

# YPATIA®

ISSN 2007-4735

Ejemplar gratuito  
Octubre-diciembre de 2025

Núm. 82



**CIENCIA, TECNOLOGÍA Y DESARROLLO SUSTENTABLE**  
ALAN DUPRÉ RAMÍREZ

**MICRORNAs CONTRA EL CÁNCER**

**SIG-TLAKUALI**  
**UNA APP PARA LOS CAMPESINOS DE MORELOS**



**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 Moreense  
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

**Coordinación de Proyecto de Divulgación CeMoCC**  
Mtra. Lizbeth Amayrani Delgado Sánchez

Hypatia, año 24, num. 82, cuarto 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 3123979 / revistahypatia.morelos.gob.mx / hypatia@morelos.gob.mx

**EDITOR RESPONSABLE: JAIME EUGENIO ARAU ROFFIEL**

Reserva de derechos al uso exclusivo número:

04-2023-090512344400-102. 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 enero de 2026, 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 y en el sitio de la Sociedad Mexicana para la Divulgación y la Técnica A.C.

La publicación no expide cartas a sus colaboradores.

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).



**Hypatia web**  
Escanea y encuentra  
todos nuestros números.

## CONTENIDO

3

### Editorial

Dr Jaime Eugenio Arau Roffiel

4

### Alan Dupré: Decimos sí al desarrollo, sin destruir nuestro territorio

Antimio Cruz

9

### Foto HYPATIA

### Cultivo biotecnológico de hongos

Dr. Isaac Tello Salgado

10

### Lágrimas de sangre

Kristel Ibarra Encinas  
Dtte. Francisco Salazar Villegas

12

### De exóticas, nativas y traslocadas

M.C. Esaú Leyva Sánchez  
Dr. Óscar Dorado Ramírez

14

### ¿Nidos desechables?

Biól. Héctor Eduardo Franco Coterio  
Jimena Ramos  
Dr. Marco Franco Archundia

18

### Biorrefinerías en México

Dra. Nadine Lorena Luna Mejía  
Dr. Alfredo Quinto Hernández  
Dra. Minerva G. Vargas Vega  
Dr. Omar Christian Benítez Centeno

20

### SIG-Tlakuali ayuda a campesinos, desde el celular

Staff Hypatia

22

### Sembrando con Energía

Dr. Fidel Benjamín Alarcón Hernández  
Dr. Antonio Castillo Gutiérrez  
Dra. María del Carmen Fuentes Albarrán  
Dr. José Luis Gadea Pacheco

24

### Banco de germoplasma de Nochebuena

Dr. Jaime Canul Ku  
Dr. Edwin Javier Barrios Gómez  
Dra. Sandra Eloísa Rangel Estrada  
M.C. Faustino García Pérez  
Dr. Alejandro Pérez Rosales

26

### ¿Ciencia para quién?

Dra. Joana Galindo Márquez

28

### MicroRNAs y su impacto en cáncer

Dra. Gabriela Elizabeth Campos Viguri  
Dra. Mónica Escamilla Tilch  
Dr. Paul Mondragón Terán

30

### Fragmentos de anticuerpos

IBT. Angel Salvador Ortega Catalán  
Dra. Adriana M. Longoria Hernández

32

### De lo invisible a lo visible

Dafne Orianni Villegas Castañeda  
Esmeralda Morales Ramírez  
Dra. Gabriela Castañeda-Corral

34

### ¿Cómo aprenden a "leer" las máquinas?

MSC. Yessenia Díaz Álvarez  
Dr. Raúl Pinto Elías  
Dra. Andrea Magadán Salazar  
Dr. Noé Alejandro Castro Sánchez  
Dr. Jorge Alberto Fuentes Pacheco

36

### El mercado sabelotodo

M. en C. Antonio Lira Verduzco  
Dra. Manan Vyas

38

### Agenda científica

Enero-marzo

# Carta editorial

**M**orelos es un territorio que comparte múltiples formas de vida. El equilibrio entre la humanidad, la flora, la fauna y los microorganismos es fundamental para atender desafíos como el desarrollo económico sin destrucción de los ecosistemas, la seguridad alimentaria y la salud pública.

La edición 82 de la revista HYPATIA aborda ese balance necesario en las interacciones entre las personas y la naturaleza, así como la forma en que la ciencia y la tecnología ayudan a mantener relaciones saludables y duraderas.

En estas páginas se presenta una entrevista con el Secretario de Desarrollo Sustentable de Morelos, Alan Dupré, en la que explica cómo se usa tecnología de punta para combatir incendios, generar energía limpia en edificios gubernamentales, vigilar satelitalmente áreas naturales protegidas y monitorear fauna silvestre mediante cámaras trampa en las barrancas.

También la revista presenta detalles de la nueva plataforma tecnológica y app desarrollada en Morelos para que los campesinos puedan consultar, de manera gratuita y desde su teléfono celular, la fertilidad de sus suelos. Esta herramienta, llamada SIG-Tlakuali, es única en todo México, pionera y vanguardista.

Además, la revista presenta doce artículos de divulgación que nos comparten estudiantes de bachillerato, licenciatura, posgrado, profesores e investigadores. Los temas son tan diversos como la existencia de un reptil morelense que “llora sangre”; el uso de microARNs para combatir el cáncer; la manera como procesan la información las bolsas de valores; las diferencias entre especies nativas, exóticas e invasoras; las aplicaciones de la nueva Ley de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación, entre otros.

Este esfuerzo de comunicación es apenas una mirada panorámica del vasto trabajo de investigación y desarrollo que se genera en Morelos y en México, el cual nos sentimos orgullosos de compartir con ustedes.

**Dr. Jaime Eugenio Arau Roffiel**

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





**Alan Dupré:**

## Decimos sí al desarrollo, sin destruir nuestro territorio

**El secretario de Desarrollo Sustentable explica cómo usan tecnología de punta para combatir incendios, proteger biodiversidad, recuperar ríos y adoptar energías limpias**

**Antimio Cruz**

**M**orelos es el segundo estado más pequeño en la República Mexicana, solo mayor a Tlaxcala, pero es también un territorio con un patrimonio natural rico y diverso que combina ecosistemas como el bosque alto de pino y encino, la selva baja caducifolia y núcleos de selva tropical contenidos en sus barrancas. Al mismo tiempo, Morelos ha sido una de las entidades que ha experimentado una de las mayores explosiones demográficas en los últimos 55 años, al pasar de 600 mil habitantes, en 1970, a casi 2 millones de habitantes en 2025. A esto se suma la visita de entre 250 mil y 500 mil turistas y residentes temporales cada fin de semana.

Esos pocos datos pueden ayudar a entender que la presión sobre los recursos naturales es grande, desde el punto de vista de las interacciones entre seres humanos y ecosistemas. Pero además hay que agregar los eventos climáticos que también afectan a la flora



y la fauna, como los incendios, las tormentas, las sequías y las inundaciones. Atender todo esto es responsabilidad de la Secretaría de Desarrollo Sustentable del gobierno de Morelos.

Para atender mejor el enorme volumen de tareas, el equipo de Desarrollo Sustentable se apoya en datos y herramientas que aportan la ciencia y la tecnología, como explica el secretario Alan Dupré Ramírez que, en 2025, se utilizaron por primera vez drones con cámaras detectoras de calor para analizar y combatir mejor los incendios forestales; se colocaron 100 cámaras trampa de detección de fauna, en diferentes áreas naturales, con las que se pudieron fotografiar venados, pequeños felinos silvestres y otras aves que no se habían reportado desde hace al menos un lustro.

Dupré Ramírez también habla de otros trabajos de alto impacto en las zonas urbanas, como el proyecto piloto para alimentar con electricidad de paneles solares a diferentes instalaciones de salud y deporte del gobierno estatal; el trabajo de rescate del río Cuautla, con la elaboración de la primera base de datos de volumen y georreferenciación de descargas irregulares de aguas residuales; además del trabajo preventivo que significa el haber realizado 5 mil esterilizaciones gratuitas de animales domésticos, en un solo año.

**Desde la visión que tenemos del desarrollo sustentable, esto significa: sí al desarrollo sin seguir destruyendo nuestro territorio.**



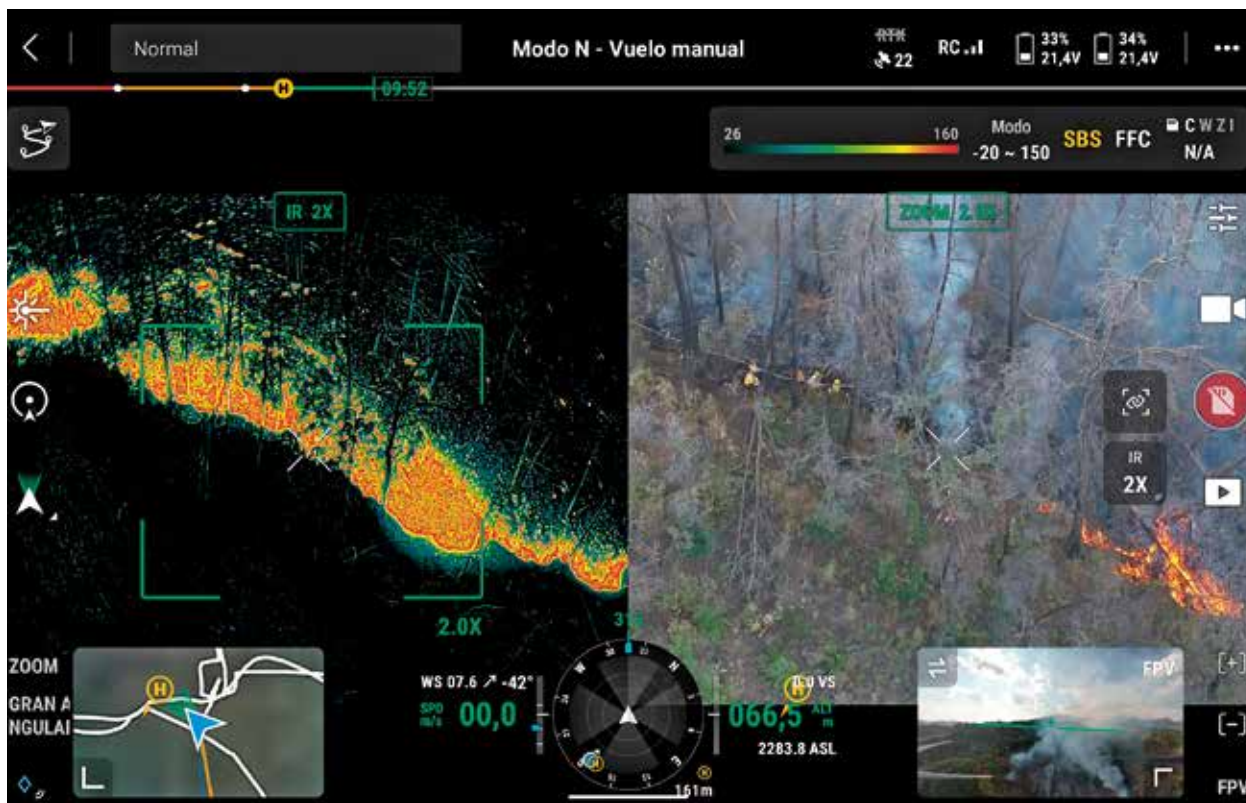
Dupré Ramírez es uno de los integrantes más jóvenes del gabinete del gobierno estatal. Su formación académica es como licenciado en Administración y maestrante en Gestión Ambiental, por la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM).

Originario de Cuautla, Alan creció a las afueras de la ciudad, cerca de terrenos cultivados con maíz y caña de azúcar. En sus juegos infantiles convivió con la naturaleza. Su memoria guarda recuerdos de viajes, con su papá, a los bosques ubicados en los límites entre Morelos y el Estado de México, donde se impone la gigantesca presencia del volcán Popocatepetl.

También recuerda el cuidado y trabajo que su mamá dedicaba a las plantas en el huerto familiar y algunos días libres en los que nadaba cerca del pozo de agua de los Cerritos o en la zona de Santa Rosa, donde crecen los berros, la menta, la hierbabuena.

“Mi madre siempre tuvo esas plantas para comer, para guisar. Creo que todo eso era la manera como mis padres me inculcaron el respeto hacia las diferentes formas de vida; por ejemplo, la protección de los árboles, que mi familia comparte de una manera muy profunda, y lo mismo el respeto hacia los animales”, dice a esta revista antes de agregar un recuerdo más: el grito o silbido de las águilas que anidaban en una alta torre de electricidad que estaba cerca de su casa y que, ahora, le permite entender por qué la palabra Cuautla significa “donde abundan las águilas”.





