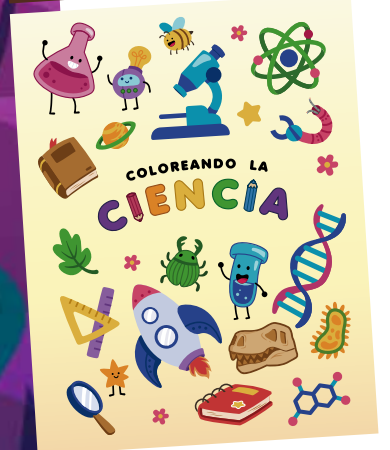
# HYPATIA®

Ejemplar gratuito  
 Núm. 03

kids



## LOS DINOSAURIOS



**ECONOMÍA**  
 SECRETARÍA DE DESARROLLO  
 ECONÓMICO Y DEL TRABAJO

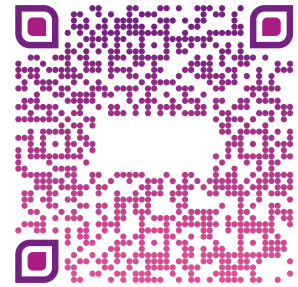
**CCYTEM**  
 CONSEJO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
 DEL ESTADO DE MORELOS

**MUSEO DE CIENCIAS**  
 DIRECCIÓN DEL MUSEO DE CIENCIAS DE MORELOS





Acompáñanos en este recorrido virtual para conocer el **Museo de las Ciencias de Morelos** y visítanos para disfrutar de nuestras instalaciones.



No olvides descargar nuestra aplicación de **realidad aumentada**.





# MUSEO DE CIENCIAS

DIRECCIÓN DEL MUSEO DE CIENCIAS DE MORELOS



## Museo de Ciencias de Morelos

- Martes a viernes de 9:30 a 17:00 horas
- Sábados, domingos y días festivos de 10:00 a 17:00 horas

**Informes:** 7773123979, extensión 8

## Parque San Miguel Acapantzingo

Calle La Ronda #13, colonia Acapantzingo, Cuernavaca, Morelos, CP 62440.



Hypatia en el catálogo de  
**latindex**  
latindex.org

