



# HYPATIA®

ISSN 2007-4735

Ejemplar gratuito  
Abril-junio de 2025  
Núm. 80

**Margarita  
Galeana Torres:**

**“Morelos será el primer estado  
agroecológico de México”**

**TECNOLÓGICO DE ZACATEPEC: LA INTELIGENCIA  
ARTIFICIAL EN EL CAMPO DE MORELOS**

**IIE-INEEL: 50 AÑOS DE INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA  
EN EL SECTOR ENERGÉTICO**

**UAEM: LA MICROGRAVEDAD Y EL  
DESARROLLO BIOFARMACÉUTICO**



**MORELOS**

LA TIERRA QUE NOS UNE  
GOBIERNO DEL ESTADO  
2024 - 2030

**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

**impepac**

Instituto Morelense  
de Procesos Electorales  
y Participación Ciudadana



## DIRECTORIO

**Margarita González Saravía 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

### Consejo Editorial

Mtra. Silvia Patricia Pérez Sabino  
Dr. Armando Arredondo López  
Lic. Susana Ballesteros Carpintero  
Mtro. Martín Bonfil Olivera  
Dra. María Victoria Crespo  
Dr. Humberto Lanz Mendoza  
Dr. Xavier López Medellín  
Dr. Ernesto Márquez Nerey  
Dra. Lorena Noyola Piña  
Dra. Carmen Nina Pastor Colón  
Dr. Juan Manuel Rivas González  
Mtro. Marco Antonio Sánchez Izquierdo  
Dr. David Valenzuela Galván

### Coordinación editorial

Antimio Cruz

### Corrección de estilo

MPE Ana Lourdes Barriga Montoya

### Diseño

MPE Ernesto Alonso Navarro

Hypatia, año 24, num. 8o, segundo trimestre de 2025, editado por el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos, calle La Ronda #13, colonia Acapantzingo, CP 62440, Cuernavaca, Morelos, México. (52) 777 312 3979, [revistahypatia.morelos.gob.mx](mailto:revistahypatia.morelos.gob.mx) / [hypatia@morelos.gob.mx](mailto:hypatia@morelos.gob.mx)

EDITOR RESPONSABLE: JAIME EUGENIO ARAU ROFFIEL

Reserva de derechos al uso exclusivo número:

04-2018-062008481500-102. ISSN: 2007-4735. Licitud de título y contenido: 15813. Impresa por Imprenta Zodiaco, calle Tauro #904, colonia Zodiaco, Cuernavaca, Morelos, CP 62380.

Este número se terminó de imprimir en junio de 2025, 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](http://www.latindex.org) y en el sitio de la Sociedad Mexicana para la Divulgación y la Técnica A.C.: [www.somedyct.org.mx](http://www.somedyct.org.mx)

La publicación no expide cartas a sus colaboradores.



### 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 "Plan Estratégico en Comunicación y Divulgación de la Ciencia Abril 2025-Enero 2026" apoyado por el Instituto Morelense de Procesos Electorales y Participación Ciudadana (IMPEPAC).



## CONTENIDO

3

### Editorial

Dr. Jaime Eugenio Arau Roffiel

4 9

**Entrevista a Margarita Galeana, secretaria de Desarrollo Agropecuario**  
Antimio Cruz

**Foto HYPATIA: Alfarera Ángela Cárdenas Ávila**  
Dolores Parral

10 12

**La humanidad es un simbiote**  
**Entrevista al Dr. Armando Burgos**  
Staff Hypatia

**Entre indígenas y biólogos**  
Biól. Maritzel Rodríguez-García  
Dr. Octavio Iván Martínez Vaca-León  
Dr. Xavier López-Medellín

14 16

**Arroz tipo Morelos, de México para el mundo**  
Dr. Edwin Javier Barrios Gómez  
Dr. Jaime Canul Ku  
Dr. Roberto de la Cruz Díaz Juárez  
Dra. Marianguadalupe Hernández Arenas  
Dra. Sandra Eloísa Rangel Estrada  
Dr. Alejandro Pérez Rosales

**La inteligencia artificial en el campo de Morelos**  
Dr. Jesús Ángel Peña Ramírez  
Dr. Sócrates Espinoza Salgado  
Dr. Erik López García

20 22

**Jitomate nativo mexicano**  
Dr. Jaime Canul Ku  
Dr. Edwin Javier Barrios Gómez  
Dr. Enrique González Pérez  
Dra. Sandra Eloísa Rangel Estrada  
Dr. Eleodoro Hernández Meneses

**Chocolate con hongo y otros productos novedosos**  
Biól. Estefany Sánchez Maldonado  
Dra. Ma. de Lourdes Acosta Urdapilleta

24 26

**Hongos en la fabricación de productos funcionales**  
Biól. Emmanuel Salgado Agüero  
Biól. Evelyn Camacho Hernández  
Dr. Isaac Tello Salgado  
M. en C. Elizur Montiel Arcos  
Dra. Elizabeth Nava García  
Dra. Verónica Núñez Urquiza

**Formación de biopelículas por bacterias probióticas**  
Juan Antonio Rosales Espinosa  
Dra. América Ivette Barrera Molina

28 30

**La microgravedad y el desarrollo biofarmacéutico**  
Dr. Carlos Alberto Tavira Montalvan  
Dra. Angélica Meneses Acosta

**Con matemáticas y experimentos: Itha Sánchez**  
Staff Hypatia

32 36

**IIE-INEEL: 50 años de investigación tecnológica**  
Dr. Víctor Alejandro Salcido González  
Ing. Alfredo Espinosa Reza  
MTI. José Omar García Gallardo

**Detectamos fallas en redes eléctricas en tiempo real**  
Staff Hypatia

38  
**Agenda científica**  
Julio a septiembre



# Carta editorial

**M**orelos busca convertirse en el primer estado agroecológico del país. Para ello, debe alcanzar altos niveles de producción agropecuaria, al mismo tiempo que protege al medio ambiente. Para lograr este objetivo, la ciencia, la tecnología y la innovación serán herramientas estratégicas.

La actual edición de HYPATIA, que coincide con el 24 aniversario de este proyecto de divulgación, aborda la estrategia de transformación agroecológica de Morelos y también enfoca su atención en uno de los centros de investigación más consolidados en materia de investigación aplicada, con sede en el estado: el Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias (INEEL), que en 2025 celebra su 50 aniversario.

Para hablar sobre agroecología, entrevistamos a la secretaria de Desarrollo Agropecuario, la Maestra en Ciencias y Biotecnología, Margarita Galeana Torres, quien informa sobre los convenios con centros de investigación basados en Morelos para aplicar en el campo avances en agronomía, biotecnología, genómica, ingeniería civil, desarrollo de software, inteligencia artificial, manejo de drones, mapeo de suelos fértiles, bancos de germoplasma y capacitación por internet, entre otros.

Además, una serie de artículos de divulgación, incluidos en esta edición 80, abordan temas como el uso de la inteligencia artificial en la agricultura, el mejoramiento de arroz y jitomate, el aprovechamiento de hongos; así como las interacciones entre producción de alimentos y cuidado de los bosques.

La edición se complementa con tres textos sobre aportaciones del INEEL en áreas como la detección de fallas de sistemas eléctricos en tiempo real, y elaboración de normas oficiales en eficiencia energética. Todo esto integra este abanico de textos de divulgación de la ciencia que busca generar en los lectores experiencias interesantes e inspiradoras.

**Dr. Jaime Eugenio Arau Roffiel**

Director General del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos



**Margarita Galeana:**

**Antimio Cruz**

## Morelos será el primer estado agroecológico de México

**Tejemos alianzas en agronomía, biotecnología, genómica, ingeniería, desarrollo de software, mapeo de suelos fértiles, bancos de germoplasma y capacitación por internet, explica la secretaria de Desarrollo Agropecuario.**

**M**orelos busca convertirse en el primer estado agroecológico de México, donde se aprovechen la ciencia y la tecnología para lograr alta productividad de alimentos, al mismo tiempo que se protege al medio ambiente. Un ejemplo de la seriedad de este esfuerzo ha sido la elaboración del primer mapa de fertilidad de suelos, realizado para una entidad de la República mexicana. Esta herramienta se construyó y entregó gracias a un convenio entre el gobierno estatal y el Centro Internacional para el Mejoramiento del Maíz y el Trigo (CIMMYT). En 2025, el mapa ya podrá ser consultado por los productores para tomar decisiones de siembra, por medio de herramientas digitales.

Lo anterior fue explicado para las lectoras y los lectores de HYPATIA por la secretaria de Desarrollo Agropecuario de Morelos, Margarita Galeana Torres, quien detalló que desde octubre de 2024 se han buscado alianzas con todas las instituciones científicas



y tecnológicas que hay en el estado y que tienen relación con el campo, para poder aplicar en las parcelas sus conocimientos e innovaciones.

La lista de centros de investigación que se han sumado o mostrado interés en el proyecto es amplia y está en crecimiento. Además de la sede del CIMMYT en Tlaltizapán, Morelos, también se promueven convenios y alianzas con la Facultad de Ciencias Agropecuarias, la Facultad de Ciencias Biológicas, el Centro de Investigaciones Biológicas (CIB) y el Centro de Investigación en Biotecnología (CEIB), de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM); así como con el Instituto de Biotecnología (IBT) y el Centro de Ciencias Genómicas (CCG) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), en Cuernavaca; el Centro de Productos Bióticos (Ceprobi), del Instituto Politécnico Nacional (IPN), en Yautepec; el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), en Zacatepec; la Universidad Tecnológica del Sur del Estado de Morelos (UTSEM), en Puente de Ixtla; el Instituto Tecnológico de Zacatepec (ITZ) y la Universidad Politécnica del Estado de Morelos (Upemor), en Jiutepec.

Cada una de esas instituciones tiene investigadores, alumnos, estudios e infraestructura que puede beneficiar al campo desde disciplinas diferentes como agronomía, biotecnología, genómica, ingeniería civil, desarrollo de software, inteligencia artificial, manejo de drones, mapeo de suelos fértiles, bancos de germoplasma y capacitación por internet, entre otros.

Como parte de la estrategia, el 8 de mayo de 2025, la gobernadora Margarita González Saravia encabezó el

Primer Encuentro de Morelos en Transición Agroecológica, que definió como el inicio de una transformación profunda en la manera de cultivar, alimentarse y vivir en equilibrio con la naturaleza.

Ese día se anunció la creación del Consejo Agroecológico del Estado de Morelos, integrado por instituciones académicas, organizaciones civiles, autoridades y productores, para dar seguimiento y permanencia a las prácticas sustentables.

González Saravia ilustró la importancia del trabajo que han puesto en marcha al detallar que mientras gobiernos anteriores destinaban apenas 80 millones de pesos al desarrollo rural y soberanía alimentaria, su gobierno invertirá 700 millones de pesos.

—¿Qué lugar ocupan, en el abordaje de los problemas del sector agropecuario de Morelos, la ciencia y la tecnología? Se le pregunta a Margarita Galeana, quien es Ingeniera en Acuicultura, egresada del Instituto Tecnológico del Mar en Boca del Río, Veracruz, y Maestra en Ciencias y Biotecnología, por la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM).

— Nosotros elaboramos un plan de trabajo con siete ejes principales, y uno de ellos es capacitación y transferencia de tecnología. Es un tema transversal que abarca a todas las áreas de agricultura, ganadería y acuicultura.

Entonces, hemos tratado de vincularnos, pues siendo Morelos uno de los principales estados, con más de 40 centros científicos y que mayor cantidad de investigación genera, pues no podemos dejar el campo de lado.



Uno de los primeros acuerdos que hicimos fue con el CIMMYT. Se hizo el mapeo de fertilidad de suelos de todo el estado, para que los productores lo apliquen y mejoren su rentabilidad y rendimiento en cultivos.

Pero esto no termina con tener mapas de fertilidad. Vamos a hacer un gran plan de trabajo, para que esa tecnología se pueda transferir al productor y se puedan establecer en campo parcelas demostrativas.

Además, estamos llevando a cabo otros trabajos con centros científicos, como con el CEIB, de la UAEM, para hacer un laboratorio que produzca microorganismos benéficos para la agricultura como *Trichoderma* (género de hongos que protege a varios cultivos) o *Beauveria* (que es un hongo usado para controlar algunas plagas de insectos porque es entomopatógeno); o algún consorcio de microorganismos u hongos que pudiéramos estar utilizando también en campo.