## Drones para combatir incendios

Desde octubre de 2024, cuando asumió el cargo de Secretario de Desarrollo Sustentable de Morelos, Alan Dupré se ha apoyado en la ciencia y la tecnología para abordar varios desafíos relacionados con la convivencia humanidad-naturaleza: “Creo que al gobierno le toca utilizar a la ciencia y tecnología como una herramienta solucionadora de problemas públicos. Yo considero que desde esta Secretaría lo hemos hecho”, dice a esta revista del Museo de Ciencias de Morelos.

“Este año, la tecnología nos ayudó a atender con mucha mayor efectividad el combate de incendios. Adoptamos nuevos equipos tecnológicos, como son los drones, que tienen muchas aplicaciones. Por ejemplo: pueden volar hasta 15 kilómetros de donde el operador esté parado. Eso nos permitió, algunas veces, mirar desde Cuernavaca lo que estaba ocurriendo en Tepoztlán. Eso fue maravilloso porque en los años anteriores se tenían que trasladar los combatientes forestales en vehículo y luego a pie, para verificar el punto donde iniciaba el incendio y establecer una estrategia. Ahora, pudimos enviar un dron desde la Paloma de la Paz y llegar al

lugar del incendio en cuestión de minutos”, dice el funcionario público y profesor de la UAEM, quien agrega que los drones están equipados con cámaras detectoras de puntos de calor, lo que también les permiten ver a través el humo y entregar información sobre los puntos donde el fuego era más intenso y la dirección de su desplazamiento, para elaborar mejores estrategias de combate.

## Satélites para cuidar áreas naturales

Otra aplicación de la tecnología que está por iniciar, en febrero, es el monitoreo satelital de los 90 kilómetros cuadrados de áreas naturales protegidas estatales, que no se pueden supervisar diariamente con inspección ocular. Son seis polígonos diferentes: El Texcal, el río Cuautla, Sierra de Montenegro, Parque Chapultepec, Cueva el Salitre y Cerro de la Tortuga. Este proyecto trabajará con dos satélites que entregarán imágenes diarias. Con ellas se generará un *software*, fortalecido con inteligencia artificial que emitirá alertas cuando haya cambios registrados en fotografía satelital. Así se tendrá diario un corte de imagen que nos alerte sobre alguna posible invasión, proceso constructivo irregular o algún cambio en la configuración del suelo.

“Por ejemplo, si un día teníamos registrada una zona con cubierta vegetal y al día siguiente ya no hay; eso significa que hay un desplante o una posible intención de construir. Estos 90 kilómetros cuadrados estarán organizados en cuadrantes, con un sistema que nos permitirá saber con mucha precisión si en el cuadrante tal o cual se debe hacer una inspección presencial. Así dejaremos de perder el tiempo en el “juego del gato y el ratón”, de modo que con menos personas y un conjunto de computadoras podremos vigilar mejor los 90 kilómetros cuadrados, apoyados en tecnología”, detalla Alan Dupré.

## Aprovechar energía solar

Otro proyecto emblemático que está en marcha es el esfuerzo para adoptar fuentes de energía renovable, como la energía solar. Morelos es uno de los cinco estados de la República con más radiación solar en el año y se tiene en marcha un programa piloto para abastecer a diferentes instalaciones públicas con electricidad generada con paneles solares.

“Se tiene un esquema que plantea dejar bases muy sólidas con el presupuesto limitado que se tiene. Lo que quieren es utilizar grandes espacios públicos para que la gente sepa y conozca del beneficio que hay al utilizar







la energía solar”, dice Dupré Ramírez. “Estamos trabajando en diferentes proyectos: uno es el estadio Centenario; otro es el Hospital del Niño Morelense, que es una de las mejores infraestructuras de salud pública que hay en el país y tiene una gran carga financiera en el pago de su servicio de energía eléctrica. Otros dos son El Miraval y otra sede deportiva que tiene el Instituto del Deporte, en Xochitepec. Entre todas las instalaciones gubernamentales, podríamos estar hablando de un ahorro de 1.5 millones de pesos en pago de electricidad cada bimestre, lo cual es un ahorro gigante; considerando que un hospital puede usar ese dinero en otras cosas que pueden ser mucho más tangibles para la población”.

### Rescate de ríos y barrancas

Finalmente, dentro de la larga lista de tareas y proyectos en marcha, el secretario de Desarrollo Sustentable habla del rescate de ecosistemas deteriorados y de importancia cardinal para la conservación de la vida en Morelos: los ecosistemas hídricos, como ríos y barrancas.

En relación con el río Cuautla, se logró por primera vez identificar y georreferenciar las descargas irregulares hacia el río, y se elaboró una base de datos del volumen de descargas. Fue un trabajo científico de un año y con investigación de campo para precisar dónde salen los tubos con agua sucia.

De un universo aproximado de setenta fuentes de descarga, se identificaron a 34 que se pueden remediar mediante un biodigestor para evitar que sigan contaminando al río. En otras 14 fuentes se encontró que el drenaje está a menos de una cuadra y ahora deberán conectarse al drenaje.



También se ha realizado trabajo para la recuperación de las barrancas en Morelos. Anteriormente, la Secretaría de Desarrollo Sustentable no se apoyaba en la tecnología. En la actualidad, ya se cuenta con más de 100 cámaras trampa de detección y monitoreo de vida silvestre.

“En este primer año nos planteamos encontrar biodiversidad y comunicarla. Nadie protege lo que no conoce y, gracias a este esfuerzo, hemos encontrado venados en Cuernavaca. ¿Quién se hubiera imaginado eso? Además, hemos registrado una gran cantidad de aves y otros animales”.

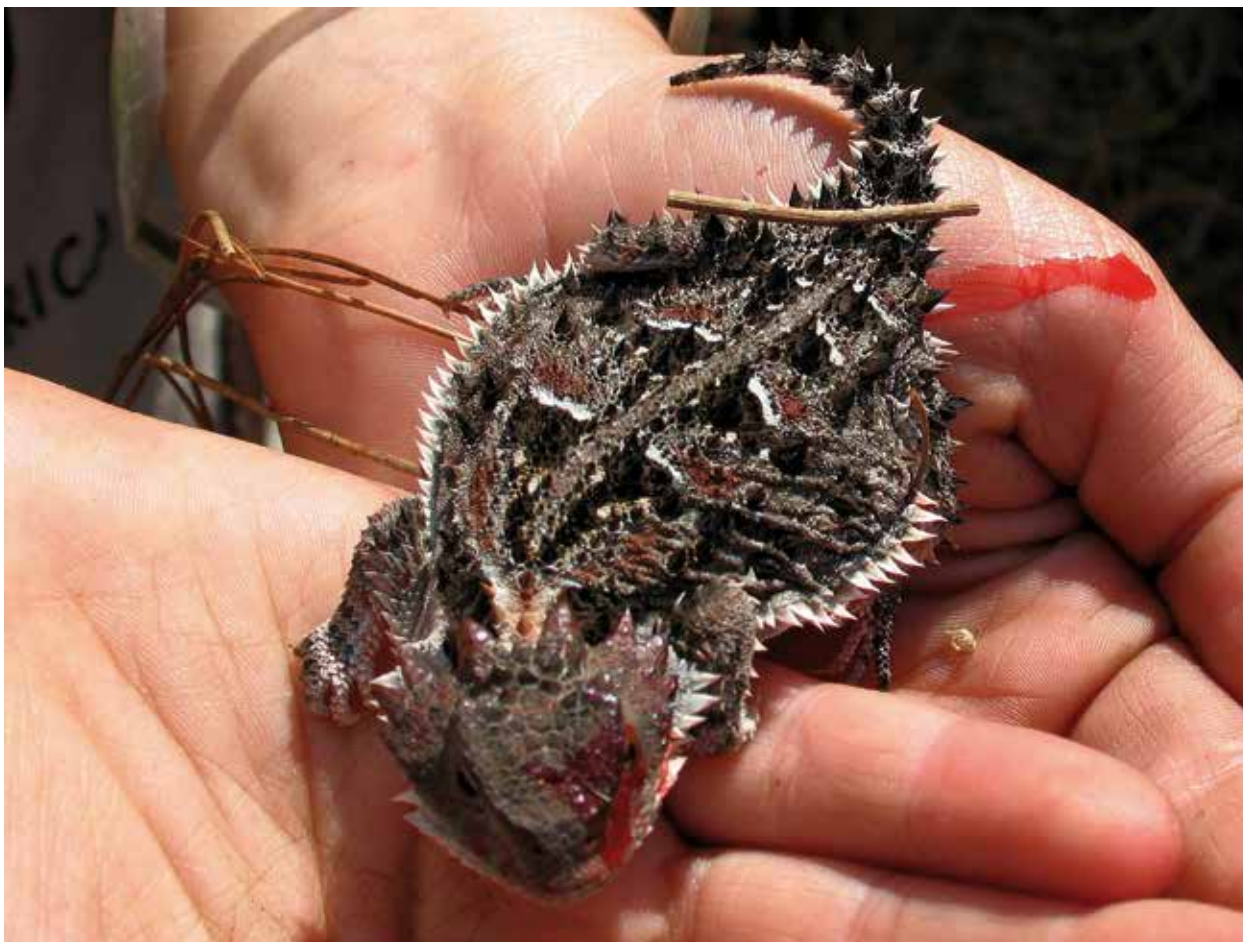
Esa protección a la fauna también se vincula con el programa llamado RUM (Registro Único de Mascotas), que en su primer año de aplicación logró la esterilización de 5 mil animales domésticos, de manera gratuita.

“Para el siguiente año, con estos avistamientos de especies que hemos tenido, sabemos dónde reforzar las esterilizaciones, porque en las mismas cámaras en las que apareció un venado, aparecen posteriormente perros. Entonces, ahora ya sabemos que hay que ir más allá en el programa de esterilización”, concluyó Alan Dupré. **H**





Unidad de transferencia de tecnología de hongos comestibles, funcionales y medicinales de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM). Cultivo biotecnológico de especies con importancia medicinal. Autor: Dr. Isaac Tello Salgado, profesor investigador de la UAEM nacido en Cuernavaca, Morelos en 1979; doctor en ciencias por el Colegio de Postgraduados, campus Puebla.



# Lágrimas de sangre

**La estrategia de defensa de un reptil que habita en Tres Marías**

**Kristel Ibarra Encinas** | kristel.ibarra@uaem.edu.mx  
Estudiante de la carrera de Técnico Forestal  
Escuela Preparatoria Comunitaria de Tres Marías  
Universidad Autónoma del Estado de Morelos

**Dtte. Francisco Salazar Villegas**  
francisco.salazar@uaem.docentes.edu.mx  
Escuela Preparatoria Comunitaria de Tres Marías  
Universidad Autónoma del Estado de Morelos

Un día, en el salón de clases, el profesor de biología me observaba con atención; de pronto me preguntó: ¿Por qué lloras? —Estoy triste— le contesté.

—Mientras no llores sangre, todo está bien— dijo el profe, tratando de animarme. Luego comentó que a la condición en la cual las lágrimas de las personas están acompañadas de sangre, se le conoce como hemolacria, que puede ser causada por numerosas enfermedades, ya sea por un tumor en el aparato lagrimal, afecciones oculares o incluso por estrés excesivo, entre otras causas.

**—Como los llorasangre—  
comenté inmediatamente.**

**—A ver, explícame —me respondió él.**

En mi comunidad, Tres Marías, Morelos, la cual pertenece al Corredor Biológico Chichinautzin, habita una especie de reptil que llamamos *llorasangre*. Es una





lagartija cornuda mexicana (*Phrynosoma orbiculare*), que incluso convive con nosotros, en las áreas verdes de nuestra escuela.

Los *llorasangre* también son llamados tapayaxin. Se trata de lagartos cornudos, sapos cornudos o camaleones, que pertenecen al género *Phrynosoma*. Hay 21 especies, pero en nuestro país, actualmente se tienen registradas 16 especies, de las cuales seis son endémicas, es decir, que no se encuentran en ninguna otra parte del mundo.

En nuestra comunidad, localizada en el norte del estado de Morelos, al *llorasangre* también lo conocemos como camaleón. La especie que habita en nuestro ecosistema es endémica de México. Se distribuye desde Chihuahua hasta el sur de Puebla y Guerrero, encontrándose en altitudes de 1370 hasta 3450 metros sobre el nivel del mar (msnm), principalmente en lugares montañosos, en espacios abiertos de pastizales de bosques de pinos-encinos, teniendo también presencia en zonas semidesérticas.

Aquí, en Tres Marías, el hábitat donde viven nuestros camaleones *llorasangre* se encuentra a 2800 msnm, con pastizal dominado por el zacatón (*Muhlenbergia macrura*). El clima es templado húmedo, con una temperatura promedio de 15 °C. Estos reptiles se alimentan principalmente de hormigas (mirmecófagia), se reproducen durante el otoño e invierno y pueden llegar a tener 19 crías, siendo la temperatura un factor limitante en su periodo de actividad y comportamiento en lo general.



Lo extraordinario de este tipo de organismos es que presenta un arma fisiológica como estrategia de defensa: lanza un chorro de sangre sobre la nariz, boca y ojos del depredador, provocando su huida, de ahí que se les conozca como *llorasangre*. En realidad, no lloran sangre; presentan un músculo que, cuando se encuentran en una situación de estrés o peligro, este presiona la vena yugular, ocasionando que se incrementa el tamaño de su cabeza hasta romper los vasos sanguíneos más sensibles, los cuales se encuentran en los párpados del reptil, arrojando un chorro de sangre, el cual puede alcanzar hasta un metro de distancia. Ningún otro ser vivo tiene la capacidad de actuar como lo hacen los lagartos cornudos.

Al igual que los *llorasangre*, las lágrimas que producimos los seres humanos son respuestas a estímulos fisiológicos, ya sean de origen físico, químico o psicológico, por lo que se puede llorar de pena, tristeza, de dolor; sentimientos que se experimentan al saber que, de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059, los *llorasangre* podrían encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.

También se puede llorar de alegría y emoción, como la que al fin de cuentas me causó el escribir este texto, por una simple pregunta y saber que dentro de nuestra escuela se están haciendo esfuerzos de conservación para mantener la población de seres vivos tan especiales. **H**



# De exóticas, nativas y traslocadas

## La importancia de conocer la natividad de las especies

M.C. Esaú Leyva Sánchez | esau@uaem.mx  
Grupo Trópico Seco  
Universidad Autónoma del Estado de Morelos

Dr. Óscar Dorado Ramírez | odorado@uaem.mx  
Grupo Trópico Seco  
Universidad Autónoma del Estado de Morelos

**E**xisten diversas acciones para contrarrestar los efectos negativos de la deforestación; una de ellas es la restauración ecológica (RE), es decir, recuperar un hábitat perturbado a su estado original. Hasta hace pocos años, las campañas de reforestación utilizaban plantas no nativas de México, pero, gradualmente, se han utilizado especies nativas. Sin embargo, esto no ha resuelto el problema, ya que muchas de estas especies son extrañas al ecosistema, independientemente de si son o no mexicanas. Puesto que el hecho de que una especie se encuentre en un sitio determinado no significa que sea nativa del mismo, porque pudo haber sido introducida por humanos.

## Consecuencias de la introducción de especies

Algunos estudios han demostrado que la introducción de especies es una de las causas de extinción de especies nativas. Sitios como Hawái, Australia y varias islas son ejemplo de ello. Si bien no todas las especies exóticas se convierten en invasoras, cambios en el ambiente podrían promover que una especie se



convierta en invasora. Dicha introducción fue por acción directa del humano, ya sea de manera voluntaria (agricultura, por ejemplo) o involuntaria (por ejemplo, migraciones).

## ¿Qué es la natividad de las especies?

El término *natividad*, acuñado en 1835 por John Henslow, se aplica a aquellas especies que de manera natural se distribuyen en un sitio determinado sin intervención humana. Sin embargo, este concepto no es claro en la práctica, debido a las actividades humanas. En este sentido, los estudios para entender la biogeografía de las especies, así como los factores que determinan y modifican su distribución natural, son muy importantes. Actualmente, se han acuñado diversas categorías para distinguir la procedencia de las especies, como endémica, nativa, exótica y trasladada, entre otras.

**Endémicas:** son aquellas especies que se distribuyen en un área específica y no se encuentran de manera natural en otros ambientes. Hipotéticamente, todas las especies son endémicas. Por lo tanto, siempre se debe decir a dónde son endémicos. Como el puma (*Puma concolor*), endémico de América.

**Nativas:** son especies que se distribuyen de manera natural en un área sin que el humano haya intervenido en su distribución. Por ejemplo, el amate amarillo (*Ficus petiolaris*) es nativo de México, aunque su distribución llegue hasta Centroamérica; o sea, es nativo de Morelos, pero no endémico de esta entidad.

**Traslocadas:** este término es muy reciente; son aquellas especies (principalmente plantas) que han sido introducidas a una entidad, aun cuando sean nativas del mismo país. Por ejemplo, la papaya (*Carica papaya*) es nativa de México, pero no de Morelos. Aunque se distribuye desde el sur del país hasta Sudamérica.

**Exóticas:** Son especies que se han introducido de otro país o continente, por ejemplo, jacaranda, buganvilla, mango, palma de coco, manzanos, duraznos, higos, entre otros.



**Invasivas:** Estas especies de rápido crecimiento se establecen fácilmente en cualquier hábitat. Y lo que determina su “invasividad” es la capacidad de desplazar a las especies nativas u ocasionarles algún daño, como los eucaliptos (*Eucalyptus*) de Australia.

## El concepto de *natividad* cobra gran relevancia cuando se trata de recuperar sitios naturales perturbados.

El desconocimiento de las especies nativas puede provocar que en este intento se introduzcan especies no nativas (traslocadas o exóticas) o incluso invasivas, generando más problemas que los que se pretenden resolver. Se recomienda que, si se tiene duda de la natividad de una especie, esta no se utilice, especialmente en países como México, que tiene una gran diversidad de especies cuya natividad está confirmada. Cabe resaltar la importancia del trabajo de expertos, como el de los botánicos, que además de sus conocimientos, es necesario que tengan suficiente experiencia en campo para distinguir nativas, exóticas o trasladadas. **H**



Botellas de PET en el río Apatlaco, Morelos (Imagen: Héctor Franco-Cotero).

# ¿Nidos desechables?

## Impacto de la contaminación plástica en la reproducción de los peces cíclidos

**Biól. Héctor Eduardo Franco Cotero** | [hector.francoc@uaem.edu.mx](mailto:hector.francoc@uaem.edu.mx)

Maestría en Manejo de Recursos Naturales

Centro de Investigaciones Biológicas

**Jimena Ramos** | [jimena.ramos@uaem.edu.mx](mailto:jimena.ramos@uaem.edu.mx)

Facultad de Ciencias Biológicas

**Dr. Marco Franco Archundia** | [marco.franco@docentes.uaem.edu.mx](mailto:marco.franco@docentes.uaem.edu.mx)

Centro de Investigaciones Biológicas

Universidad Autónoma del estado de Morelos

**D**e pequeño, mi mamá me premiaba cuando sacaba 10 en mis exámenes. Saliendo de la primaria corría a la tiendita y compraba chicharrones y un refresco para ver mi caricatura favorita. A veces, el refresco no llegaba a la casa porque me lo tomaba en el camino, por lo que mi mamá guardaba la basura y me decía que era importante “no contaminar”.

En nuestros días, la era de la contaminación por plásticos es una realidad. La mayoría de los ecosistemas acuáticos naturales están llenos de plásticos. Es cierto que estos recipientes nos han facilitado la vida, pero su mal manejo y posterior desecho están ocasionando graves problemas en los ecosistemas, a tal grado de que estas botellas pueden ser el departamento privado de peces de especies invasoras o el sitio ideal para reproducirse.

## La era del plástico

Las perturbaciones antropogénicas son acciones generadas por los humanos que se caracterizan por afectar los ecosistemas naturales. Los ecosistemas acuáticos son los hábitats que mayor actividad antropogénica presentan y los más vulnerables a estas alteraciones. Cerca del 80 % de los ríos mexicanos se encuentran contaminados por basura o desechos humanos, siendo los plásticos el principal contaminante.

La era del plástico comenzó hace 74 años, cuando comenzó su fabricación a gran escala; se clasifican por su tamaño: macrolásticos (mayores a 5 mm),



microplásticos (menores a 5 mm) y nanoplásticos (menores a 0.1  $\mu\text{m}$ ). En México, se produjeron aproximadamente 40 millones de toneladas de residuos sólidos urbanos en el año 2014 y los plásticos constituyeron el 11 % de estos contaminantes ¡Vaya dato sorprendente! Desde esa fecha, la industria del plástico en el país crece a una tasa anual superior al 7 % aproximadamente.

Uno de los productos plásticos más utilizados son las botellas de tereftalato de polietileno (PET); utilizadas ampliamente en la industria de bebidas y para envasar alimentos. Durante décadas los desechos plásticos, incluidas las botellas de PET, se han vertido en mares, ríos y lagos, provocando su contaminación, a pesar de que el turismo es una actividad económica importante en dichos cuerpos acuáticos.

## Airbnb acuático: botellas de plástico como refugio

A diferencia de otros plásticos, las botellas de PET tienen características físicas que las hacen viables como refugios para algunos organismos. Estos recipientes tienen un orificio (cuello) por donde pueden entrar y salir algunos organismos acuáticos, así como un cuerpo alargado de mayor diámetro. Este escenario es ideal para refugiarse de los peligros que hay en la naturaleza, por ejemplo, la depredación. Algunos de los animales que pueden utilizar las botellas de PET como refugio son los peces cíclidos.

Los peces cíclidos se caracterizan por presentar conductas agresivas en el cuidado parental de su descendencia. Como cuando papá y mamá nos cuidaron cuando fuimos bebés ¡sin su protección no hubiéramos sobrevivido! Algo similar sucede con estos peces, donde los parentales utilizan refugios para poner sus huevos y defender a sus crías. Esta guarida puede encontrarse entre rocas, troncos o algas. Las crías tardan tres días en desarrollarse, para después nadar libremente. Una estrategia bien planeada por los parentales. Sin embargo, en un mundo lleno de plástico, parece que los peces cíclidos han optado por utilizar las botellas de PET como refugio para sus crías.



Cíclido invasor convicto utilizando botella de PET como refugio para sus crías (Imagen: Marco Franco).

## Los inquilinos del fraccionamiento "PET"

La mojarra criolla *Amphilophus istlanus* es el único pez cíclido nativo de la cuenca del río Balsas, la cual atraviesa el centro de México. Durante años fue el único cíclido de esta cuenta, sin embargo, el cíclido convicto *Amatitlania nigrofasciata* (el cual es nativo de Centroamérica) fue introducido en el hogar de la mojarra criolla, y ahora es considerado invasor en el centro de México, compitiendo con la mojarra criolla por recursos, incluyendo los refugios.

### **Ambas especies se han tenido que adaptar a las condiciones de perturbación antropogénica.**

Dentro de estos comportamientos se encuentran utilizar las botellas de PET como refugio y en sus ciclos reproductivos. El pez convicto, al ser más pequeño y audaz, puede utilizar la botella de PET como un recurso más eficiente, ya que las hembras pueden entrar y salir por la boca de la botella sin problemas.



Puesta de huevos del cíclido nativo mojarra criolla en botella de PET (Imagen: Héctor Franco-Cotero).

Esta estrategia puede favorecer su reproducción y evitar que otros depredadores más grandes entren y se alimenten de sus crías.

Para la mojarra criolla, su tamaño es un factor limitante en el uso de las botellas de PET, debido a que es más grande que la boca de la botella y no puede entrar a esta. Sin embargo, se ha observado que este pez nativo coloca sus huevos sobre las paredes de la botella. Ante este escenario, parece que la mojarra criolla tiene mayores riesgos de que su descendencia sea depredada por otros peces, ya que están expuestos a la intemperie, a comparación del pez invasor convicto.

### Barrio contaminado

La depredación de la descendencia no es el único peligro que enfrentan estos peces. Existe evidencia de que los microplásticos y contaminantes resultantes de la degradación del PET en el agua pueden ser absorbidos por otros peces. Si bien no se han efectuado estudios con la mojarra criolla y el cíclido convicto, este

mecanismo puede estar sucediendo de manera similar. Las membranas semipermeables de los huevos absorben los contaminantes presentes en el medio. Esta situación tiene implicaciones graves en la actividad genética y enzimática de los peces, modificando sus patrones de crecimiento y comportamiento.

**Sí, las crías de estos peces pueden presentar malformaciones si están en contacto con los contaminantes del PET  
¡De mal en peor!**

Ante este descubrimiento, necesitamos redoblar esfuerzos para investigar las posibles implicaciones que tienen estos contaminantes en los peces. Por otra parte, está en nuestras manos mejorar el manejo y desecho con nuestros residuos sólidos que generamos día a día, con la finalidad de evitar que la basura llegue a nuestros ambientes acuáticos, ya que esta situación puede tener repercusiones fatales en los peces. **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

**CAMPO**  
SECRETARÍA DE DESARROLLO  
AGROPECUARIO





**Figura 1.** Residuos lignocelulósicos comunes en México: incluyen el bagazo de caña de azúcar, producido en los ingenios azucareros y la cáscara de coco recolectada en mercados.