Con otro centro, el CIB de la UAEM, vamos a trabajar un tema de extracción de aceites, a partir de plantas, y además estamos trabajando el tema de producción de hongos comestibles y medicinales. Lo que me gusta mucho de ese proyecto es que no sólo va enfocado a la producción sino también incluye temas sociales, como es lograr posicionar una ruta agroturística del



hongo en algunas regiones que ya han empezado a trabajar. Estamos colaborando también con el Instituto de Biotecnología (IBt), que pertenece a la UNAM, para impulsar un producto que se llama *Fungifree*, que controla las enfermedades de hongos en diferentes cultivos. Éste fue elaborado justamente en las instalaciones del IBt; es un producto desarrollado por personas morelenses; desarrollado en instalaciones que están aquí en Morelos.

Estamos platicando también con el Centro de Ciencias Genómicas, con la Facultad de Ciencias Agropecuarias, con la UTSEM, con el Tecnológico de Zacatepec. Con muchas instituciones científicas presentes en la entidad.

— ¿En Morelos estamos lejos de aplicar tecnologías más electrónicas o de cómputo para resolver los problemas del campo?

- No estamos lejos. Ahora prácticamente todos traemos con nosotros un teléfono celular y usamos aplicaciones ¿Por qué no usarlo en beneficio del campo?

Ahora, en el encuentro que tuvimos de agroecología, en la Upemor, les mostramos brevemente en la pantalla lo que estamos haciendo sobre el tema de suelos



y la posibilidad de tener en una sola pantalla información de todo el estado. Nosotros queremos que los productores manejen esas herramientas en la palma de su mano y que se utilice también la inteligencia artificial para que al productor le puedan llegar todos los consejos, recomendaciones, etcétera.

Entonces, nosotros estamos preparando esa plataforma. Ya hicimos la primera demostración y lo siguiente es pasarla al teléfono y que desde el teléfono ellos puedan estar consultando.

**Para nosotros también el tema de drones es esencial porque les ahorra tiempo, les ahorra costos, mano de obra y les ahorra agua.**

Otra tecnología que nosotros queremos usar son los sistemas de riego inteligentes. En caña tenemos 15 hectáreas establecidas, en el municipio de Mazatepec, con productores operantes, con sistemas de riego por goteo. Entonces, ahí, acabamos de ir a revisar y están saludables, están amacollando. Ahí, ese sistema de riegos también les ahorra otro tipo de costos porque vierten sus insumos en su tina y ahí les pasan, por goteo, todos los nutrientes a las cañas.

Y en todos esos cálculos, de sistemas de riego, pues entra la Ingeniería. Entonces, para nosotros es muy importante, ahora que ya platicamos con el Tecnológico de Zacatepec, poder implementar esto en campo.

— *¿Cómo puede Morelos aprovechar los bancos de germoplasma y semillas para los diferentes cultivos que se han hecho aquí a lo largo de 50 o 60 años?*

— Ese también es un tema muy importante. Morelos ha decidido decirle “no” a los transgénicos, y con este tema, de Morelos en transición agroecológica, ¿a dónde debemos recurrir? Pues al germoplasma que ya tenemos.

Con el INIFAP vamos a trabajar el tema de la semilla de arroz, en este ciclo productivo, para que así ese paquete vaya acompañado. Y también en el tema de semillas, estamos trabajando con el CIMMYT el tema de semillas de maíz, porque ellos tienen un banco de germoplasma bárbaro. Además, hay que informar a las personas sobre el valor de la semilla que se encargan de recolectar nuestros productores. En el estado de Morelos tenemos 17 razas de semillas de maíz nativo. Esto significa que más del 25 por ciento de todas las semillas que existen en el país están representadas aquí.

## ENTREVISTA

Entonces, se vuelve primordial trabajar en un programa especial de maíces nativos y justamente con el CIMMyT queremos hacer ese programa. Ver que esas semillas sean resguardadas en ese banco de germoplasma. Sabemos que los productores ya lo hacen de manera ancestral y tenemos bancos comunitarios de semillas, que se pueden proteger y mejorar en coordinación con la Secretaría de Agricultura.

Por otra parte, en el estado tenemos dos muy buenas productoras de semillas. Sabemos que la mayor parte de las productoras son transnacionales, pero aquí tenemos Proasol y El Caudillo, que son morelenses. Entonces, nos gustaría que se fortalezcan porque ellos



producen sus propias variedades, las venden y son un orgullo para el estado de Morelos.

– *La última pregunta se refiere a un problema muy complejo: la comercialización de productos del campo ¿Han pensado en usar ciencia y tecnología para ayudar a la comercialización?*

– Uno de nuestros ejes es la comercialización. Sabemos que el tema del mercado es muy complicado porque los precios varían y hay que estar siempre muy alerta. Entonces, nosotros sí estamos pensando en elaborar una plataforma para que ellos puedan comercializar, y esto es de manera estatal, por iniciativa de la gobernadora, a quien le interesa mucho la inclusión de los productores. Por ello queremos una plataforma donde haya vendedores y compradores.

Estos son unos ejemplos del trabajo que estamos haciendo, pero tenemos trabajo con más instituciones. Asimismo, tenemos un programa de capacitación permanente, en el que cada 15 días estamos dando pláticas y conferencias de temas de interés, pero que son transmitidas a través de Facebook y Google Meet.

Esto también es parte de una alianza con la academia, porque participan investigadores que no cobran por compartir sus conocimientos. Eso lo quiero subrayar, porque ellos nos están dando parte de su tiempo. Este es nuestro Programa de Seminarios. **H**





*Alfarera Ángela Cárdenas Ávila. Plata sobre gelatina; tomada en Tlayacapan en el taller de la familia Tlacomulco. Obra a cargo de Dolores Parral, fotógrafo egresado de la Universidad del Valle de México.*

# La humanidad es un *simbionte*: al dañar la naturaleza se daña a sí misma

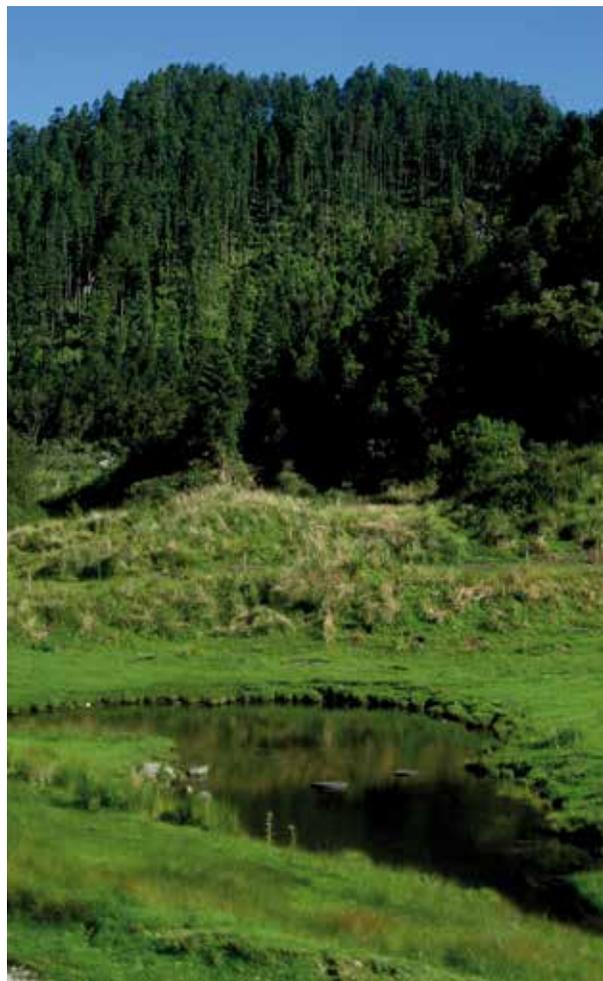
Ganador del Premio Estatal al Mérito Forestal 2025, el Doctor Armando Burgos, del CIB-UAEM, habla sobre las interacciones indisolubles entre las personas y los ecosistemas.

Staff Hypatia

Pocas personas imaginarían que un joven nacido en Cuernavaca, y que vivió en la Calle Zarco, del centro histórico, habría sido capaz de descubrir “un insecto desconocido para la ciencia”. Pero, además, la especie colectada por ese mexicano vivía en un tabachín muerto, en su propia casa. Gracias a que en ese momento el joven estudiaba en la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), su hallazgo fue validado académicamente por el Colegio de Posgraduados, en México, y por la Universidad de Utah, en Estados Unidos. El insecto fue llamado *Micracis burgosi*.

Ese es solo un breve capítulo del largo y emocionante recorrido biográfico y científico del doctor Armando Burgos Solorio; biólogo experto en interacciones entre insectos y árboles; autor de más de 31 hallazgos de especies; profesor de cientos de estudiantes universitarios; líder en la colecta de miles de insectos en ecosistemas de México, Sudáfrica y Australia, y Ganador del Premio Estatal al Mérito Forestal 2025, que entrega el Congreso del Estado de Morelos.

“La madre de todas las palabras es la responsabilidad”, dice el Doctor Burgos en entrevista para las lectoras y lectores de HYPATIA. “Cuando yo llevo a estudiantes a ecosistemas prístinos, como en los proyectos recientes que hicimos en la Selva Lacandona de Chiapas, lo



hago para que entiendan el valor y la importancia de lo que hay ahí, y para que sepan cuáles efectos tendrán sus decisiones el día que lleguen a ocupar un cargo en el que tomen decisiones sobre el futuro de los ecosistemas”.

Nacido en 1958; estudiante de la Primaria Evolución, de la Secundaria Froylán Parroquín y de la Preparatoria 1 de la UAEM; el Doctor Armando Burgos ha recorrido México, de punta a punta, investigando y colectando insectos que interactúan con los árboles, algunos de ellos establecen relaciones saludables y de beneficio mutuo y otros dañan a los árboles. En Biología, esas relaciones estrechas entre seres vivos se llaman *simbiosis*, y cada participante es un *simbionte*.

“Por eso yo digo que la humanidad es un simbionte, pues su existencia y su supervivencia depende de la naturaleza. Al dañar a la naturaleza, la humanidad se daña a sí misma”, subraya el investigador que

actualmente es responsable del Laboratorio de Parasitología Vegetal del Centro de Investigaciones Biológicas (CIB), de la UAEM.

“La clave del éxito en la Biología es ser perseverante. La vida te va poniendo enfrente situaciones adversas para aprender, pero no debemos extraviarnos, tenemos que recordar siempre los valores que nos hicieron dedicarnos a esta profesión; porque si perdemos esos valores, no se puede ejercer la responsabilidad. En mi caso, puedo decir que la perseverancia y la responsabilidad es lo que está en mis manos y el éxito y el dinero han venido solos. Yo no vivo en la abundancia, pero sí tengo una vida confortable con mi familia”, indica el hombre que a los seis años recibió como regalo de sus padres un microscopio de juguete y que amaba ir a Tetela del Monte o a la barranca de Amanalco a coleccionar agua, hojas o insectos para verlos ampliados.

En uno de sus proyectos de trabajo más recientes, en la Laguna de Metzabok, Chiapas, que es el último refugio de la selva alta perennifolia en México, Armando Burgos y sus compañeros registraron más de 180 especies de insectos, muchas de ellas nuevas para la ciencia. Antes, en Morelos, el Doctor había hecho una larga investigación sobre la diversidad de escarabajos descortezadores en la Sierra de Huautla.

Hacer una lista de los artículos, conferencias, reportes, entrevistas y otras aportaciones de este biólogo excedería este espacio. Pero él prefiere y opta por hacer un nuevo llamado a la responsabilidad que cada persona en Morelos tiene con sus ecosistemas.

“Miramos lo que nos rodea como cosas inertes: desde las piedras hasta los bosques, pero en cada una ocurren procesos de vida. Si el bosque es dañado por incendios, tala clandestina y cambios de uso de suelo, está debilitado y es más vulnerable a enfermedades y plagas; igual que una persona debilitada se enferma más. Ese cambio en la mirada es lo que busco que tenga la gente y, como dije, que entienda que la madre de todas las palabras es la responsabilidad”. **H**





Figura 2. Taller con los habitantes de Fresno Nichi. Foto: Iván Martínez Vaca.

## Entre indígenas y biólogos; un muestreo biológico compartido

**La integración del conocimiento de los pueblos originarios y de los científicos fortalece los proyectos de conservación, como muestra un ejemplo en comunidades mazahuas.**

Biól. Maritzel Rodríguez-García | [maritzel2030@gmail.com](mailto:maritzel2030@gmail.com)  
Dr. Octavio Iván Martínez Vaca-León | [omartinezvacal@uaemex.mx](mailto:omartinezvacal@uaemex.mx)  
Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de México, campus El Cerrillo  
Dr. Xavier López-Medellín | [xlmedellin@uaem.mx](mailto:xlmedellin@uaem.mx)  
Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación, Universidad Autónoma del Estado de Morelos

**E**n una ocasión estaba leyendo un artículo en el que unos científicos en India compararon los resultados de sus muestreos de aves con el conocimiento de la comunidad indígena Lepcha y resultaron bastante similares. Yo soy parte de la comunidad indígena mazahua y acabo de terminar mi licenciatura en biología. Como trabajo de tesis decidí investigar la fauna de mamíferos del cerro “El Tigre” de Fresno Nichi, en San Felipe del Progreso, Estado de México, que es de donde yo soy, una comunidad que está rodeada de bosques de pino y encino. Pero después de leer ese artículo, quise preguntar a otros miembros de la comunidad indígena de la zona, sus conocimientos sobre estos animales y ver si así podía, como los investigadores en India, complementar los resultados de mi investigación.