# Biorrefinerías en México

**Una alternativa para aprovechar los residuos orgánicos del campo**

**Dra. Nadine Lorena Luna Mejía** | nadine.lunam@uaem.edu.mx  
**Dr. Alfredo Quinto Hernández** | alfredo.qh@zacatepec.tecnm.mx  
 Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica  
**Dra. Minerva G. Vargas Vega** | minerva.vv@zacatepec.tecnm.mx  
**Dr. Omar Christian Benítez Centeno** | omar.bc@zacatepec.tecnm.mx  
 Departamento de Metal-Mecánica  
 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Zacatepec

**E**n México y Morelos se genera anualmente una cantidad considerable de toneladas de residuos provenientes del campo, la agroindustria y centros urbanos, los cuales no son aprovechados adecuadamente. En el mejor de los casos, estos residuos tienen como principales destinos la quema o el desperdicio en tiraderos. Por tanto, esta disposición provoca impactos negativos en la contaminación ambiental, especialmente en nuestra atmósfera. Las biorrefinerías han sido sugeridas como una alternativa para el aprovechamiento de estos residuos, las cuales, además de producir biocombustibles, tal como el biodiésel, el bioetanol o el bio-

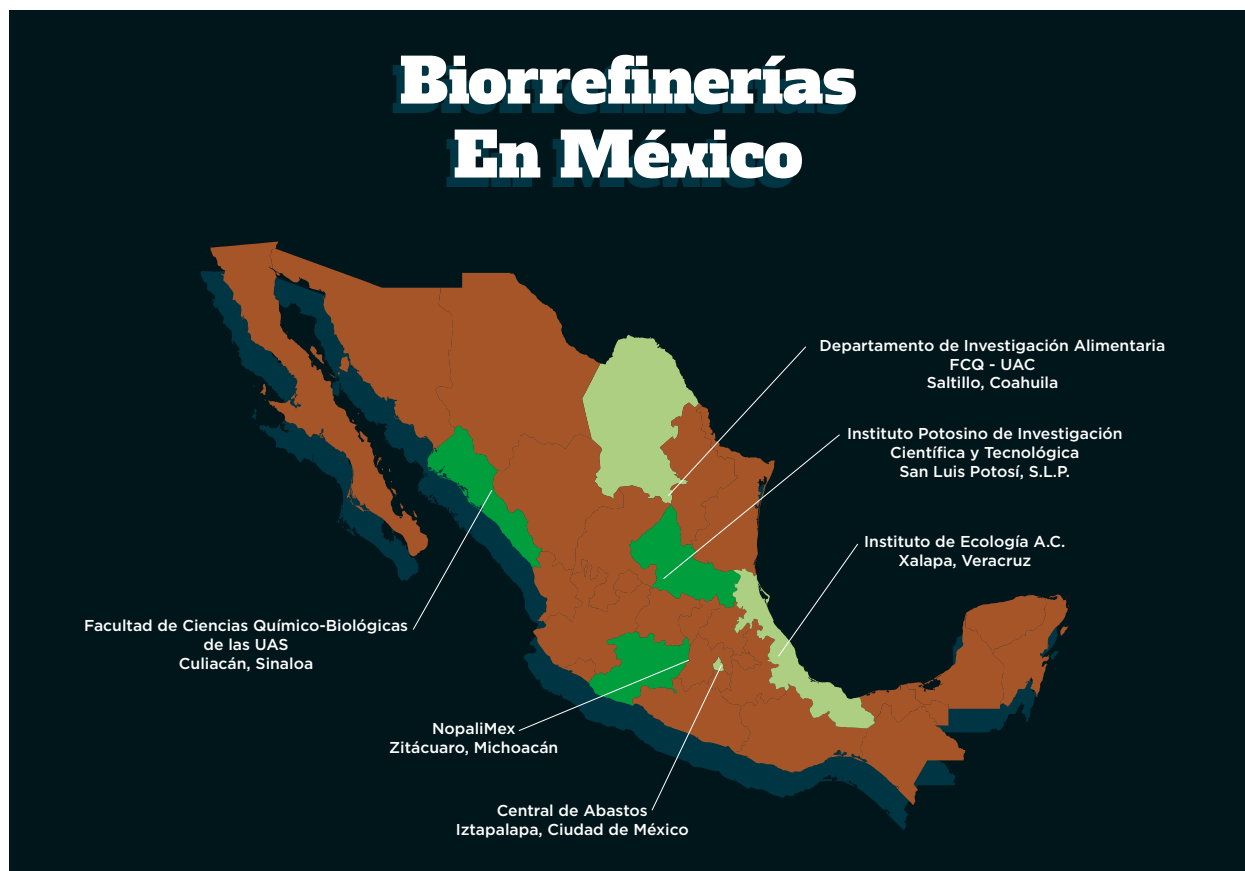
gás, se puede obtener productos químicos a granel o finos, comúnmente llamados productos de alto valor agregado. El esquema en el que se basa una biorrefinería es el mismo que el de una refinería de petróleo. Aquí, el propósito es obtener combustibles con un aprovechamiento total del petróleo, generándose artículos de consumo como plásticos, asfalto o lubricantes. La diferencia principal entre ambos esquemas es la baja huella de carbono generada: en la biorrefinería la materia prima es la biomasa, por lo que se espera una liberación mínima a la atmósfera de carbono proveniente del subsuelo.

Ejemplos de residuos agrícolas son el bagazo de caña de azúcar de los ingenios azucareros y residuos urbanos de tipo lignocelulósico, como los producidos en los mercados, tal como la cáscara de coco (figura 1). Ambos residuos contienen cantidades importantes de celulosa y lignina: biopolímeros procesables para la producción de biocombustibles y productos de valor agregado.

## Biorrefinerías en México

La tendencia mundial es la disminución en la generación de residuos, hacer más eficiente la disposición final y potencializar su aprovechamiento. En este panorama, México tiene un área de oportunidad para





**Figura 2.** Algunas biorrefinerías establecidas actualmente en México.

implementar estrategias prioritarias y acciones puntuales que conlleven el uso eficiente y adecuado de los residuos lignocelulósicos. La generación de combustibles provenientes de insumos renovables a través de biorrefinerías puede ser clave para aumentar la competitividad y depender menos de importaciones energéticas, así como también incentivar la creación de políticas públicas, ya que actualmente no existe legislación explícita en el marco jurídico mexicano.

Algunas de las biorrefinerías establecidas en México se muestran en la figura 2, las cuales han sido financiadas por instituciones de educación y centros de investigación, que incluyen:

- 1) **Instituto de Ecología A.C. (INECOL)** en Xalapa, Veracruz (biogás, biohidrógeno, biodiesel y bioetanol a partir de microalgas y agua residual).
- 2) **Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS)** en Mazatlán, Sinaloa (biodiésel, bioetanol y bioturbosina, glicerina, quitina y quitosano a partir de cáscara de camarón y cangrejo).

3) **Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C. (IPICYT)** en San Luis Potosí (bioturbosina a partir de grasas animales y aceites vegetales, azúcares y alcoholes).

4) **Universidad Autónoma de Coahuila (UAC)** en Torreón, Coahuila (bioproductos y biocombustibles a partir de biomasa lignocelulósica y acuática —macro y microalgas—)

5) **NopaliMex** en Zitácuaro, Michoacán (biogás y electricidad a partir de nopal).

6) **CEDA-Instituto Politécnico Nacional** (biodiésel a partir de aceite usado en cocinas, restaurantes y fábricas de alimento).

La implementación de biorrefinerías en México aún es débil; se requiere financiamiento, investigación, desarrollo y también es necesario el desarrollo de mercados tanto de los productos obtenidos como de las materias primas para hacer más eficiente dicha implementación. Sin embargo, las biorrefinerías sin duda son alternativas viables a los planes de desarrollo sostenible en nuestro país. **H**

# SIG-Tlakuali ayuda a campesinos, desde el celular

**La plataforma gratuita del Gobierno de Morelos informa condiciones del suelo en todo el Estado**

Staff Hypatia

**E**n Morelos, que es el estado de la República mexicana con más científicos por habitante, la aplicación de la ciencia y la tecnología generó una nueva herramienta digital gratuita que puede transformar positivamente el trabajo de los campesinos. Se trata de la plataforma de información SIG-Tlakuali, presentada el 14 de agosto, en Zacatepec, por la gobernadora Margarita González Saravia. A simple vista, se trata de una página de internet, pero en realidad es una gran central de información o una biblioteca viva que se alimenta con da-

tos de satélites y de técnicos de campo. Fue creada con el objetivo de entregar información actualizada, veraz y confiable a los 80 mil 500 agricultores, ganaderos, piscicultores y apicultores que trabajan dentro de Morelos, para que puedan tomar decisiones mejor fundamentadas sobre qué producir, cuándo, cuánto y cómo.

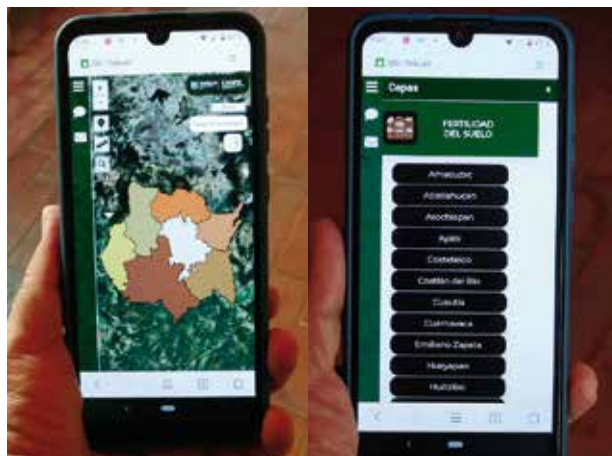
La secretaria de Desarrollo Agropecuario, Margarita Galeana, informó que cualquier persona puede consultar ese banco de datos, desde su teléfono celular, computadora o tablet en la dirección de internet [sigtlakuali.morelos.gob.mx](https://sigtlakuali.morelos.gob.mx). Además, la página cuenta con un chat-bot al que se le pueden hacer preguntas sobre el campo en Morelos y, como un producto adicional, al inicio de 2026 se pondrá a disposición de los campesinos una nueva aplicación o App, para que puedan entrar y navegar dentro de esta plataforma de información, de manera más fácil, rápida y consumiendo menos datos.

## Un mundo en sus manos

Actualmente, cualquier campesino puede tomar un teléfono que se pueda conectar a internet y mirar, en la palma de su mano, una cantidad enorme de información agrícola sobre Morelos. Si entra a la dirección de internet [https://sigtlakuali.morelos.gob.mx/sig\\_tlakuali/](https://sigtlakuali.morelos.gob.mx/sig_tlakuali/), va a abrirse una página con fotografías de campesinos y







dos secciones, marcadas con círculos color café, llamadas Mapa de fertilidad de suelos y Anuario estadístico. Si se aprieta el primero, se llega a un Mapa interactivo del estado de Morelos, y el segundo, a un libro electrónico con datos estadísticos de la entidad.

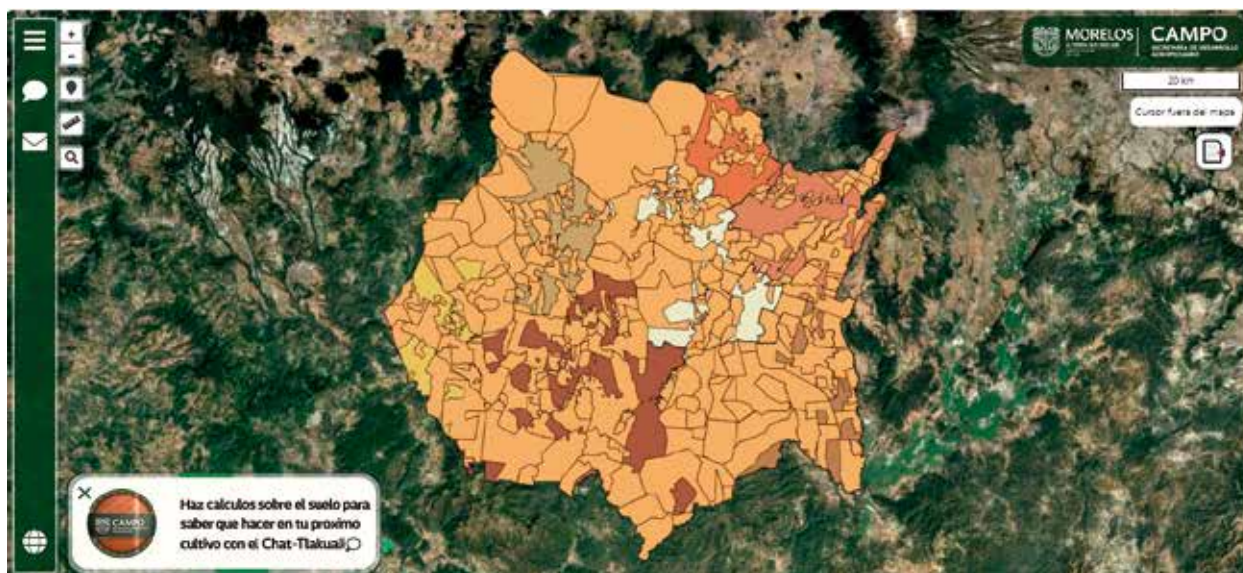
En el mapa se puede seleccionar si se desea ver el Estado como fotografía satelital o como plano. En el extremo izquierdo hay unas líneas que, si se aprietan, abren una lista de “capas”. El botón que se llama “Capas base” le permite al campesino elegir si quiere ver el mapa dividido por regiones agrícolas, municipios o ejidos. Con dos símbolos de “+” y “-” se puede alejar o acercar más el mapa, hasta llegar a un terreno específico. Y luego se pueden usar los otros botones de capas para pedir datos sobre fertilidad de suelos, climatología, hidrología, sector agrícola, sector pecuario o

acuícola. Si hay alguna duda, está un botón para hacer preguntas al chat o para enviar un correo electrónico a los administradores del SIG-Tlakuali.

El nombre de esta nueva herramienta surge de las siglas de Sistema de Información Geográfica (SIG) y la unión con la palabra náhuatl Tlakuali, que en español significa alimento. El paraguas que abriga a este proyecto es la Secretaría de Desarrollo Agropecuario, del Gobierno de Morelos. En ella confluyen esfuerzos y bancos de datos de alto valor aportados por el CIMMyT; la Comisión Nacional del Agua (Conagua); el Comité Estatal de Salud Vegetal de Morelos (CESVMOR); el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI); el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) y la Secretaría de Desarrollo Agropecuario (SEDAGRO).

La herramienta se nutre con imágenes satelitales de alta precisión y la información es tan precisa que pueden verse datos en predios rurales que miden la quinta parte de una hectárea; es decir, terrenos de 2 mil metros cuadrados. La misma plataforma cuenta con una regla para medir áreas o terrenos de suelos de interés. Bien usada, toda esa información puede ayudar a planear mejor la producción agrícola, ganadera o acuícola. Por ello se realizarán demostraciones y talleres de capacitación en tantos ejidos como sea posible.

Aplicar la investigación científica para la solución de problemas reales es lo que cierra el círculo virtuoso de generar nuevo conocimiento para vivir mejor. **H**





Semillas de maíz de campos de Tlayacapan, Morelos.

# Sembrando con Energía

## Plasma de aire para un maíz más vigoroso

**Dr. Fidel Benjamín Alarcón Hernández** | honorato@uaem.mx

**Dr. Antonio Castillo Gutiérrez** | antonio.castillo@uaem.mx

**Dra. María del Carmen Fuentes Albarrán** | carmen.fuentes@uaem.mx

**Dr. José Luis Gadea Pacheco** | jose.gadea@uaem.mx

Escuela de Estudios Superiores de Xalostoc  
Universidad Autónoma del Estado de Morelos

**E**l maíz es uno de los cultivos más importantes tanto para la alimentación humana como animal. Es un pilar fundamental en la seguridad alimentaria del país y en particular del estado de Morelos. Desde tal perspectiva, optimizar la producción y mejorar el rendimiento de grano es primordial en el campo de la investigación científica agrícola. El uso de tecnologías innovadoras, como el plasma físico de aire a baja presión, se presenta como una herramienta prometedora para mejorar la productividad y la calidad de este cereal. El plasma es un estado de la materia que puede ser generado mediante una diferencia de potencial eléctrico aplicado a un gas (aire en este caso) bajo condiciones específicas de presión.

La exposición controlada de semillas o plantas jóvenes (plántulas) a plasmas de aire ha demostrado en diversos estudios que se inducen mejoras significativas en la germinación, en la resistencia a factores bióticos y abióticos adversos, así como en el vigor de las plantas. En particular, incrementa la tasa de germinación,



Tratamiento de semillas de maíz con plasma de aire.

se favorece la absorción de nutrientes y mejora la tolerancia a estrés ambiental, como sequías o suelos con alta salinidad.

El vigor en plantas de maíz se define como la capacidad de estas para establecerse, crecer y desarrollarse de manera óptima bajo condiciones ambientales normales o adversas. El vigor es un indicador del potencial fisiológico y genético del cultivo para alcanzar el máximo rendimiento. Puede identificarse mediante parámetros como: tasa de germinación y uniformidad de emergencia (rapidez y porcentaje de plántulas que emergen), crecimiento inicial (altura de plántulas, biomasa radicular y foliar), resistencia a factores adversos (sequía, plagas, enfermedades), capacidad fotosintética y eficiencia en el uso de nutrientes.

Un alto vigor en maíz suele asociarse con semillas de buena calidad, adecuado manejo agronómico y condiciones favorables para el crecimiento. Lo que permite un desarrollo temprano robusto y un mayor potencial de rendimiento en forraje o grano.

En la literatura científica se ha informado de un aumento en el crecimiento vegetativo, lo que evidencia un desarrollo más extenso del sistema radicular, una producción mayor del número de hojas, engrosamiento de tallos y, en general, la obtención de plantas con mayor vigor.

La Escuela de Estudios Superiores de Xalostoc de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos en el contexto agrícola, a través del cuerpo académico: Procesos sustentables aplicados a la Ingeniería está utilizando el plasma físico de aire a baja presión para tratar semillas de maíz (entre varias más) antes de la





Plantas de maíz obtenidas de semillas tratadas con plasma.

siembra, buscando optimizar el rendimiento en condiciones reales de campo.

Las investigaciones se centran en la optimización de parámetros del tratamiento, como la duración de la exposición al plasma y su intensidad, con el propósito de cuantificar la eficacia en el incremento del rendimiento de grano de maíz bajo condiciones de campo; paralelamente, estos experimentos en entornos agrícolas reales generan información esencial para valorar su viabilidad e impulsar su implementación a gran escala.

Hasta el momento, el tratamiento de las semillas de maíz con plasma físico de aire a baja presión ha demostrado cualitativamente ser una técnica eficaz para fomentar el vigor de las plantas.

Se ha observado que las plantas tratadas con plasma tienen una mejora en la formación de raíces, mayor cantidad de hojas y área foliar, así como un mejor desarrollo de tallos; características que se traducen directamente en un crecimiento vegetativo más robusto y en un incremento significativo del rendimiento en grano. **H**



Medición de clorofila de plantas de maíz.



Crecimiento de plantas de maíz tratadas con plasma.



Maizal obtenido de semillas tratadas con plasma. Campo experimental de la Escuela de Estudios Superiores de Xalostoc, UAEM.





Diversidad genética de Nochebuena.

# Banco de germoplasma de Nochebuena

**Recursos fitogenéticos bajo resguardo  
en el Campo Experimental Zacatepec,  
de INIFAP**

Dr. Jaime Canul Ku | canul.jaime@inifap.gob.mx  
Dr. Edwin Javier Barrios Gómez | barrios.edwin@inifap.gob.mx  
Dra. Sandra Eloísa Rangel Estrada | rangel.sandra@inifap.gob.mx  
M.C. Faustino García Pérez | garcia.faustino@inifap.gob.mx  
Dr. Alejandro Pérez Rosales | rosales.alejandro@inifap.gob.mx  
Campo Experimental Zacatepec | INIFAP

**M**éxico ocupa el cuarto lugar a nivel mundial en cuanto a diversidad botánica. Se estima que existen más de 30 mil especies. Esta diversidad es resultado de las condiciones orográficas y climáticas presentes en el territorio nacional. Sin embargo, son muy pocas las que se conocen y son explotadas por la población humana. Aún más, debido a los cambios de las condiciones ambientales, esta amplia diversidad está en riesgo de erosión genética, debido a que el cambio climático, resultado de la actividad humana, ya es una realidad. Los principales efectos se

manifiestan como incremento de la temperatura y la disminución de la precipitación. Estos inciden directamente en la producción de alimentos, entre otros efectos. Las de ornato en especial, que proporcionan belleza al entorno, tienen como consecuencia la alteración de las funciones vitales de las plantas.

Bajo esta situación existe la necesidad de conservar la diversidad de especies que posee México. Una de las alternativas es albergar las plantas en un banco de germoplasma. El cual se concibe como un lugar o espacio creado con determinadas condiciones para conservar y mantener el germoplasma en forma de semilla, polen u otras estructuras. No obstante, existen otras formas de cómo conservar el recurso vegetal, por ejemplo, en forma de planta viva. Tal como es el caso de la presente publicación, la cual se denomina banco de germoplasma de Nochebuena, recurso fitogenético bajo resguardo.

La Nochebuena o Cuetlaxochitl, es el símbolo de las fiestas de Navidad a nivel mundial y nuestro país es el centro de origen. El área natural protegida El Texcal, ubicado en Jiutepec, Morelos, se considera como uno de los espacios geográficos donde se originó la Nochebuena. Entre la vegetación, durante los meses de diciembre y enero, sobresalen por su vistosidad plantas silvestres de Nochebuena con brácteas de color rojo. Una de sus peculiaridades es la producción de frutos, y



por consiguiente, la semilla, como estructura de disseminación y perpetuación de la especie.

Por otro lado, existen variedades de Nochebuena de sol que son de uso común y manejadas por productores con fines de explotación comercial en Morelos y Estado de México. En Tetela del Monte, Santa María Ahuacatlán y Ocoatepec, municipio de Cuernavaca, hay familias con gran tradición produciendo Nochebuena de sol. También en la comunidad del Izote, municipio de Villa Guerrero, Estado de México, se cultiva la Nochebuena como flor de corte; la finalidad es cosechar antes del 12 de diciembre y es para satisfacer aspectos religiosos.

El banco de germoplasma de Nochebuena se estableció en el Campo Experimental Zacatepec en 2011. Esto surgió debido a la demanda de variedades nacionales de Nochebuena, para lo cual se requería material genético. Por lo que, durante 2010 y 2011 se recolectó material propagativo en forma de vareta (porción de tallo) y semilla en los estados de México, Sinaloa, Nayarit, Michoacán, Guerrero, Puebla, Veracruz, Oaxaca, Ciudad de México y Morelos. Como era imposible mantener toda la amplia diversidad recolectada a través de análisis de sus cualidades, se decidió establecer las más sobresalientes. Se sembraron en piso o terreno definitivo y una réplica en macetas de 12 pulgadas.

En las imágenes se puede observar la diversidad genética a través de diversas formas, tamaños y colores de las brácteas, que es la parte atractiva y comercial. También las hojas presentan variación en tamaño y forma, así como diversas tonalidades del verde.

En la actualidad, dicho banco de germoplasma de Nochebuena es el único y con la cantidad más grande de ejemplares que están bajo resguardo en México. Almacena muestras de variedades tradicionales, materiales productos del mejoramiento genético, variedades fuera de uso y especies silvestres; estas muestras contienen genes valiosos y únicos que son la materia prima para la generación de nuevas variedades con características útiles y atractivas para el productor y el consumidor.

El banco de germoplasma de Nochebuena se utiliza como área de demostración con recorridos a productores, estudiantes y otros usuarios; proporciona material vegetativo para la restauración de áreas protegidas como el parque estatal El Texcal. **H**





Imágenes de actividades del Museo de Ciencias de Morelos. Fotos de Miguel Ángel Guzmán Contreras.

# ¿Ciencia para quién?

**Nuevas leyes, viejas preguntas y un camino a las oportunidades desde Morelos, México**

**Dra. Joana Galindo Márquez** | joanagalindomarquez@gmail.com  
Centro de Investigación Transdisciplinar en Psicología  
Universidad Autónoma del Estado de Morelos

**E**n México se discute una nueva ley de ciencia llamada Ley General en Materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación (LGHCTI), que promete una ciencia más justa, inclusiva y relacionada con la vida de la gente. Se habla de reconocer los saberes tradicionales, la diversidad y la igualdad. Pero es importante preguntar: ¿iremos más allá de los discursos? ¿Quién sigue decidiendo qué ciencia es la “buena” ciencia? Estos cuestionamientos son clave en Morelos, donde hay talento y

también desigualdades profundas. Este texto propone pensar una ciencia que no solo se imponga, sino que nazca en los pueblos y con ellos.