El conocimiento, las perspectivas y percepciones, tanto de los biólogos como de los indígenas respecto a la naturaleza, pueden llegar a ser diferentes, y la integración de estos contrastes pueden complementar y ampliar la información. Los biólogos tenemos la posibilidad de adquirir conocimientos sobre la naturaleza en las universidades y nos encanta estudiar la vida, tenemos la

teoría. Los indígenas los adquieren viviendo día a día en un entorno rodeado de vida silvestre, y por depender de su aprovechamiento para cubrir varias de sus necesidades, ellos tienen la práctica. Con este trabajo quisimos juntar ambos conocimientos: el que se adquiere por teoría y el que es por práctica, para obtener la riqueza de mamíferos en la zona y evaluar la importancia de la colaboración entre la gente de campo y los biólogos.

Por un lado, utilizamos técnicas de muestreo y captura de fauna silvestre, como poner trampas, redes y buscar rastros como huellas, pelos o excretas. Por otro lado, hicimos una encuesta que acompañamos con un catálogo con fotografías de los diferentes animales, para analizar el conocimiento, percepción y uso mazahua sobre estos animales: si utilizan alguna parte del animal para comer o como medicina, si les causan algún daño, etcétera.

Con los muestreos biológicos, se encontraron 17 especies de mamíferos silvestres en Fresno Nichi, principalmente roedores como ratones, conejos y tuzas, murciélagos y algunos carnívoros como el cacomixtle, el mapache y el coyote (figura 1). Obtuvimos 8 nuevos registros para la zona de San Felipe del Progreso, comparado con estudios que se hicieron en 2004. Por su parte, los habitantes de la zona identificaron fotográficamente 12 especies de mamíferos, que representa 70 % de lo de nuestros muestreos, y también mencionaron dos especies que nosotros no encontramos: la zorra y el tejón (figura 2). Seguramente nos faltó tiempo de muestreo para encontrarlos o quizá sean especies que ya se hayan desplazado a otras zonas de vegetación. Como quiera que sea, el dato es un indicio para continuar investigando el área de estudio.

Este estudio nos indica cómo el conocimiento tradicional de los mazahuas puede ser complementario para la investigación científica y puede dar información muy valiosa para hacer estrategias conjuntas a favor de la conservación de la biodiversidad del entorno, pues sus medios de vida, los desarrollan muy de cerca y en contacto con la naturaleza.

Las etnias antiguas pensaban que lo sagrado puede aparecer en cualquier forma en la naturaleza, por lo que las plantas y los animales ocupan un sitio importante en su simbología. Casi todas las personas que

entrevistamos dijeron que los animales son buenos, pues de ellos obtienen alimento, medicina o que cazan otros animales que pueden dañar sus cosechas, como la comadreja que se come los ratones y así “limpian su casa”.

Los mazahuas, al igual que otras etnias, resguardan mucha información sobre sus usos y costumbres, y a pesar de la transición a la modernidad y a la reestructuración cultural que están experimentando, es importante rescatar y documentar el conocimiento que aún se mantiene y resguarda en las comunidades indígenas de México.

San Felipe del Progreso se considera un municipio con altos niveles de pobreza, por lo que muchos de sus habitantes tienen que migrar en busca de mejores oportunidades. Eso hace que se pierdan muchas de sus costumbres y que no se transmita el conocimiento tradicional entre generaciones. Probablemente en un par de décadas se pierdan las generaciones que aún tienen este conocimiento. Por ello consideramos muy importante implementar estrategias de educación ambiental a largo plazo en las comunidades mazahua, para incrementar el conocimiento de su entorno ambiental y así favorecer actitudes positivas que ayuden en la conservación de su biodiversidad. **H**



**Figura 1.** Cacomixtle capturado en una trampa tipo Tomahawk. Foto: Iván Martínez Vaca.

# Arroz tipo Morelos, de Morelos para México y el mundo

**En México, el promedio de producción de arroz es 6.5 toneladas por hectárea; en Morelos se cosechan 10 toneladas por hectárea.**

Dr. Edwin Javier Barrios Gómez | [barrios.edwin@inifap.gob.mx](mailto:barrios.edwin@inifap.gob.mx)  
 Dr. Jaime Canul Ku | [canul.jaime@inifap.gob.mx](mailto:canul.jaime@inifap.gob.mx)  
 Dr. Roberto de la Cruz Díaz Juárez | [diaz.roberto@inifap.gob.mx](mailto:diaz.roberto@inifap.gob.mx)  
 Dra. Marian Hernández Arenas | [hernandez.marian@inifap.gob.mx](mailto:hernandez.marian@inifap.gob.mx)  
 Dra. Sandra Eloísa Rangel Estrada | [rangel.sandra@inifap.gob.mx](mailto:rangel.sandra@inifap.gob.mx)  
 Dr. Alejandro Pérez Rosales | [rosales.alejandro@inifap.gob.mx](mailto:rosales.alejandro@inifap.gob.mx)  
 Campo Experimental Zacatepec, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)

**E**l cultivo de arroz en México es de vital importancia, ocupa el cuarto lugar como cultivo básico, después de maíz, frijol y trigo. El arroz es un alimento de alta importancia sociocultural y económica en México, forma parte de la dieta alimenticia de la población cuyo consumo anual *per cápita* es de 8.5 kg. Se estima que en México se dedican a la producción de arroz alrededor de 5 mil 700 productores, con una renovación generacional muy baja, lo cual traerá implicaciones negativas en el sector.

En México, durante los ciclos agrícolas otoño-invierno y primavera-verano (OI+PV) del 2022 se sembraron 37,994.56 hectáreas (ha) de arroz y se cosecharon 37,894.56 ha, con una producción de 246,317.45 toneladas (t) de arroz palay. El 78.51 % (29,828.58 ha) de la superficie sembrada fue bajo riego y el 21.4 % (8,165.98 ha) en temporal. Los estados con mayor producción bajo riego fueron Nayarit, Campeche, Michoacán y Veracruz con 68,329, 34,091, 33,455 y 22,576 t de arroz palay, respectivamente. Morelos tiene el rendimiento más alto con 10.0 t por ha, seguido por Michoacán con 8.85. Morelos ocupó la posición número siete con una producción de 9,245.48 t (SIAP, 2023). En México el



**Figura 1.** Aborde y trasplante de parcela, en el cultivo de arroz.



**Figura 2.** Pachol o almacigo de arroz.

rendimiento promedio reportado en 2023 fue de 6.8 t por hectárea. La variedad que predomina en México es Milagro Filipino, de grano corto, grueso con 10 % de centro blanco. Le siguen en importancia las variedades de grano delgado y cristalino tipo Sinaloa, y por último el grano tipo Morelos, que es largo, grueso, con 20 % de centro blanco. El 80 % del consumo nacional proviene de variedades de granos largos, delgados. Para satisfacer la demanda nacional, México importa este tipo de grano.

En Morelos desde el año 2000 fue disminuyendo la superficie sembrada. Para el año 2010 solamente se sembraban 1,330 hectáreas y en 2020 la superficie se redujo a 700 ha. Se siembra en más del 50 % de sus municipios, Cuautla siembra de 25 a 30 % de la superficie de arroz.

Los sistemas de producción de arroz en Morelos son dos: el de riego por trasplante y el de siembra directa. El primero es más caro, representan alrededor del 50 % del costo total del cultivo, entre el aborde y trasplante. El sistema de siembra directa implica sembrar directamente en el terreno definitivo por medio de una sembradora montada en un tractor depositando la semilla en el suelo, con lo cual hay un ahorro de 20 a 30% por ha. Actualmente el sistema de producción que más se utiliza es el sistema de riego por trasplante, ocupando el 80 %, con un costo de 45 a 50 mil pesos por hectárea (figura 1, 2 y 3).

El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) a través del Campo



**Figura 3.** Arroz en madurez; cosecha con bote arrocero.

Experimental de Zacatepec, da a conocer e incentiva la siembra directa a los agricultores del Estado para reducir costos de producción. Esta tecnología planteada por el INIFAP también debe incluir forzosamente nuevas variedades que puedan ajustarse a dicho manejo, por tal razón en el Programa de Arroz se han desarrollado variedades desde los años 90s, liberando así la Morelos A92, Morelos A98 y Morelos A2016 para trasplante y Morelos A2010 para siembra directa.

El Programa de Arroz del campo experimental de Zacatepec trabaja en varias líneas importantes: Investigación aplicada, mejoramiento genético y transferencia de tecnología, mediante un paquete tecnológico integral, con el propósito de que mejore la rentabilidad del cultivo del arroz y junto con esto el ingreso de los productores.

En la actualidad existen dos situaciones interesantes en Morelos: la mejor rentabilidad de la caña de azúcar y el crecimiento exponencial de la mancha urbana. En algunos municipios con potencial de producción, se estén sembrando casas en lugar de arroz. Aún más grave es la edad de los productores, que en su mayor parte oscila entre 50 a 60 años, lo que podría poner en riesgo la sostenibilidad a largo plazo.

Estos son los problemas y desafíos que el cultivo de arroz en Morelos tiene que enfrentar para su preservación y que pase de una actividad tradicional, social, a una actividad económica importante para seguir manteniendo el liderazgo en cuanto a la producción del mejor arroz que se produce en México. **H**

# La inteligencia artificial en el campo de Morelos

**Tecnologías digitales, información web y aplicaciones móviles pueden aportar datos para mejorar el desarrollo y crecimiento de las cosechas.**

Dr. Jesús Ángel Peña Ramírez | [jesus.pr@zacatepec.tecnm.mx](mailto:jesus.pr@zacatepec.tecnm.mx)  
Dr. Sócrates Espinoza Salgado | [socrates.es@zacatepec.tecnm.mx](mailto:socrates.es@zacatepec.tecnm.mx)  
Dr. Erik López García | [erik.lg@zacatepec.tecnm.mx](mailto:erik.lg@zacatepec.tecnm.mx)  
Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Zacatepec

**E**n el campo Morelos, la mayor parte de las tierras agrícolas se dedican al cultivo de caña de azúcar, jitomate y rosas, entre otros productos. A nivel nacional, este estado ocupa el lugar 25 en volumen agropecuario y pesquero según la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, con un total de 3 millones 893 mil 398 toneladas. Para apoyar este sector, instituciones académicas como el Instituto Tec-

nológico de Zacatepec estudian la posible adopción de inteligencia artificial para la vigilancia de plagas, control de riego y supervisión de cultivo.

## Demografía del campo

Morelos cuenta con dos millones 65 mil 14 habitantes, de los cuales el 53.2 % se encuentra empleado, y 7.9 % de ese porcentaje se dedica al sector primario. Es decir, en este estado trabajan en actividades relacionadas con la recolección y transformación de recursos naturales, alrededor de 65 mil 499 personas, de las cuales el 92 % son hombres, y 8 % mujeres. Y se distribuyen de la siguiente manera: 89.5 % se dedica al sector agrícola (55 mil 636 personas). El 9.2 % al sector agropecuario (cinco mil 736 personas). Y el 1.2 % al pesquero (770 personas).

Los principales productos que se generan en la entidad son:

1. Agrícolas: caña de azúcar, tomate rojo, aguacate, sorgo grano y nopalitos (3 millones 793 mil 128 toneladas que representa el 97.3 %)
2. Pecuarios: carne en canal de ave y en canal de bovino (99 mil 833 toneladas, igual a 2.6 %).
3. Pesqueros: mojarra (436 toneladas: 0.1 %).





## El jitomate como modelo de estudio

El jitomate es una hortaliza de gran consumo en México. Este producto contiene propiedades benéficas para la salud como antiséptico, alcalinizante, depurativo, diurético, digestivo, laxante, desinflamatorio, remineralizante, y es también, un condimento de cualquier platillo típico de México, aportando vitaminas, minerales y antioxidantes.