## Lo que dicen vs. lo que sucede

La ley habla de inclusión, apertura y justicia. Pero decir “ciencia abierta” no basta si las decisiones siguen en manos de unos pocos. En Morelos, Cuernavaca concentra los recursos, mientras que municipios como Temoac o Coatetelco apenas reciben apoyo.

Hay una brecha entre lo que se promete y lo que se realiza. Si las estructuras de poder no cambian, las leyes progresistas pueden quedar como simple retórica. Necesitamos transformar quién decide, quién financia y quién evalúa.

## Una ciencia con raíces territoriales

Morelos no requiere ciencia hecha lejos. Necesita una ciencia que escuche a las comunidades y formule respuestas reales, no diseños desde oficinas lejanas.

Por ejemplo: mujeres nahuas que usan plantas para curar, jóvenes que monitorean ríos, campesinos que



observan cambios climáticos. Todos ellos tienen un conocimiento valioso que a menudo no se reconoce ni financia. Hacer ciencia con esas prácticas implica aprender, dialogar y construir juntos, no imponer modelos externos.

## Acceso abierto: ¿para quién realmente?

Se promueve el “acceso abierto” para que el conocimiento esté disponible. Pero si los artículos están en inglés técnico o con lenguaje difícil, poca gente los puede entender. Democratizar la ciencia también exige traducción, mediación, espacios de divulgación. En Morelos ya hay iniciativas: radios comunitarias, colectivos de ciencia popular, formación en lenguas indígenas. Son espacios esenciales para que la ciencia llegue de verdad, y no solo quede en bases de datos inaccesibles.

### Peligro: inclusión sin poder real

A veces se invita a comunidades para cumplir requisitos, pero no se les da autoridad ni voz real. Eso es lo que llamamos inclusión funcional. Se consulta, pero no se escucha; se invita, pero no se comparte el poder. Para romper esa trampa, es necesario repartir recursos y autoridad. Que las comunidades participen en el diseño, lideren proyectos y evalúen resultados.

### Desde Morelos: hacer ciencia diferente

Morelos ya tiene experiencias vivas: ferias de ciencia en Cuentepec, redes agroecológicas en Tepoztlán, colectivos de mujeres que trabajan salud y educación con métodos propios.

Si esas experiencias fueran reconocidas como ciencia legítima, podríamos cambiar el horizonte: la ciencia también ocurre en los pueblos, en las calles, en las luchas. No solo en laboratorios universitarios.

La nueva ley puede abrir puertas, pero su potencia depende de cómo se aplique en los territorios. Las miradas optimistas y críticas deben caminar juntas.

Desde Morelos podemos liderar una ciencia más humana, más justa, más cercana. Una ciencia que escuche, dialogue y sirva. Porque la ciencia no debe ser un privilegio: debe ser un derecho y una herramienta para la vida. **H**



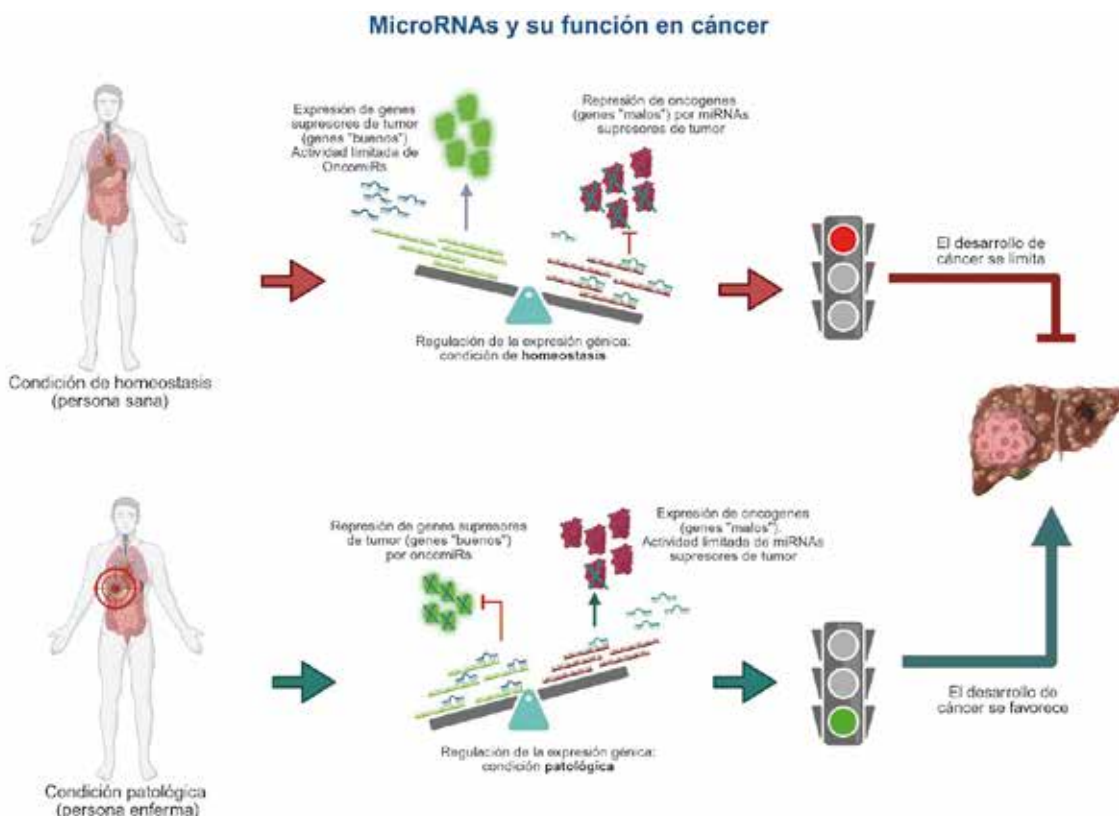


Figura 1. Papel de los microRNAs en cáncer. Los miRNAs son clasificados como supresores tumorales cuando inhiben la expresión de oncogenes, y como oncomiRs cuando inhiben la expresión de genes supresores de tumor. En cáncer, la regulación de la expresión de genes es alterada, en parte, por la actividad de los miRNAs con expresión aberrante y, por lo tanto, estos RNAs pequeños se pueden asociar al desarrollo de esta enfermedad. La figura fue creada en el programa Biorender (<https://www.biorender.com/>).

### Pequeños pero poderosos

# MicroRNAs y su impacto en cáncer

**Dra. Gabriela Elizabeth Campos Viguri** | gabyirugiv@gmail.com

Doctora en Ciencias Biomédicas

**Dra. Mónica Escamilla Tilch** | mescamillat@ipn.mx

Doctora en Ciencias en Inmunología

**Dr. Paul Mondragón Terán** | pmondragont@ipn.mx

Doctor en Ciencias en Medicina Regenerativa

Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada,  
Unidad Morelos, Instituto Politécnico Nacional (CICATA-Morelos, IPN).

Alguna vez te preguntaste cómo los seres vivos saben qué cambiar y cuándo hacerlo para evolucionar correctamente? ¡Seguramente sí! Resulta que en cada momento de la evolución de un ser vivo, sus funciones biológicas, por más básicas que estas sean, son realizadas gracias al trabajo coordinado de miles de células; y de manera más fina, por redes complejas de interacción de proteínas con funciones específicas.

Si bien esto no responde completamente la pregunta, para ese fin necesitamos saber que la presencia de cada proteína tiene ciertos "frenos" para traducir el mensaje que le da origen. En biología molecular, este mensaje se conoce como RNAm: ácido ribonucleico mensajero, y es un código generado a partir del ácido desoxirribonucleico (DNA), es decir, a partir de nuestro genoma. El RNAm tiene las instrucciones necesarias para generar





cualquier proteína, pero estas instrucciones están “reguladas por frenos” que la célula usa dependiendo de sus requerimientos, de modo que habrá momentos en la vida de la célula en que algunas proteínas se produzcan y otros en los que no sean necesarias.

Ahora te preguntarán, ¿cuáles son esos frenos que regulan el que un RNAm se traduzca a una proteína? La respuesta es amplia, pero para efectos de esta comunicación nos centraremos en los microRNAs (miRNAs). Estas son moléculas de naturaleza RNA, de longitud corta (menores a 25 nucleótidos) y con una gran afinidad de unión por los RNAm; esta última característica les da la función de reprimir la expresión del RNAm al que se unan y, por ende, bloquear su traducción a proteína.

Para comprender un poco más a fondo cómo se lleva a cabo esta función de represión, es necesario recordar cómo son las estructuras de los ácidos nucleicos. El DNA tiene forma de espiral, y está formado por dos cadenas unidas. Cada parte de esas cadenas está hecha de piezas más pequeñas llamadas nucleótidos, que tienen tres partes: un azúcar llamada desoxirribosa, un grupo fosfato y una base que puede ser A (adenina), T (timina), C (citocina) o G (guanina). Estas bases siempre se unen de la misma forma: A con T y C con G. El RNA es parecido, pero tiene solo una cadena, su azúcar se llama ribosa y, en lugar de tener timina (T), tiene una base llamada uracilo (U). Así que en el RNA las bases son A, U, C y G. Cuando la célula detecta que existe un RNA de doble cadena, generalmente activa una respuesta de defensa, ya que este tipo de RNA no es común en células sanas y suele estar asociado a virus; entonces la célula destruye el RNA.

Justo este sistema es del que se basa la regulación por miRNAs, pero con ciertas “cláusulas”: cuando los miRNAs se unen de manera “perfecta” a un RNAm específico, este es degradado y no habrá producción alguna de proteína; mientras que cuando la unión es “parcial o imperfecta”, se bloqueará la traducción del RNAm a proteína, y en este caso los niveles de proteína producida serán muy bajos. Por lo tanto, cualquiera que sea el tipo de unión, siempre habrá un efecto en la producción de proteína.

Quizá la última pregunta sería: ¿existen enfermedades en las que estos miRNAs influyan? La respuesta es un rotundo sí; los miRNAs se han asociado al desarrollo de múltiples enfermedades, incluido el cáncer, donde se han definido como miRNAs supresores de tumor, cuando estos RNAs pequeños luchan contra los tumores regulando la expresión de genes protumorales “malos” (oncogenes); o como miRNAs oncogénicos (oncomiRs), cuando, por el contrario, favorecen el cáncer vía el bloqueo de los genes “buenos” (supresores tumorales), como se muestra en la figura 1.

Diversos grupos de investigación se han centrado en encontrar patrones de expresión de miRNAs específicos del cáncer y hoy en día se sabe, por ejemplo, que el miR-21 es un oncomiR en muchos tipos de cáncer, mientras que miR-23b es un miRNA supresor tumoral. Seguramente, al paso de los años, las investigaciones de dichos grupos, incluido el dirigido por el Dr. Paul Mondragón Terán, actual director del CICATA Unidad Morelos-IPN, contribuyan al diagnóstico, pronóstico y evaluación de la respuesta farmacológica de pacientes con cáncer, de una manera eficaz y práctica, usando patrones específicos de expresión de miRNAs. **H**

## MIENTRAS TANTO EN TU ESTÓMAGO...



El estrés laboral del tejido adiposo. Ortega-Catalán, 2025.

# Fragmentos de anticuerpos

## Innovación contra la obesidad

IBT. Angel Salvador Ortega Catalán | aortegac2402@alumno.ipn.mx  
 Dra. Adriana Margarita Longoria Hernández | alongoria@ipn.mx  
 Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada (CICATA) Unidad Morelos, Instituto Politécnico Nacional

## El gordo problema de nuestro país

La obesidad no solo altera nuestro cuerpo de manera física (como cuando intentas que tus pantalones favoritos aún te queden), sino que también provoca complicaciones en la salud mental, causa problemas de movilidad e incluso altera el funcionamiento interno de nuestro organismo. A diferencia del COVID-19, la obesidad no se transmite de persona a persona, pero sí está profundamente relacionada con una serie de factores sociales, genéticos y culturales que derivan del estilo de vida de nuestra sociedad moderna. En México, el 75 % de los adultos vive con sobrepeso u obesidad, lo que representa más de 25 millones de personas afectadas por

esta enfermedad. Para dimensionar esta cifra, imagina que puedes llenar más de 300 veces el estadio Azteca.

## La gran fábrica energética de nuestro cuerpo

Para entender cómo funciona la obesidad, podemos imaginar que nuestro cuerpo es como una gran fábrica que trabaja día y noche sin parar. Cada vez que comemos o bebemos algo, esa fábrica procesa los alimentos y transforma parte de ellos en grasa, que se envía a un lugar especial llamado tejido adiposo blanco. Allí habitan unas células llamadas adipocitos, que funcionan como “bodegas” donde se guarda la energía en forma de grasa. Cuando comemos más de lo que nuestro cuerpo necesita, los adipocitos almacenan toda esa energía extra. Pero si esto ocurre muy seguido, esas bodegas se llenan... ¡Y eso puede causar obesidad!

Es aquí donde entra en escena nuestra protagonista: la adiponectina. Esta es una proteína que producen los adipocitos y que ayuda a que nuestro cuerpo utilice mejor el azúcar y la grasa. Podríamos decir que la adiponectina es una “mensajera buena” que les dice a las células: “¡Ey, usen la energía, no la guarden toda!”. Pero



## IDENTIFICAR Y AYUDAR...



Operación adiponectina: la misión científica del CICATA Morelos. Ortega-Catalán, 2025.

cuando los adipocitos están demasiado llenos, como en la obesidad, esta mensajera comienza a trabajar ineficazmente. La cantidad de adiponectina disminuye y las células reciben menos instrucciones para usar la energía. Es como si las bodegas de la fábrica estuvieran llenas de productos y la mensajera no pudiera llegar a todas las áreas de entrega: la grasa se acumula aún más y el cuerpo pierde parte de su capacidad para mantener el equilibrio, creando un caos en el tejido adiposo.

### Soldados perfectos: los scFvs

Para entender cómo podemos ayudar a esta fábrica a funcionar mejor, necesitamos conocer a los “soldados del cuerpo”: los anticuerpos. Probablemente hayas escuchado de ellos antes; son pequeñas proteínas que defienden nuestro cuerpo de virus, bacterias y cualquier organismo extraño que intente entrar. Los anticuerpos tienen estructuras especializadas que les permiten reconocer a los invasores y activar el ataque justo donde se necesita.

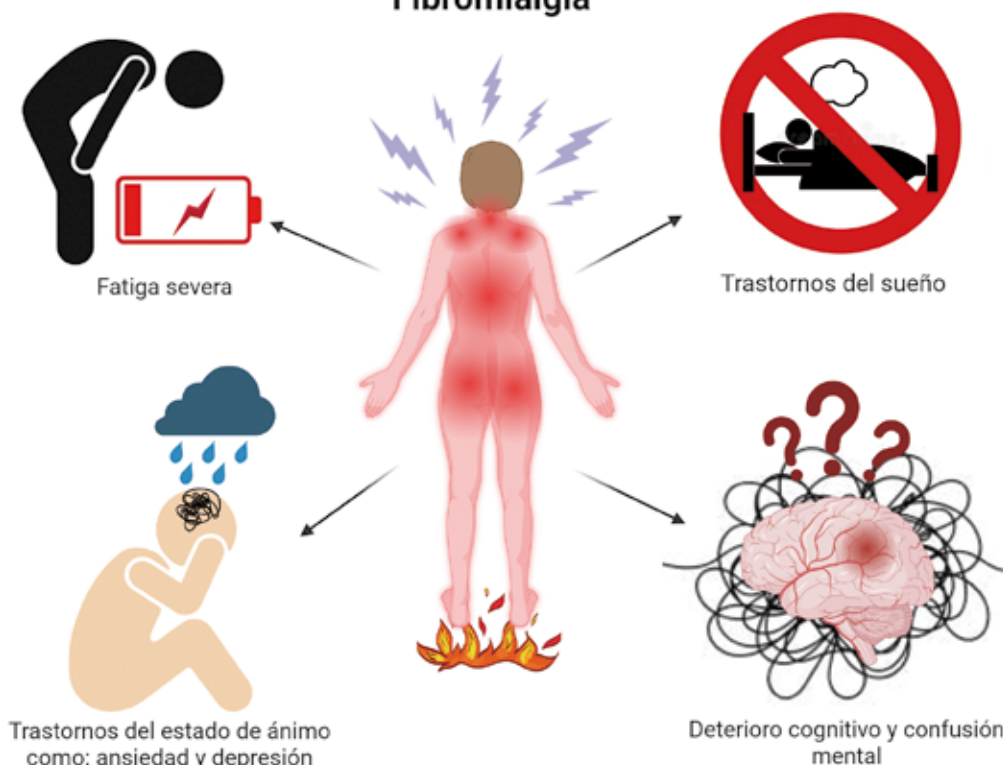
Gracias a la biotecnología, la comunidad científica ha aprendido a modificar estos anticuerpos para darles nuevas funciones y entrenarlos para identificar y combatir objetivos específicos. Uno de los avances más importantes en este campo ha sido la creación de los

scFvs, fragmentos de anticuerpos de cadena sencilla. Estas versiones más pequeñas y ligeras de los anticuerpos tienen ventajas únicas: pueden moverse fácilmente por el cuerpo, llegar a zonas complicadas, modificarse para reconocer objetivos muy precisos y producirse más fácilmente que un anticuerpo completo.

En lugar de combatir virus o bacterias, estos scFvs estarán entrenados para cuantificar la cantidad de adiponectina, es decir, podrán medir cuántas mensajeras buenas hay disponibles, funcionando como un biomarcador que indique el estado de la fábrica y ayude a entender mejor la obesidad. En el Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada (CICATA), Unidad Morelos, estamos utilizando esta tecnología que en un futuro nos permitirá monitorear cómo está funcionando nuestra fábrica interna y podrá ayudarnos a detectar problemas antes de que la grasa se acumule demasiado, apoyando estrategias para mantener el equilibrio y la salud de nuestro cuerpo.

En Xochitepec, CICATA Unidad Morelos, científicos desarrollan scFv (versiones más pequeñas y eficaces de los anticuerpos), pequeñas moléculas innovadoras que podrían ayudar a prevenir enfermedades relacionadas con la obesidad de forma accesible y hecha en México. **H**

## Principales manifestaciones clínicas de la Fibromialgia



# De lo invisible a lo visible

## Comprendiendo el síndrome de dolor crónico llamado fibromialgia

Dafne Orianni Villegas Castañeda | vcd0221027@upemor.edu.mx

Universidad Politécnica del Estado de Morelos

Esmeralda Morales Ramírez | mre0221618@upemor.edu.mx

Dra. Gabriela Castañeda-Corral | gabriela.castaneda@uaem.mx

Facultad de Medicina, Universidad Autónoma del Estado de Morelos

¿Alguna vez te ha dolido el cuerpo sin razón aparente? ¿Un simple roce te ha causado un dolor insoportable? ¿Duermes y sigues agotado? Si es así, no eres la única persona. Esta es la realidad de quienes viven con fibromialgia, un síndrome de dolor crónico primario que afecta huesos y músculos. A nivel mundial, su prevalencia es del 2 al 4 % y es hasta nueve veces más común en mujeres de 40 a 50 años; el principal síntoma es dolor que inicia en una zona, se extiende por todo el cuerpo y persiste por

más de 3 meses. Los pacientes lo describen como ardor en la piel, punzadas y rigidez; también sufren fatiga, alteraciones del sueño, ansiedad, depresión y deterioro cognitivo (figura 1). La causa de la fibromialgia no se conoce; sin embargo, estudios científicos sugieren que el sistema nervioso de los pacientes procesa el dolor de forma distinta, lo que provoca que lo perciban con mayor facilidad e intensidad; además, ciertos factores como el trauma físico o emocional pueden aumentar el riesgo de desarrollarla, al afectar la función de la serotonina, la dopamina y la noradrenalina, neurotransmisores que regulan la percepción del dolor.

Durante años, se cuestionó su existencia como enfermedad, porque sus síntomas no son visibles y se creía que se trataba tan solo de un problema psicológico. En 1903 se consideró que era una inflamación del tejido fibroso, originando el término “fibrositis”. Al no encontrarse inflamación en el tejido, en 1976, se le nombró fibromialgia. No fue sino hasta 1992 cuando la Organización Mundial de la Salud la reconoció oficialmente como una enfermedad real. Hoy en día, el 12 de mayo se conmemora para concientizar sobre su impacto devastador en quienes la padecen.



## El diagnóstico

Incluso con los avances modernos, el diagnóstico es un reto, debido a la falta de pruebas de laboratorio o de imagen específicas para confirmarlo. Para el paciente, es una odisea, ya que primero se descartan otras condiciones con síntomas similares. En 1990, el diagnóstico se centraba en identificar dolor a la palpación en al menos 11 de 18 puntos gatillo específicos en el cuerpo; sin embargo, este método era subjetivo. Actualmente, se utilizan cuestionarios estandarizados como el Índice de Dolor Generalizado y la Escala de Severidad de los Síntomas para valorar su duración y gravedad, así como su impacto en la calidad de vida del paciente.

## ¿Existe una cura?

La fibromialgia no tiene cura, pero existen estrategias para controlar los síntomas. En general, se recomienda un tratamiento que incluya medicamentos, terapia psicológica y ejercicio. Algunos de los medicamentos más utilizados son antidepresivos como la amitriptilina o anticonvulsivos como la pregabalina. La eficacia de estos medicamentos es parcial y sus efectos adversos disminuyen el apego al tratamiento. Por lo anterior, es

importante dar seguimiento a los pacientes para ajustar las dosis. Si no hay mejoría o si los efectos adversos no se toleran, se puede suspender la medicación.

La terapia psicológica es esencial en el tratamiento, ya que ayuda a los pacientes a manejar el dolor, la fatiga, la ansiedad y la depresión. El ejercicio regular de bajo impacto como caminar o nadar reduce el dolor y mejora el bienestar general; poco a poco se puede incrementar la intensidad e incorporar ejercicios de flexibilidad y de fuerza.

## Comprensión y empatía

La fibromialgia no es un invento ni una exageración. Muchos estudios científicos han demostrado, sin lugar a dudas, que el dolor y la angustia que sienten los pacientes son “reales”, incluso si la causa no es visible. Es primordial destacar que la calidad de vida de los pacientes puede mejorarse con apoyo médico integral y hábitos saludables. Finalmente, es importante dar voz a quienes padecen fibromialgia, para que la sociedad entienda los efectos negativos en su vida cotidiana y en sus relaciones interpersonales. **H**



# ¿Cómo aprenden a “leer” las máquinas?

La inteligencia artificial que resume el conocimiento humano

MSC. Yessenia Díaz Álvarez | d24ce109@cenidet.tecnm.mx  
 Dr. Raúl Pinto Elías | raul.pe@cenidet.tecnm.mx  
 Dra. Andrea Magadán Salazar | andrea.ms@cenidet.tecnm.mx  
 Dr. Noé Alejandro Castro Sánchez | noe.cs@cenidet.tecnm.mx  
 Dr. Jorge Alberto Fuentes Pacheco | jorge.fp@cenidet.tecnm.mx  
 Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico

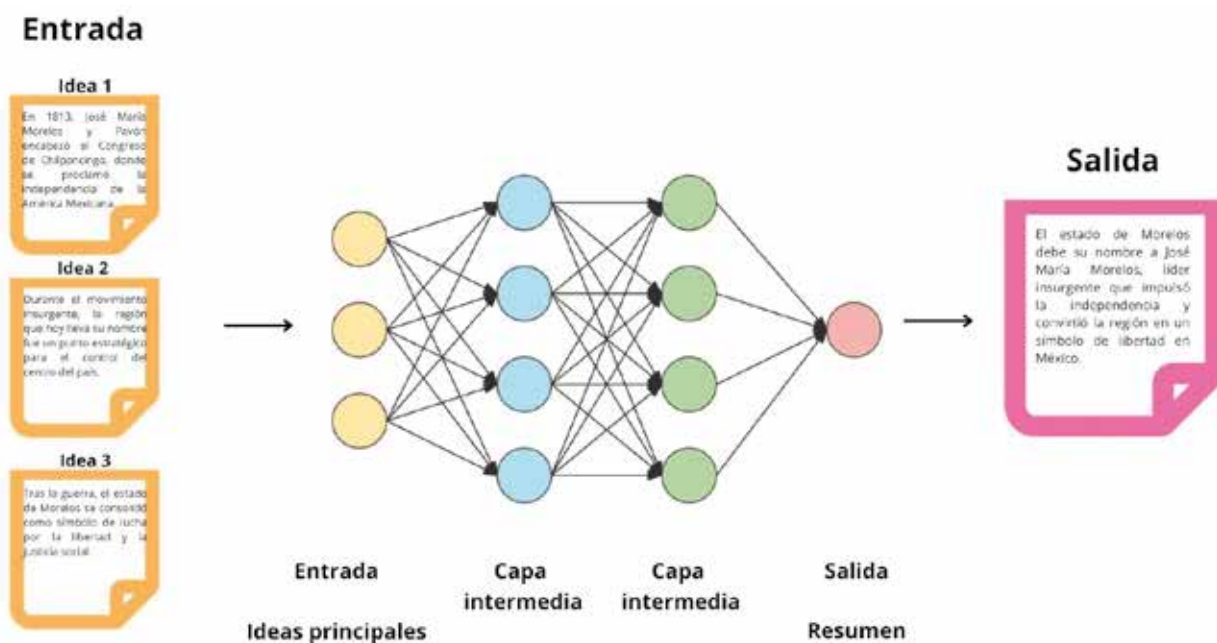
¿Alguna vez te has preguntado cómo una máquina puede leer un texto y en cuestión de segundos contarte lo más importante? La *Inteligencia Artificial* (IA) hace posible esta hazaña gracias a modelos de lenguaje que “aprenden” a comprender las palabras de manera similar a una persona, aunque sin emociones ni intuición. Hoy, estos sistemas resumen artículos científicos, noticias o incluso obras literarias con una sorprendente fluidez. En este proceso, la IA recibe varias ideas principales (*Entrada*), las analiza en sus *capas intermedias* para identificar las palabras, patrones y relaciones más relevantes, donde finalmente genera como *Salida* un texto más breve que conserva el sentido original.