Algunos beneficios del consumo de jitomate son:

a) Puede ayudar en casos de enfermedades hepáticas, quemaduras, obesidad, raquitismo y cáncer. b) Puede ayudar a prevenir la diabetes, enfermedades cardiovasculares, cataratas y asma. c) Fortalece el sistema inmune. d) Cuidado de la piel, salud visual y el cabello. e) Contribuye a la pérdida de peso. f) Mejora la salud de los huesos. g) Contiene las vitaminas A, B1, B2 y C. h) Contiene minerales como calcio, fósforo, potasio y sodio. i) Contiene licopenos, que le aportan su color rojo característico. j) Contiene fibra, que cuida del tránsito intestinal.

¿Cómo se puede consumir esta encantadora hortaliza? Se puede consumir cruda para conservar mejor sus propiedades. Se puede comer cruda en rebanadas, asada o cocida. También se utiliza para preparar todo tipo de salsas rojas, caldillos, guisos, etc.

## Apoyo con tecnología

Los agricultores cada día mejoran la calidad de sus cosechas de jitomate, pero también están expuestos a pérdidas cuando llegan a ser afectados por plagas, y enfermedades. Esto puede presentarse por falta de abono, riego incorrecto, crecimiento y desarrollo deficientes. Todas estas plagas y enfermedades afectan directamente a todos los agricultores del estado Morelos tanto en el cultivo como en recolección y la comercialización de las hortalizas.

Para mejorar las cosechas, se estudia la aplicación de diferentes tecnologías en el campo de Morelos, como inteligencia artificial (IA), electrónica digital, información web y aplicaciones móviles. Esas herramientas pueden ser utilizadas para recolectar datos, procesarlos y ejecutar acciones para mantener un ambiente ideal para el buen desarrollo y crecimiento de las cosechas, mediante el uso de sensores de humedad, sensores de CO<sub>2</sub> y sensores de temperatura.

La IA es aplicada en las actividades agrícolas, es un factor clave que ha revolucionado el sector agropecuario, destacando el uso de todo tipo de sensores, así como de actuadores encargados de transformar la energía eléctrica en la activación de un proceso automatizado inteligente.

Además, la inteligencia artificial se conecta de forma automática mediante tarjetas electrónicas con conexión inalámbrica o WiFi, las cuales permiten comunicarse estos dispositivos para monitorear el ambiente del cultivo, y saber en tiempo real cómo se está logrando su crecimiento y desarrollo óptimo.

Por otro lado, la inteligencia artificial también contiene herramientas de apoyo para dar seguimiento y control a los cultivos, con esto nos permiten procesar diversos datos para tomar decisiones en cuanto al riego, el abono, la temperatura, entre otras variables más que se pueden medir y controlar.

El objetivo principal de utilizar la IA en el sector agrícola es hacer todas las actividades primordiales en el cuidado de las hortalizas que se pueden automatizar, entre ellas están: el riego controlado, el cual se realiza utilizando componentes electrónicos que permiten la apertura y cierre de diversos flujos de agua, esto a través del riego por goteo, sin tener la necesidad de

contratar mucho personal que esté al pendiente de las cosechas.

Una de las ventajas de tener de nuestro lado la inteligencia artificial es saber la información en tiempo real, lo que permite controlar la temperatura, dióxido de carbono y la humedad, haciendo uso de sensores que, en conjunto con los anteriores, disminuirán los riesgos para la proliferación de enfermedades que azotan a estas cosechas.

El campo de Morelos, al implementar la inteligencia artificial, puede monitorear y controlar en tiempo real un plantío sin la presencia física del agricultor, lo cual representa una gran ventaja para reducir costos en tratamientos de plagas, ahorro en el suministro de agua, así como en las pérdidas de productos durante la temporada de cosecha. Con esto, los campesinos morelenses lograrán posicionarse con los mejores productos de calidad y mejorar su sustento económico. **H**



# REGALA ¡FLORES MORELENSES!



¡Apoya al *campo*  
morelense!

- ❁ Orquídeas
- ❁ Rosas
- ❁ Gerberas y más...

Cultivadas  
con el *amor puro*  
de *nuestra tierra*.

[morelos.gob.mx](https://morelos.gob.mx)



**MORELOS**  
LA TIERRA QUE NOS UNE  
GOBIERNO DEL ESTADO  
2018 - 2024

**CAMPO**  
SECRETARÍA DE DESARROLLO  
AGROPECUARIO

## Jitomate nativo mexicano: formas, tamaños, colores y sabores

En Zacatepec, INIFAP desarrolla experimentos de mejoramiento genético en jitomate para ofrecer a la población nuevas variedades de rendimiento elevado.

Dr. Jaime Canul Ku | [canul.jaime@inifap.gob.mx](mailto:canul.jaime@inifap.gob.mx)  
Dr. Edwin Javier Barrios Gómez | [barrios.edwin@inifap.gob.mx](mailto:barrios.edwin@inifap.gob.mx)  
Dra. Sandra Eloísa Rangel Estrada | [rangel.sandra@inifap.gob.mx](mailto:rangel.sandra@inifap.gob.mx)  
Campo Experimental Zacatepec, INIFAP  
Dr. Enrique González Pérez | [gonzalez.enrique@inifap.gob.mx](mailto:gonzalez.enrique@inifap.gob.mx)  
Campo Experimental Bajío, INIFAP  
Dr. Eleodoro Hernández Meneses | [rosales.alejandro@inifap.gob.mx](mailto:rosales.alejandro@inifap.gob.mx)  
Universidad Autónoma Chapingo

**A**nivel mundial, la población se encuentra preocupada por cuidar su salud y cada vez busca más alimentos sanos e inocuos. Muchos productos que se consumen en la actualidad presentan residuos de partículas contaminantes, que provienen de los insumos que se utilizan para su elaboración. Esto ocasiona enfermedades crónicas degenerativas, como obesidad, hipertensión, diabetes, cáncer, entre otras; así como un envejecimiento acelerado de la población.

Una solución muy efectiva es el consumo de alimentos que los agricultores producen en la zona rural, basado en insumos locales libres de contaminantes. Es ilustrativo ir a los mercados y tianguis para verificar la amplia oferta de productos locales y de temporada. El jitomate es uno de los ejemplos, ya que es posible producirlo durante todo el año.



### La domesticación del jitomate

México es el cuarto país en el mundo con la mayor biodiversidad en especies cultivadas, domesticadas y silvestres. Es centro de origen de varios cultivos como el maíz, frijol, chile, calabaza, jitomate, entre muchos otros, mismos que desde tiempos prehispánicos han sido la base de nuestra alimentación.

Nuestro país se considera el centro de domesticación y de diversificación del jitomate. En la región sur-sureste del país existen jitomates nativos o criollos en manos de agricultores con alta preferencia en el mercado local por su sabor, calidad nutricional y color del fruto. Se cultivan en sistemas de producción con el empleo de insumos en cantidades muy bajas; es decir, poca cantidad de fertilizantes inorgánicos y productos químicos para el control de plagas y enfermedades.

El mexicano fue domesticando el jitomate a partir de su llegada de la Región Andina, que ahora abarca



**Figura 1.** Diversidad de formas, tamaños y colores de jitomate nativo.

parte de Chile, Bolivia, Ecuador, Colombia y Perú. Se considera como una gran aportación para la alimentación de la población mundial. Es apreciado en la gastronomía local y nacional por poseer propiedades organolépticas y nutricionales, únicas para la alimentación humana. El fruto tiene múltiples usos tanto en consumo directo (salsas, ingrediente de comidas típicas, ensaladas) como procesado (condimento, puré). Contiene múltiples compuestos nutricionales como licopeno, vitamina A, vitamina C, fibras, azúcares, minerales, entre otros, que se han utilizado con fines medicinales para padecimientos infecciosos y degenerativos.

## Distintos jitomates nativos

Entre el fruto del jitomate nativo se pueden distinguir formas muy diferentes (figura 1). En el centro y sur del país existe una amplia variabilidad, entre los



que destacan los conocidos como arriñonados, chinos criollos, cuadrados o tipo pimiento, ojo de venado y cereza. El tipo arriñonado proviene de los estados de Oaxaca, Puebla y la Península de Yucatán; es muy atractivo para preparar salsas, combinado con otros ingredientes como el chile habanero. El tipo cuadrado se localiza en el estado de Puebla; se usa para preparar ensaladas y otros guisos.

Actualmente los consumidores buscan alimentos sanos, nutritivos y orgánicos que funcionen como amortiguadores de enfermedades degenerativas: el jitomate nativo de México posee propiedades únicas de sabor, forma, color y contenido nutricional. El mejoramiento genético en Jitomate que se está desarrollando en el Campo Experimental Zacatepec es una solución viable para generar nuevas variedades de rendimiento elevado, con alto contenido nutricional, características fenotípicas y genéticas que respondan ante esta situación, al utilizar como padres plantas silvestres de la misma especie o de los parientes cercanos. Las cruza manuales han hecho posible la combinación de genes con expresión de características favorables como son frutos con mayor contenido de licopeno, azúcares, coloración del fruto y la acidez. Todo lo anterior, le dará el color y sabor agradable, así como la nutrición necesaria a los diferentes platillos que se preparan con el jitomate mexicano. **H**

# Chocolate con hongo y otros productos novedosos

**Este tipo de alimentos podrían convertirse en alternativas funcionales frente a productos ultraprocesados.**

Biól. Estefany Sánchez Maldonado | tlalliztli@gmail.com  
Dra. Ma. de Lourdes Acosta Urdapilleta | urdapilleta@yahoo.com  
Universidad Autónoma del Estado de Morelos

Los hongos son muy apreciados en la gastronomía y en la medicina; son considerados alimentos funcionales por ser fuente de nutrientes: alto contenido de proteínas, fibra, vitaminas, minerales, etc., así como de múltiples beneficios para la salud: actividad anticancerígena, antitumoral, antioxidante, mejoran el sistema inmunológico, protegen el corazón, reducen los niveles de colesterol, etc.

En los últimos años ha crecido el interés por el estudio y la aplicación de los hongos comestibles, especialmente de las setas como *Pleurotus ostreatus*, uno de los hongos más cultivados y consumidos en el mundo. En México, su producción ocupa el segundo lugar, gracias a que su cultivo es rápido, eficiente y rentable. La forma más común del consumo de las setas es en fresco, preparando platillos típicos, pero nuevas investigaciones han explorado su incorporación en alimentos, abriendo un amplio mundo de posibilidades.



Figura 1. Cultivo de setas blancas. Acosta-Urdapilleta, 2025.



**Figura 2.** Chocolate con polvo de hongo. Sánchez-Maldonado, 2025.

## De la investigación al plato; polvo de hongos como ingrediente funcional

En el Laboratorio de Micología del Centro de Investigaciones Biológicas de la UAEM, se han desarrollado diversos proyectos con el objetivo de fomentar el consumo de hongos comestibles a través de su adición a alimentos. Para ello, se cultivan setas sobre paja de trigo u otros sustratos (figura 1), se deshidratan, se muelen utilizando una licuadora y se pasan por una coladera para obtener el polvo fino de hongo. Este polvo puede incorporarse en múltiples preparaciones, y ha sido evaluado mediante pruebas de degustación y encuestas, buscando obtener un buen sabor, textura y aceptación por parte del consumidor.

## Chocolate con hongo: una fusión ancestral y moderna

Uno de los productos más destacados es el chocolate con polvo de hongo; una combinación que une dos ingredientes profundamente arraigados en la cultura mexicana (figura 2). El chocolate ha sido valorado desde la época prehispánica por su sabor y sus propiedades nutricionales, y al combinarlo con las propiedades funcionales de las setas, se obtiene un alimento con valor nutricional agregado. En la investigación realizada, se elaboraron cuatro tratamientos con diferentes proporciones de polvo de hongo: 0 %, 1 %, 3 % y 5 %, agregados a 250 gramos de chocolate. Las pruebas de degustación mostraron que el chocolate con 5 % de polvo de hongo fue el más apreciado, superando incluso al chocolate sin adición, porque su sabor y textura fueron más agradables según los encuestados.



**Figura 3.** Seta rosa. Sánchez-Maldonado, 2025.

## Otros productos con hongo: sabor e innovación

Además del chocolate, se ha incorporado polvo de setas a productos como brownies, galletas, barras energéticas, panqués y batidos, incluso waffles con polvo de la seta rosa (*Pleurotus djamor*), nativa de México (figura 3). Estas propuestas no solo han tenido buena aceptación sensorial, sino que representan una forma innovadora y accesible de consumir hongos, especialmente para personas que no están acostumbradas a comerlos regularmente o que no les gustan. Así también, las galletas y el batido se pueden proponer como alternativa saludable para el desayuno o colación de los niños(as).

Este tipo de alimentos podrían convertirse en alternativas funcionales frente a productos ultraprocesados, ofreciendo sabor y beneficios a la salud en una sola presentación.

## ¿Los hongos mejoran el perfil nutricional de los alimentos?

Aunque los hongos son ricos en nutrientes, aún queda por responder si su incorporación en estos productos mejora efectivamente el contenido nutrimental total. Por ello, en el Laboratorio de Micología se continúa evaluando el análisis nutricional de los productos con hongos, con la finalidad de cuantificar los beneficios concretos que aporta el polvo de hongo a los productos. Asimismo, se contemplan nuevas investigaciones con otras especies de hongos comestibles, ampliando así la posibilidad de opciones. **H**

# La importancia de los hongos en la fabricación de productos funcionales

La vinculación entre la academia y la industria ha permitido descubrimientos científicos, como el uso de hongos con beneficios para la salud.

Biól. Emmanuel Salgado Agüero | emmsaag@gmail.com  
Biól. Evelyn Camacho Hernández | eve\_camhdz@hotmail.com  
Dr. Isaac Tello Salgado | isaac.tello@uaem.mx  
M. en C. Elizur Montiel Arcos | elizur.montiel@uaem.mx  
Dra. Elizabeth Nava García | elizabeth.nava@uaem.mx  
Dra. Verónica Núñez Urquiza | veronica.nunez@uaem.edu.mx  
Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos

**L**os hongos han sido elementos clave para el desarrollo de la humanidad, desde el descubrimiento de la penicilina, producción de alimentos únicos en el planeta, hasta su uso como parte de tratamientos como obesidad, cáncer e inclusive enfermedades neurodegenerativas. Por otro lado, sus propiedades funcionales han sido explotadas y comercializadas en muchos países, obteniendo beneficios de índole económico, político y social. En México, el vasto conocimiento cultural y el avance tecnológico, han logrado establecer estrategias para el aprovechamiento de las propiedades funcionales sobre la salud.



Figura 1. Tecnología del cultivo de hongos medicinales. Fotos: Isaac Tello Salgado.



## Conocimiento de los hongos medicinales

Los hongos medicinales han estado íntimamente relacionados con las diversas culturas alrededor del mundo. Podemos hablar del “hongo de la longevidad” o *Ganoderma lucidum*, el cual, ha sido utilizado por más de 2 milenios en la cultura asiática. Para Mesoamérica, la implementación de hongos con propiedades psicoactivas de género *Psilocybe* ha sido utilizada en los rituales sagrados y con propiedades medicinales dirigidas a la salud mental.

## Obtención de compuestos bioactivos a partir de hongos

Diversas especies de hongos tales como *Ganoderma*, *Hericium erinaceus*, *Trametes versicolor*, *Cordyceps militaris* y *Pleurotus* spp han sido ampliamente estudiadas, demostrando su actividad funcional y medicinal mencionada por la medicina tradicional. La actividad farmacológica es atribuida a ciertos grupos de compuestos químicos únicos de los hongos, por ejemplo, el grupo de polisacáridos en los que destacan los  $\alpha$  y  $\beta$ -glucanos, terpenos, ácidos grasos y compuestos fenólicos, los cuales tienen la capacidad de activar o modificar los procesos celulares para un buen funcionamiento, desempeñando actividades como; actividad anticancerígena, antitumoral, antiinflamatoria, inmunomoduladora, antiviral, antibacteriana, hepatoprotectora, antioxidante, antihipertensiva, cicatrizante, por mencionar algunas de las más investigadas.



## Investigación y vinculación al sector primario

La generación del conocimiento desde la academia o la iniciativa privada es pieza clave para el descubrimiento y autorización de pruebas de los novedosos compuestos con actividades biológicas, las cuales, pueden ayudar al desarrollo de la sociedad. Por ejemplo: la penicilina; desde su descubrimiento y que actualmente sirve como base para la producción de nuevos antibióticos, este descubrimiento ha tenido un papel importante, mejorando la calidad de vida a nivel mundial, utilizada en enfermedades causadas principalmente por bacterias. Podemos agregar su uso como tratamiento en enfermedades como las dislipidemias, utilizando las estatinas como uno de los principales fármacos para el tratamiento de lípidos en sangre. Actualmente, el uso de los  $\alpha$  y  $\beta$ -glucanos provenientes de hongos cultivados como los del género *Ganoderma*, ha sido aplicado como agentes anticancerígenos y antivirales, principalmente por su efecto como estimuladores del sistema inmunológico e inmunomoduladores (figura 1).

La vinculación entre la academia y la industria ha permitido que descubrimientos científicos, como el uso de hongos con beneficios para la salud, lleguen a un público más amplio, tanto en el sector privado como en el público. Gracias a estas estrategias, los avances en investigación pueden traducirse en productos accesibles y efectivos para los *consumidores*. **H**

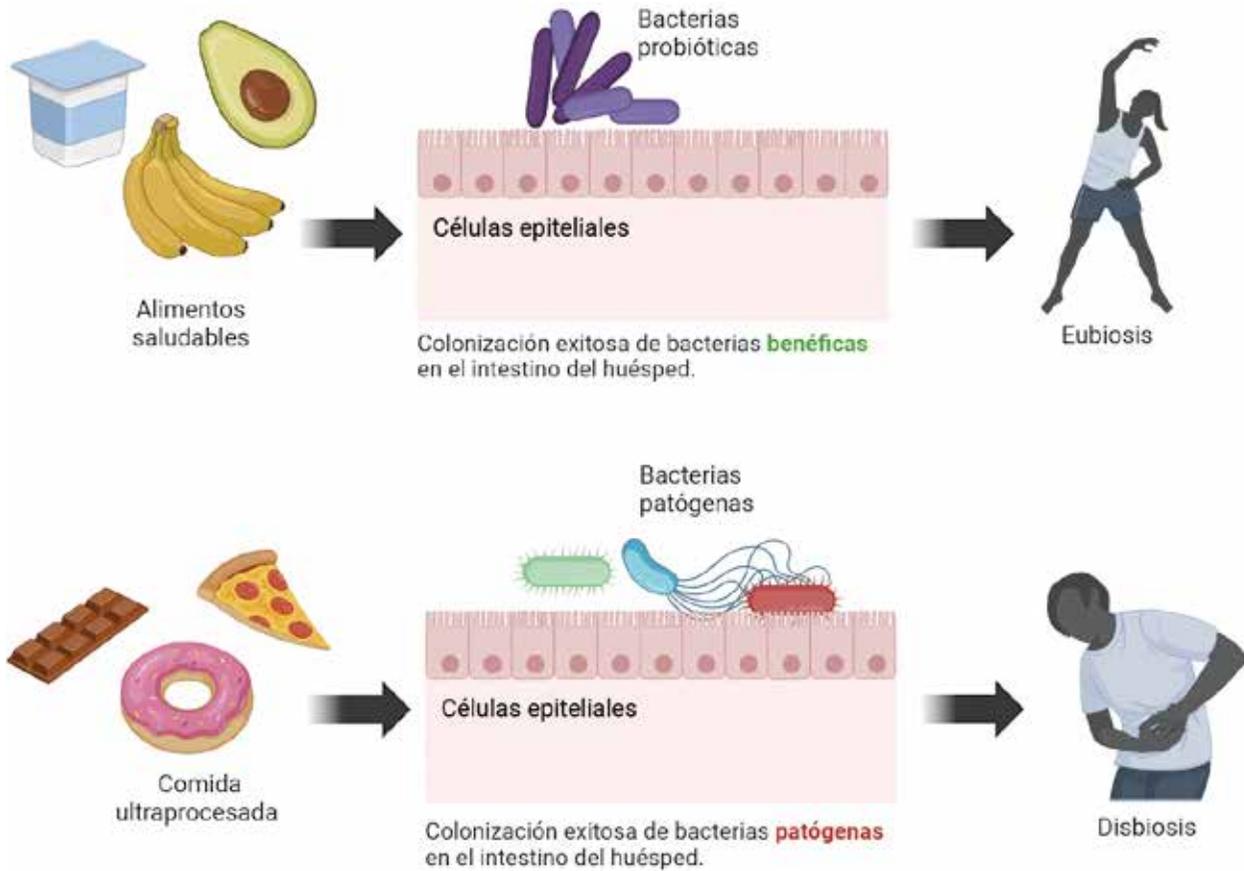


Figura 1. Colonización y formación de Biopelículas por bacterias probióticas.

Una lucha por el dominio:

# La formación de biopelículas por bacterias probióticas

Las bacterias que aportan beneficios para la salud humana, presentan una estrategia de supervivencia formando biopelículas.

Juan Antonio Rosales Espinosa | [juan.rosales@uaem.edu.mx](mailto:juan.rosales@uaem.edu.mx)  
 Dra. América Ivette Barrera Molina | [america.barrera@uaem.mx](mailto:america.barrera@uaem.mx)  
 Facultad de Nutrición, Universidad Autónoma del Estado de Morelos

Existen bacterias benéficas con el poder de combatir a microorganismos patógenos y proteger a las personas. Estas bacterias benéficas se albergan en nuestro intestino principalmente, y se encargan de mantener nuestro organismo en un estado de *eubiosis*, es decir, el equilibrio del ecosistema microbiano intestinal con efectos beneficiosos para todo el cuerpo humano, evitando que bacterias patógenas colonicen y se alberguen en nuestro cuerpo promoviendo un estado de *disbiosis*, que se caracteriza por la pérdida de especies beneficiosas que habitualmente son predominantes.

Algunas de estas bacterias benéficas son conocidas como bacterias ácido lácticas (BAL), suelen adaptarse muy bien a las condiciones gastrointestinales, y se consideran organismos probióticos.

Las bacterias probióticas son microorganismos vivos que al ser administrados en cantidades adecuadas confieren beneficios para la salud. Son capaces de



**Figura 2.** Formación de biopelículas por BAL en tubos de cristal teñido, con una tinción simple de cristal violeta.

modular positivamente la microbiota intestinal y reducir las bacterias patógenas que liberan compuestos tóxicos en el intestino humano. Estas bacterias existen en la naturaleza bajo dos condiciones: a) bacterias planctónicas “de libre flotación” y b) bacterias en biopelículas “en colonias de microorganismos sésiles”.

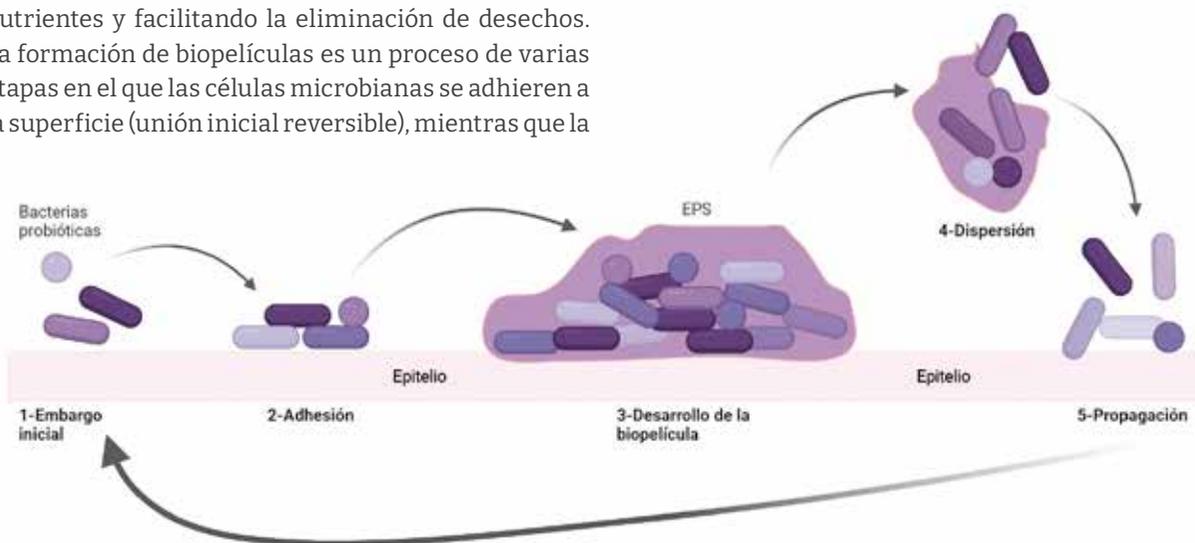
## Las biopelículas

Las bacterias probióticas presentan una estrategia de supervivencia formando biopelículas. Estas bacterias logran una ventaja significativa generando un microambiente, promoviendo la concentración de nutrientes y facilitando la eliminación de desechos. La formación de biopelículas es un proceso de varias etapas en el que las células microbianas se adhieren a la superficie (unión inicial reversible), mientras que la

producción posterior de una matriz extracelular (que contiene polisacáridos, proteínas y ADN) da como resultado una unión más firme. Al proporcionarles del mismo modo dicha biopelícula cierta protección frente a cambios medioambientales de temperatura y pH (figura 1).

Una característica principal de las biopelículas es dicha formación de una matriz de polisacáridos extracelulares (EPS), que les brinda esta protección contra fluctuaciones ambientales, antibióticos, enzimas y otras bacterias patógenas que intenta colonizar. Se debe tener en cuenta que la colonización requiere de la adhesión preferencial de las bacterias a un epitelio específico, como es la mucosa intestinal, prolongando y estabilizando su residencia en el epitelio y ayudando a excluir bacterias patógenas por inhibición competitiva (figura 2).

Las bacterias patógenas buscan colonizar alguna parte de nuestro organismo, es aquí donde se iniciará la lucha por el dominio y el territorio superficial de nuestro intestino. Al tener una alimentación completa, equilibrada y suficiente en la que incluyamos probióticos que se encuentran en el yogurt y otros alimentos lácteos fermentados, incrementaremos la cantidad de especies bacterianas benéficas ayudando a nuestra microbiota intestinal a mantener un estado de *eubiosis*, mientras evitamos el alojamiento de bacterias patógenas que promueven las enfermedades crónicas no transmisibles y enfermedades transmisibles (figura 3). **H**



**Figura 3.** Esquema de la abundancia bacteriana según el tipo de alimentación y los efectos en nuestra salud. Imágenes: Juan Antonio Rosales Espinosa.

¿Un desafío solo en el espacio?

# La microgravedad y el desarrollo biofarmacéutico

Desde 2018, la Facultad de Farmacia (UAEM) estudia la microgravedad en cultivos celulares y en la producción de biofármacos.

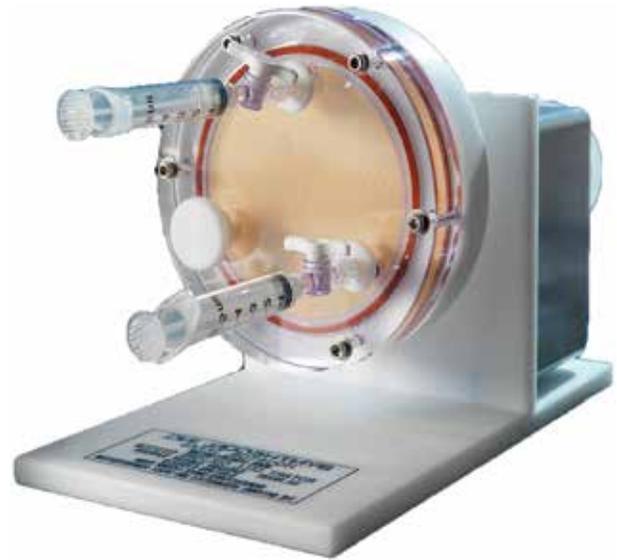
Dr. Carlos A. Távira Montalvan | carlos.taviramon@uaem.edu.mx  
 Dra. Angélica Meneses Acosta | angelica\_meneses@uaem.mx  
 Laboratorio de Biotecnología Farmacéutica; Facultad de Farmacia,  
 Universidad Autónoma del Estado de Morelos

## ¿Qué es la microgravedad?

**F**lotar en el espacio es un sueño humano hecho realidad gracias a la microgravedad, un ambiente en el que los objetos parecen flotar, no porque la gravedad sea mínima (del orden de 0.000001 g), sino porque están en un estado de caída libre constante alrededor de la Tierra. Este movimiento continuo genera la ilusión de ingravidez, permitiendo que los cuerpos se desplacen sin esfuerzo aparente. Este fenómeno, clave en la exploración espacial desde 1951, ha sido investigado por agencias como la NASA (EUA), ESA (Europa) y Roscosmos (Rusia), principalmente en la Estación Espacial Internacional.

**El estudio de la microgravedad, tanto en el espacio como en la Tierra, es fundamental para avanzar en las ciencias de la vida.**

Al eliminar o reducir significativamente la fuerza de gravedad, este entorno único permite a los científicos investigar los procesos biológicos básicos de una manera que no es posible en la Tierra. Esto, a su vez, facilita el desarrollo de nuevas terapias, la mejora de la salud



**Figura 1.** Biorreactor HARV usado en la UAEM para generar microgravedad simulada en cultivos celulares.

de los astronautas y la producción de biofármacos más eficientes. Además, la microgravedad ofrece un entorno ideal para la ingeniería de tejidos y la creación de modelos más precisos de enfermedades. A pesar de los desafíos que implica simular la microgravedad en la Tierra, los beneficios potenciales de esta investigación son inmensos y están impulsando avances significativos en diversos campos de la ciencia y la medicina. Aunque la microgravedad suele asociarse con el espacio, también puede simularse en la Tierra mediante vuelos parabólicos, torres de caída libre o dispositivos de laboratorio, como los vasos de pared giratoria, las máquinas de reposicionamiento aleatorio y los clinostatos 2D, que generan condiciones de microgravedad al mantener las células en suspensión o al anular el vector gravitacional de manera artificial.

## Microgravedad: impulso para la investigación biomédica y el desarrollo de terapias avanzadas

La microgravedad, tanto en la Estación Espacial Internacional (EEI) como en laboratorios terrestres que la simulan, ha transformado el estudio celular,

permitiendo avances en medicina regenerativa, desarrollo de fármacos y biotecnología. En este ambiente, la reducción de la influencia de la gravedad altera procesos como adhesión, proliferación, diferenciación y expresión génica, favoreciendo el autoensamblaje celular en esferoides y organoides más similares a tejidos naturales. Protocolos enfocados a la medicina regenerativa como: Bioimpresión en el espacio y Osteoporosis en el espacio en la EEI, han explorado la impresión de tejidos y la prevención de pérdida ósea con células madre *mesenquimales*, mientras que sistemas terrestres como el RCCS (siglas en inglés del Sistema de cultivo celular rotatorio) han avanzado el cultivo de células en condiciones de microgravedad simulada.

En el desarrollo de fármacos, la microgravedad facilita la cristalización de proteínas y moléculas, mejorando la estabilidad y optimización de tratamientos. Proyectos como los de JAXA (Japón) y Roscosmos

(Rusia) han permitido avances en terapias contra la distrofia muscular y la tuberculosis, mientras que iniciativas como CASIS PCG 19 en la EEI, estudian anticuerpos monoclonales y optimizan biofármacos como Keytruda®.

Desde 2018, el Laboratorio de Biotecnología Farmacéutica, de la Facultad de Farmacia (UAEM), estudia la microgravedad en cultivos celulares y en la producción de biofármacos. Se ha demostrado que este entorno favorece la producción de vectores adenovirales utilizados en vacunas y terapia génica. Además, se investiga la producción de células CAR-T y esferoides tumorales, contribuyendo al desarrollo de la Farmacia Espacial en México, en colaboración con Conacyt y la Agencia Espacial Mexicana. Esto destaca a la microgravedad como un entorno único para la innovación en terapias personalizadas y la producción de nuevos medicamentos. **H**

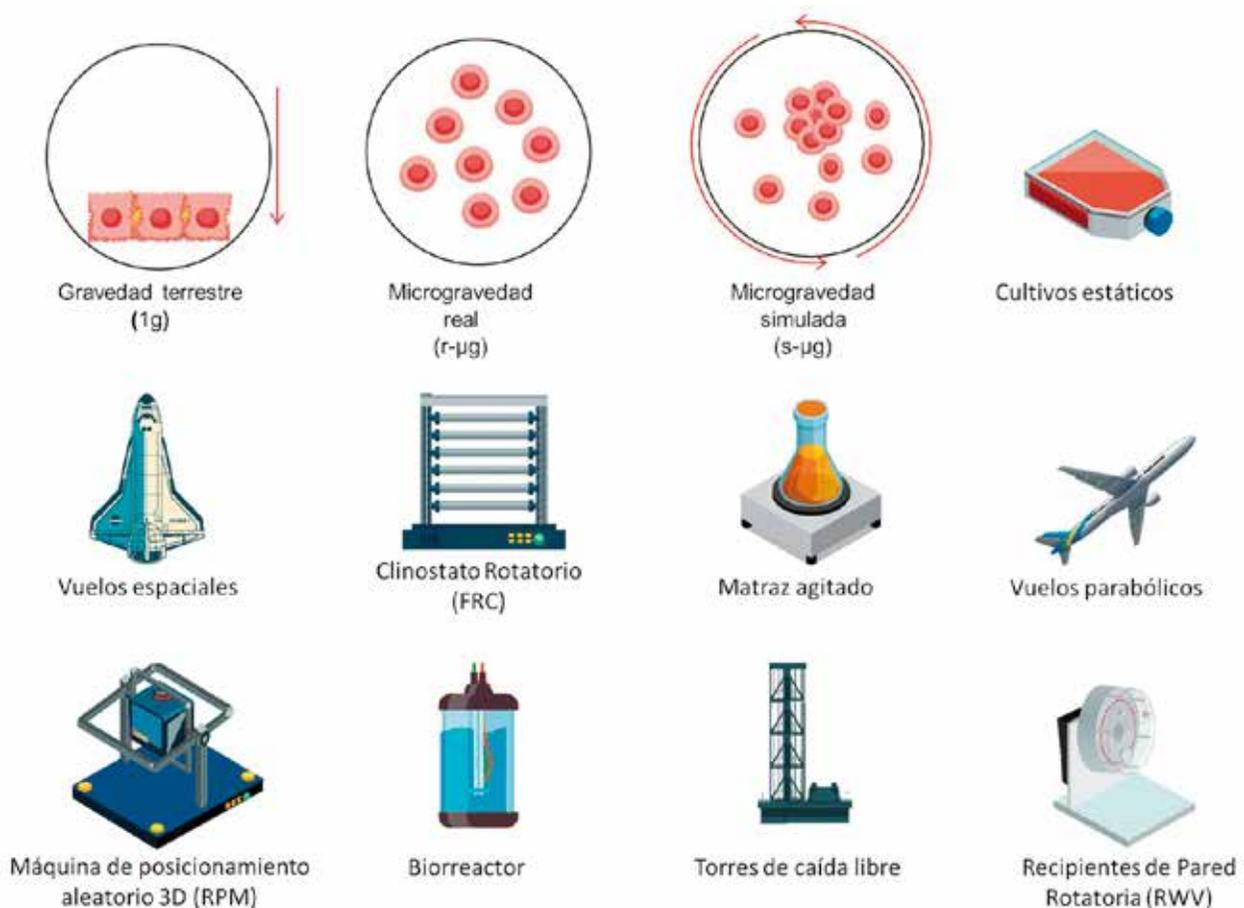


Figura 2. Condiciones de gravedad en cultivos celulares y métodos para generar microgravedad real y simulada.

# Con matemáticas y experimentos mejoramos la eficiencia energética

Desde 1995, la Ingeniera Itha Sánchez es pionera en el desarrollo de Normas Oficiales que elevaron la eficiencia de aparatos electrodomésticos y transformaron las exportaciones.

Staff Hypatia

**H**ace 30 años, los refrigeradores, aires acondicionados, lavadoras, lámparas y otros equipos eléctricos que se fabricaban en México eran muy diferentes a los que se manufacturaban en Estados Unidos, porque eran ineficientes en su uso de energía, e incluso había compañías que producían equipos de baja eficiencia “para el mercado mexicano”, y algunos de alta eficiencia “para exportación”. Esto tuvo que cambiar cuando entró en vigor el Tratado de Libre Comercio (TLC), entre México, Estados Unidos y Canadá, en 1994.

En ese contexto técnico, comercial e histórico, una joven egresada de la carrera de Ingeniería Mecánica-Eléctrica fue contratada por el Instituto de Investigaciones Eléctricas para una tarea que no se había hecho en el país: poner de acuerdo a fabricantes, autoridades, técnicos e investigadores sobre cuáles indicadores de eficiencia eléctrica debían alcanzar los productos mexicanos que Estados Unidos autorizara vender dentro de su país.

Esa joven, que había vivido una infancia inquieta y llena de travesuras en Mixcoac, Ciudad de México, era Itha Sánchez Ramos; una de las primeras mujeres en egresar de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán (FES-Cuautitlán), de la Universidad Nacional



Autónoma de México (UNAM). Directamente fue asignada al Proyecto sobre Normalización de Eficiencia Energética. Su trabajo incluía hacer cálculos matemáticos y experimentar directamente con equipos.

“Ese proyecto hizo una transformación del mercado de exportaciones mexicanas. Fue muy complejo, pero creamos las normas oficiales de eficiencia para muchos productos y así pasaron las pruebas que se exigían para entrar a Estados Unidos. En el camino pasaron muchas historias: teníamos que hacer cálculos y ser muy rígidos con lo que tenían que cumplir los fabricantes. Al mismo tiempo había que explicar y convencer a la Secretaría de Energía, a la Procuraduría Federal del Consumidor (Profeco) y a la Comisión Nacional de Uso Eficiente de Energía (Conuee). Muchas veces nos tuvimos que pelear a muerte dentro de los comités hasta consensar”, cuenta a las lectoras y lectores de HYPATIA, la investigadora del actual Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias (INEEL), que anteriormente era el IIE.

— ¿Y por qué decidió dedicar su carrera a la electricidad, si también pudo haberse dedicado a la parte mecánica de la Ingeniería?

—La electricidad atrapó mi curiosidad porque es invisible. Desde niña, la escuela se me facilitaba y yo era siempre muy inquieta; desarmaba mis juguetes,



andaba por la calle saltando y dando vueltas de carreta. Así que elegí estudiar Ingeniería para manejar herramientas y equipos, pero cuando me explicaron que la electricidad es un flujo de energía, pero que los electrones se mueven en sentido contrario del flujo, eso voló mi mente y me puse a estudiar todo sobre ese flujo: nodos, calibres y otros componentes, nos cuenta en sus oficinas de la zona de Las Guacamayas, en el sur de Cuernavaca.

A lo largo de más de 30 años de trabajo, la Ingeniera Itha ha hecho miles de cálculos y cientos de experimentos para generar decenas de normas oficiales y evaluaciones de uso eficiente de energía; tanto para equipos como para industrias e instituciones. Calculó los ahorros de energía durante los cambios de horario de verano y en programas masivos como el que se llamó “Cambia tu viejo por un nuevo”, para que la población renovara refrigeradores. Tiene el derecho de

autor de la Metodología para evaluación técnico-económica de las normas de eficiencia energética; es decir, para demostrar cuánto dinero se ahorra al mejorar la eficiencia de equipos.

—Los equipos que hoy se fabrican en México están a la par de los fabricados en Estados Unidos en requerimientos técnicos. Hemos trabajado mucho en normalización de la eficiencia e incluso hecho cosas que no se habían contemplado. Es un ejemplo de por qué los investigadores son importantes para el país; porque con su curiosidad, pensamiento crítico y rigor, cambian al mundo. Los investigadores no tenemos que limitarnos a los caminos ya establecidos, sino abrir nuevos caminos, así cambiamos al mundo. Es bueno que el país comprenda que la capacidad de análisis de un científico o científica, en realidad es la capacidad de análisis que tiene el propio país para resolver sus retos, compartió con HYPATIA. **H**



# IIE-INEEL: 50 años de investigación tecnológica en el sector energético

**Aportaciones relevantes del Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias (INEEL, antes IIE) al desarrollo y soberanía del sector energético en México.**

Dr. Víctor Alejandro Salcido González | [salcido@ineel.mx](mailto:salcido@ineel.mx)  
Ing. Alfredo Espinosa Reza | [aer@ineel.mx](mailto:aer@ineel.mx)  
MTI. José Omar García Gallardo | [gallardo@ineel.mx](mailto:gallardo@ineel.mx)  
Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias

**E**l sector energético es esencial y estratégico para el desarrollo económico del país, el bienestar social y la seguridad nacional. Es el motor de la actividad productiva y de la población en general. El acceso a la energía eléctrica permite mejorar la calidad de vida de la población, por ejemplo, mediante dispositivos para iluminación de hogares y empresas, conservación de alimentos, funcionamiento de hospitales, escuelas,

computadoras y teléfonos celulares, etcétera. Por su parte, el uso de combustibles permite la movilidad de personas y mercancías, actividad fundamental para el trabajo, la producción y la alimentación.

El desarrollo y mejora del Producto Interno Bruto (PIB) está directamente relacionado con el avance y mejora del sector energético, sin energía no hay desarrollo; otros sectores como el industrial, agrícola, financiero, transporte o servicios, dependen de un suministro energético confiable, seguro, con alta calidad y económicamente competitivo.

La Secretaría de Energía, Petróleos Mexicanos (PEMEX) y la Comisión Federal de Electricidad (CFE) son los grandes actores de este sector en México, acompañadas de grandes instituciones y empresas en materia de políticas públicas, regulación, vigilancia, seguridad, operación, control, producción y normatividad.

Derivado de la importancia del sector energético, con el objeto de impulsar el avance científico y tecnológico, el 1 de diciembre de 1975 se creó por decreto presidencial el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE) con sede en el Estado de Morelos, como un organismo público descentralizado de la Administración Pública Federal; posteriormente, el 24 de junio de 2016, también por decreto presidencial, se convirtió en el Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias (INEEL).



Foto 1. Panorámica del jardín "El Vaso" del INEEL.



Foto 2. Capacidades tecnológicas del INEEL.

## ¿A qué se dedica el INEEL?

La misión del INEEL determina su razón de ser, y a 50 años de su creación, está establecida como “Realizar investigación, desarrollo tecnológico e innovación en electricidad y energías limpias, así como impulsar la formación de recursos humanos, para contribuir a la transición energética y al desarrollo sustentable de México”.

Por otra parte, la visión indica la aspiración institucional, en lo que se quiere convertir: “Ser el Instituto clave de investigación y formación de especialistas e investigadores en ciencias de la energía, con el propósito de coadyuvar a la transición energética acelerada de México”.

Derivado de la situación actual del país y en el contexto internacional, el tema de la transición energética soberana cada día toma mayor relevancia, por lo que el INEEL tiene la encomienda de coordinar y realizar estudios y proyectos de investigación científica o tecnológica con instituciones académicas, de

investigación, públicas o privadas, nacionales o extranjeras en materia de energía, energía eléctrica, energías y tecnologías limpias, energías renovables, eficiencia energética, reducción de emisiones contaminantes generadas en el Sector Energético, sustentabilidad, sistemas de transmisión, distribución y almacenamiento de energía, y sistemas asociados con la operación del Sistema Eléctrico Nacional; de igual forma debe brindar insumos técnicos y científicos a la Secretaría de Energía en la materia de su competencia para la planeación y la formulación de políticas; así como brindar servicios técnicos y científicos, en las materias de su competencia, a las dependencias, organismos y Empresas Públicas del Estado y al sector privado.

## Evolución del IIE al INEEL

En 1975 nace el IIE, con el claro objetivo de desarrollar tecnología nacional y sustituir importaciones, funcionando como el brazo tecnológico de la CFE. En 2016

el IIE se convierte en el INEEL, un actor importante en la evolución de los sistemas eléctricos y del mercado eléctrico, en la adopción de tecnologías emergentes y en las nuevas formas de atender las necesidades energéticas de la población; en este cambio se priorizan las acciones para la descarbonización del sector y la transición energética.

### Programas de investigación, desarrollo tecnológico e innovación

Actualmente, el INEEL cuenta con los siguientes programas que le permiten estar a la vanguardia para atender las necesidades del sector energético en el país:

De Sistemas Eléctricos:

- Sistemas de potencia
- Gestión de equipos
- Redes eléctricas

De Energías Alternas:

- Energías renovables
- Almacenamiento, hidrógeno y electromovilidad

De Sistemas Mecánicos:

- Reducción de emisiones
- Infraestructura civil

De Tecnologías Habilitadoras:

- Gestión inteligente de procesos
- Electrónica y simulación
- Informática avanzada

### Principales aportaciones al sector energético

En 5 décadas, el INEEL ha realizado una gran cantidad de aportaciones al sector energético en México, algunas de las más relevantes son las siguientes:

- **Sistema Eléctrico Nacional.** Implementación de tecnologías, metodologías y estudios, entre las principales: diagnóstico de equipo primario,

protección contra tormentas eléctricas, planeación de la expansión y calidad de la energía.

- **Eficiencia energética.** Instalación de un laboratorio de combustión que permite la evaluación de combustibles líquidos fósiles y otro de biocombustibles para aviación. Desarrollo de normas y metodologías de eficiencia energética y uso eficiente de la energía.
- **Geotermia en México.** Impulsores desde la década de 1980 mediante la exploración y evaluación de recursos geotérmicos, estudios de la física de yacimientos y de fluidos de baja entalpía para su aprovechamiento integral.
- **Hidrógeno y celdas de combustible.** Promotores en el desarrollo de tecnología para la producción de hidrógeno y celdas de combustible.
- **Ingeniería civil.** Elaboración de manuales para diseño normalizado de estructuras y cimentaciones considerando cargas sísmicas y cargas de viento.
- **Sistemas de información.** Aportaciones relevantes para CFE, PEMEX y CENACE; desde sistemas de adquisición de datos hasta sistemas corporativos, destacando: sistemas para la operación y gestión del Mercado Eléctrico Mayorista (MEM), sistemas en tiempo real para monitoreo y control de procesos, sistemas de medición y control, sistema para la comercialización de gas natural y sistema de información energética.
- **Simuladores.** Para el entrenamiento de personal especializado responsable de la operación de procesos productivos se han desarrollado diversos simuladores, entre los más relevantes destacan: de la Central Nucleoeléctrica de Laguna Verde, los del Centro Nacional de Capacitación de Ixtapantongo, del Sistema de Transporte Colectivo Metro de la CDMX y de Centros de Control de Distribución.

### Retos, oportunidades y futuro

Con el objeto de apoyar a las dependencias, organismos, Empresas Públicas del Estado (EPS) y al sector privado en sus funciones, el INEEL tiene varios retos, entre los que se pueden destacar:



**Foto 3.** Unidad Central Maestra desarrollada para la CFE (UCM-CFE), instalada y operando en el Centro de Control de Distribución Camargo.

- **Modernización de la infraestructura:** aplicación de estudios y metodologías para optimizar la inversión para la modernización y mantenimiento, con el fin de mejorar la eficiencia y reducir el impacto ambiental.
- **Transición energética:** desarrollo tecnológico e innovación, de origen nacional, que permita transitar hacia fuentes de energía más limpias y renovables, mitigar los efectos del cambio climático y mejorar la calidad del aire.
- **Rentabilidad:** desarrollo de metodologías y tecnología para mejorar la situación financiera y eficiencia operativa de las EPS.
- **Eficiencia energética:** desarrollo de estrategias, mecanismos y dispositivos para un uso más eficiente de la energía en todos los ámbitos y sectores, para reducir la demanda energética y así contribuir a mejorar el impacto ambiental.

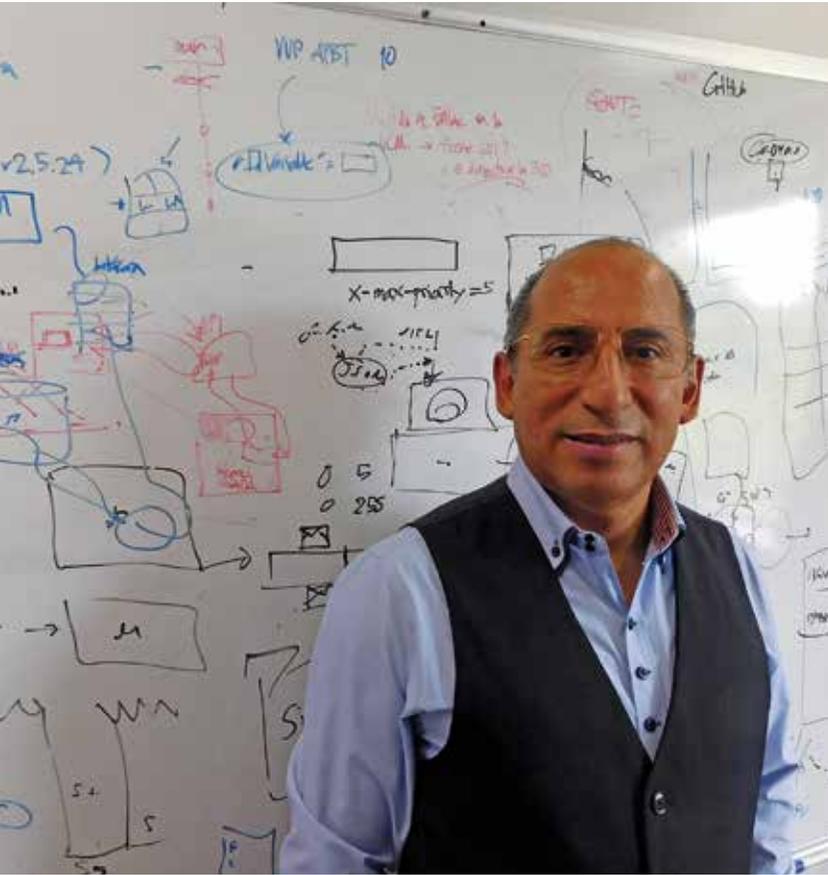
De igual forma, existen oportunidades:

- Incrementar, de manera ordenada, la integración de energías renovables para la atención de la demanda energética, manteniendo la confiabilidad, seguridad y eficiencia de los sistemas energéticos.



- Mejorar la eficiencia de la industria y facilitar el acceso a energía más limpia y a mejores precios.
- Diversificar las fuentes de energía e incrementar la producción nacional.

El adecuado desarrollo del sector energético y su industria es indispensable para México, el futuro del INEEL está ligado al desarrollo tecnológico e innovación para apoyar el crecimiento, optimización y seguridad, con tecnología soberana y especialistas nacionales en ciencias de la energía, que en su conjunto apoye el desarrollo económico, industrial, social y ambiental del país, para el bienestar de la población. **H**



## Con tecnología mexicana, detectamos fallas en redes eléctricas en tiempo real

**Durante más de 35 años, el Licenciado en Informática, Carlos Uribe, ha participado en el desarrollo de sistemas del IIE y el INEEL para vigilar redes con cómputo.**

Staff Hypatia

**C**uando hay un corte de energía eléctrica en una ciudad o en una región de México, pueden generarse muchos problemas que se deben evitar, como la suspensión de servicio en un hospital, una red de semáforos o un evento público. Para restablecer rápidamente el abasto es necesario que existan sistemas de monitoreo de redes de distribución en tiempo real, que detecten y reporten el problema en periodos de dos segundos para poner en marcha un conjunto de acciones que restituyan el servicio.

En Cuernavaca, en el Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias (INEEL) se han desarrollado sistemas y equipos mexicanos para vigilar redes eléctricas en tiempo real, gracias al trabajo de investigadores como el Licenciado en Informática, Carlos Eduardo Uribe Blanco, quien desde fines de los años 80 ha sido integrante, primero, y jefe, después, de 12 proyectos.

“Los sistemas en tiempo real tienen que responder en segundos o milisegundos cuando se presenta una falla, y deben ser seguros, pues sería muy grave si no se activan. Un ejemplo cotidiano es el sistema de bolsas de aire que tienen los automóviles para proteger a los pasajeros en un choque; si no se activa en milisegundos genera problemas muy graves”, comenta en entrevista con la revista HYPATIA, el experto en cómputo egresado de la Universidad Veracruzana (UV), quien se integró al INEEL hace más de 35 años, cuando todavía se llamaba Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE).

“Llegué desde Xalapa porque aquí tenía la oportunidad de desarrollar mi tesis de licenciatura participando en el desarrollo de un sistema en tiempo real. No me interesaba mucho desarrollar sistemas de cómputo para temas administrativos y gracias a este proyecto gané, en 1991, el Certamen Nacional de Tesis que entonces organizaba el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt)”, cuenta Uribe Blanco.

La infancia y juventud de este experto en programación transcurrieron entre la pequeña comunidad veracruzana llamada Tamarindo, en el municipio Puente Nacional, y sus viajes diarios o temporales para

estudiar primaria, secundaria, preparatoria y licenciatura en Chichicaxtle, Rinconada, Xalapa, y luego Cuernavaca. “A veces caminando, a veces colgados del tren y a veces en autobús”.

Ahora, Carlos Uribe es llamado por sus compañeros *Ingeniero* y considera que una de sus aportaciones más importantes para México fue coordinar la creación del Unidad Central Maestra (UCM), que usa actualmente la Comisión Federal de Electricidad (CFE), en Camargo, Chihuahua. Esa UCM fue el primer ejemplo de que se podían hacer en México equipos y sistemas que sólo fabricaban en Alemania, Canadá, Estados Unidos y Reino Unido.

“En todo el país, Comisión Federal de Electricidad requiere 150 UCMs como la que hicimos. Si las compra al extranjero, debe pagar entre 10 y 20 millones de dólares por cada una. La que desarrollamos y mejoramos nosotros costó un máximo de 100 millones de pesos (5 millones de dólares) y estamos en proceso de implantar otras 30 UCMs en diferentes puntos del país. Estos equipos tienen capacidad para detectar e informar fallas en dos segundos y, con una función matemática,

dice exactamente dónde estuvo el corte de la red eléctrica con una diferencia de precisión máxima de 50 metros. Así se puede aislar la falla en los postes vecinos y restablecer el servicio alrededor. Además, la cuadrilla de reparación sabe rápido a dónde dirigirse para trabajar”, explica el investigador del INEEL.

A lo largo de la conversación con Carlos Uribe, subraya que los beneficios de esta tecnología mexicana ocurren en diferentes niveles: al ser desarrollada con software de uso libre se ahorra al país dinero por pago de licencias; al mejorar la eficiencia en la distribución eléctrica se evita desperdicio de energía generada y gasto de combustibles contaminantes, y al proteger a equipos de descargas pueden durar más años y evitar ser desechados como basura industrial.

“Hemos avanzado mucho. Desarrollar el primer sistema de este tipo nos tomó 15 años, y el más reciente un año y ocho meses. Todavía se pueden hacer mejoras en sistemas operativos, ciberseguridad, protocolos de comunicación. Eso ya será parte de otra etapa, que son los Sistemas Avanzados de Distribución Eléctrica”, concluyó el investigador. **H**





Centro de convenciones de Kigali, Ruanda; sede de la XIII Conferencia sobre ciencia del VIH.

## Agenda científica

Algunos proyectos, encuentros y aniversarios científicos de interés mundial ya cuentan con agenda. HYPATIA comparte una selección de los que ocurrirán entre julio y septiembre de 2025.

### Julio

- **1-4.** XIV Conferencia regional para América Latina y el Caribe, y XXIII Congreso de Investigación sobre el Tercer Sector. Universidad Anáhuac Norte. Huixquilucan, Estado de México, México.
- **12-16.** Congreso anual de la International Political Science Association (IPSA). Seúl, Corea del Sur.
- **13-17.** IAMCR (International Association for Media and Communication Research). Singapur, China.

- **14-17.** XIII Conferencia de la IAS sobre Ciencia del VIH, IAS 2025. Centro de convenciones de Kigali, Ruanda.

### Agosto

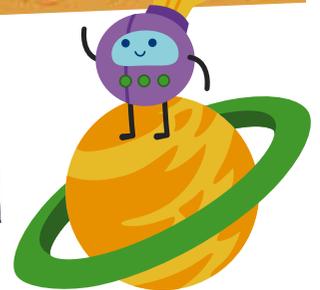
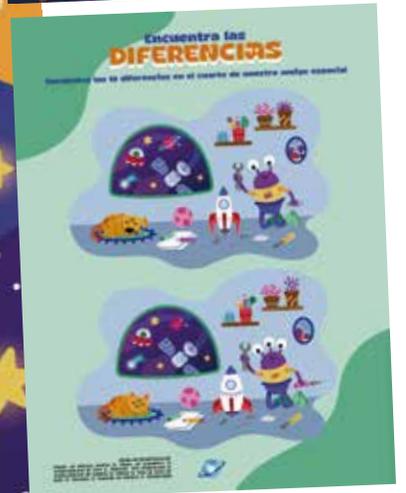
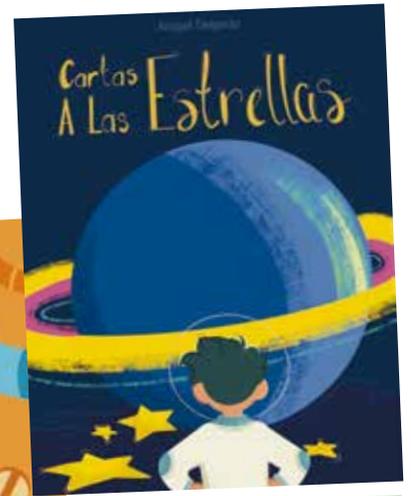
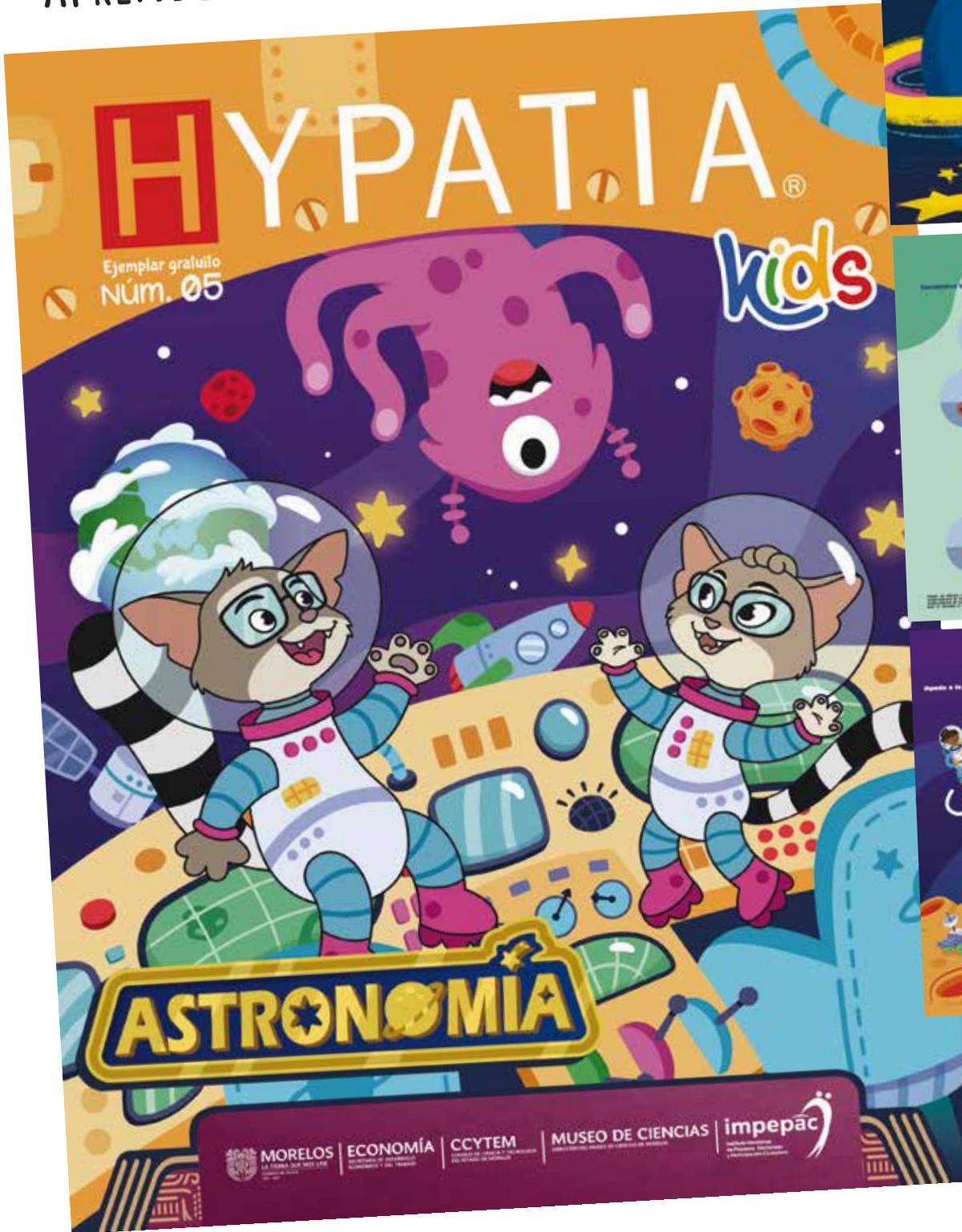
- **Día por definirse.** En agosto, la sonda espacial europea JUICE realizará una aproximación a Venus, como prueba en su ruta hacia las lunas heladas de Júpiter.
- **11-13.** Congreso Ai4 2025. 350 ponentes y 4,500 asistentes revisan avances recientes en Inteligencia Artificial. Las Vegas, Estados Unidos.
- **11-13.** Congreso Interamericano de Agua, Suelo y Agrobiodiversidad (CIASA). Ciudad de México, México.
- **25-27.** 4º Seminario Internacional de Investigación sobre Archivística, Memoria y Sociedad. IIBI-UNAM. Ciudad Universitaria de la UNAM, México.
- **27-29.** Congreso Internacional de la Red de Investigación Interinstitucional (CIREDII). Cambio climático, seguridad alimentaria y ODS. Colima, México.

### Septiembre

- **31 agosto-5.** XXIII Congreso Mexicano de Botánica, en la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, México.
- **7-10.** 13º Congreso Mundial DOHaD (Orígenes del Desarrollo de la Salud y la Enfermedad). Buenos Aires, Argentina.
- **9-13.** XIX Congreso RedPOP 2025 (Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnología en América Latina y el Caribe). Puebla, México.
- **24-26.** 6to Congreso Internacional de Energía. Palacio de Minería. Ciudad de México, México.
- **25-27.** Conferencia Anual del Consejo Centro-Norte de Latinoamericanistas: 'Muchas Américas. Northfield, Minnesota, Estados Unidos.



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



# 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