## De lectores humanos a lectores digitales

Los modelos de lenguaje actuales como *T5* (*Text-to-Text Transfer Transformer*), *BART* (*Bidirectional and Auto-Regressive Transformer*) y *GPT* (*Generative Pre-trained Transformer*), son redes neuronales capaces de leer, comprender y resumir textos con una naturalidad que sorprende por su semejanza con la expresión humana. Para alcanzar esta habilidad, fueron entrenados con millones de páginas de libros, artículos, sitios web y otros documentos. Gracias a esta enorme cantidad de ejemplos, aprenden las estructuras del lenguaje, las reglas gramaticales y las relaciones entre palabras y conceptos. Su funcionamiento utiliza una arquitectura conocida como *Transformer*, diseñada para reproducir un tipo de *atención selectiva*. Este sistema detecta las secciones más relevantes del texto, analiza sus relaciones y decide qué información mantener, generando un resumen coherente y estructurado, sin necesidad de copiar frases exactas.

## Distintos modos de resumir

No todas las máquinas “piensan” igual. Algunos modelos generan resúmenes muy breves, parecidos a titulares de noticias; otros producen versiones más narrativas, que conservan la esencia del texto original. Cada enfoque responde a un objetivo distinto: uno prioriza la rapidez y la síntesis, otro la comprensión y la claridad.





Esta diversidad es lo que hace tan fascinante el campo del *Procesamiento de Lenguaje Natural* (PLN). Imaginemos que proporcionamos a tres modelos de IA el mismo artículo histórico sobre los orígenes del estado de Morelos:

- **T5** destaca nombres propios, fechas y datos específicos, ideal para referencias rápidas.
- **BART** elabora un pequeño párrafo narrativo que preserve el contexto y la fluidez del relato original.
- **GPT** resume en tres líneas los hechos principales, priorizando la brevedad.

Aunque los tres realizan bien su trabajo, la elección del modelo depende del propósito: no es lo mismo escribir una nota periodística que preparar una clase o un artículo de divulgación. Esta diversidad de enfoques subraya la importancia de comparar y seleccionar el modelo adecuado según el contexto de uso.

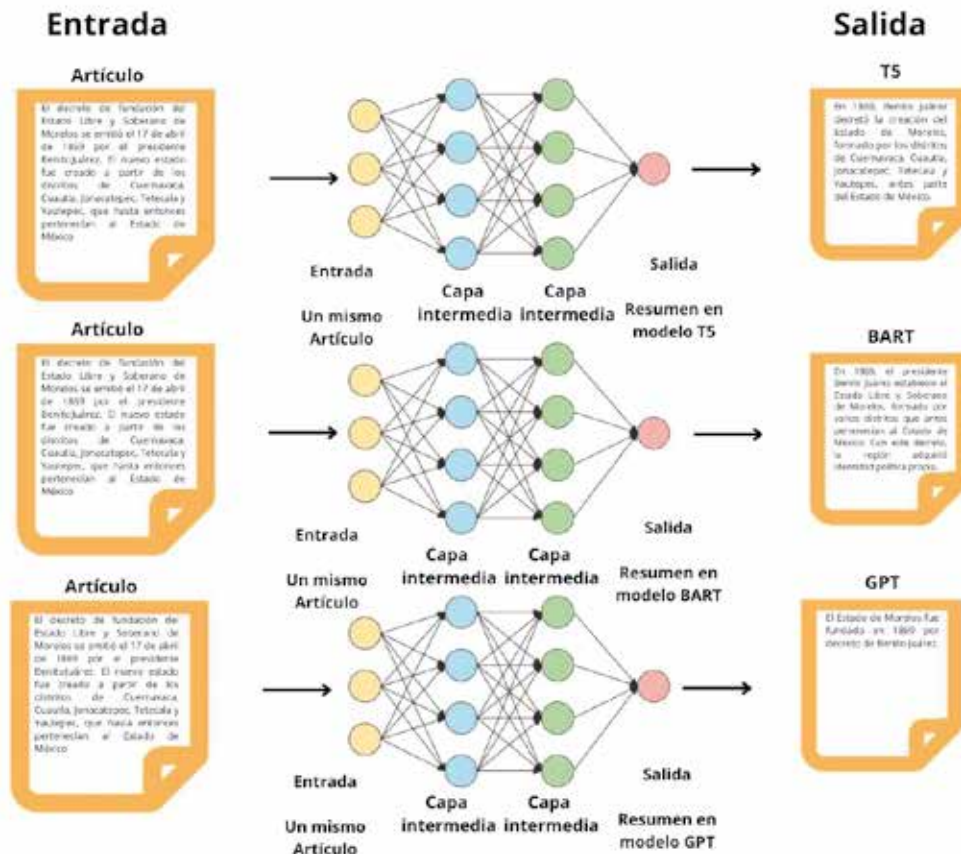
## De la ciencia al aula

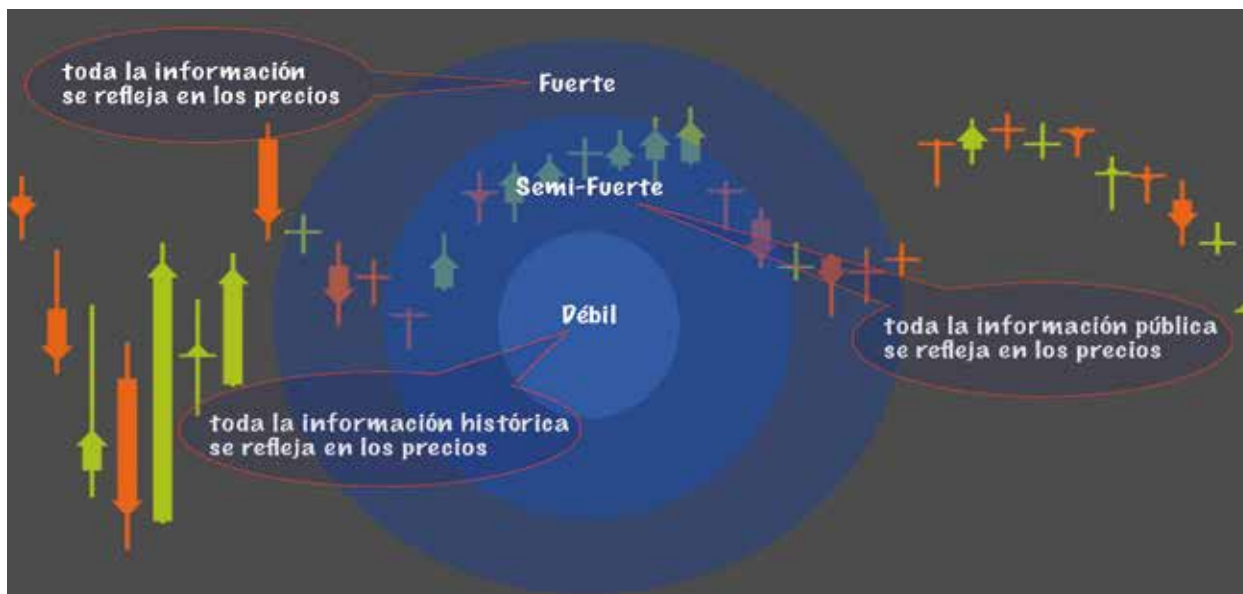
Comprender cómo las máquinas resumen textos no solo interesa a los científicos. En las escuelas, estas herramientas ayudan a los estudiantes a analizar

información y mejorar su comprensión lectora. En el ámbito periodístico, permiten sintetizar grandes volúmenes de datos en poco tiempo y en la investigación, facilitan la revisión de literatura científica, reduciendo horas de lectura sin perder precisión. Su utilidad crece cuando se combina con la mirada humana: mientras la máquina extrae patrones y simplifica, la persona interpreta, contextualiza y aporta sentido. Así, la tecnología se convierte en una aliada para pensar mejor, no en un reemplazo del pensamiento.

## Reflexión

Las máquinas no piensan como nosotros, pero sí pueden ayudarnos a pensar mejor. Su mayor logro no es solo resumir información, sino ayudarnos a descubrir conexiones, ideas y significados que a veces pasan inadvertidos en la lectura humana. En esta colaboración entre inteligencia artificial y curiosidad humana nace una nueva forma de aprendizaje compartido, donde la tecnología no sustituye la mente, sino que la expande. Porque cada resumen generado por una máquina es, en realidad, una invitación para que nosotros volvamos a leer el mundo con otros ojos. **H**





Hipótesis del mercado eficiente.

## El mercado sabelotodo

¿Por qué es casi imposible ganarle a la bolsa?

M. en C. Antonio Lira Verduzco | alira@icf.unam.mx  
 Dra. Manan Vyas | manan@icf.unam.mx  
 Instituto de Ciencias Físicas  
 Universidad Nacional Autónoma de México

**E**n las bolsas de valores, la idea de poseer información privilegiada que nos permita ser más listos que el resto del mercado y obtener ganancias espectaculares es un anhelo común. Sin embargo, cuando alguien nos susurra una recomendación de inversión, con el argumento misterioso de que “la acción de la empresa X va a explotar”, es probable que el dato “infalible” que sostiene su sugerencia ya sea inútil en el momento en que llega a nuestros oídos.

Esta idea, contraintuitiva pero poderosa, fue articulada en 1970 por Eugene Fama, quien años después ganó el Nobel de Economía (2013). Su propuesta es conocida como la Hipótesis de los Mercados Eficientes, y su lógica es, en el fondo, muy simple. Imaginemos el mercado de valores como un gigantesco procesador de información cuya dinámica es colectiva. Millones de inversores, analistas y algoritmos compiten

ferozmente. Todos buscan información que les dé ventajas para predecir precios futuros y ganar dinero.

La competencia es intensa y la información viaja rápido. Noticias relevantes, como un informe de ganancias, el lanzamiento de un nuevo producto o el cambio de alguna mesa directiva, se absorben y reflejan en el precio de las acciones casi instantáneamente.

En este escenario, el precio de una acción no es un número arbitrario; es la mejor estimación colectiva de su valor real, basada en la información disponible y ya “horneada” en ese precio.

### Tres niveles de eficiencia

Para poner a prueba la idea de que el precio contiene información, Eugene Fama propuso dividir la hipótesis en tres niveles, sucesivamente más exigentes:

#### Nivel 1: La forma débil (el espejo retrovisor no sirve)

La forma más básica de eficiencia sostiene que toda la información de los precios pasados ya está incluida en el precio actual. Esto significa que hay que analizar gráficos para encontrar patrones o tendencias, lo que se conoce como Análisis técnico: es como conducir un coche hacia delante mirando solo por el espejo retrovisor. Fama revisó evidencia contundente: no existen patrones predecibles que permitan obtener ganancias consistentes. Los movimientos de precios se asemejan mucho a una caminata “aleatoria”.



**Nivel 2: La forma semifuerte (el periódico de ayer)**

Este nivel afirma que el precio actual no solo refleja los precios pasados, sino toda la información que se ha hecho pública, incluyendo anuncios de ganancias, fusiones, cambios en las tasas de interés y noticias económicas.

Por ejemplo: si una empresa farmacéutica anuncia que su nuevo medicamento ha sido aprobado, en un mercado semifuerte, el precio de sus acciones no subirá lentamente a medida que la gente lee la noticia. El precio se ajustará en cuestión de segundos o minutos. El beneficio potencial es capturado por quienes reaccionaron al instante. Los estudios que Fama analizó, que observaban cómo reaccionaban los precios ante noticias concretas, apoyaron masivamente esta forma de eficiencia.

**Nivel 3: La forma fuerte (ni los secretos valen)**

Esta es la versión más extrema de la hipótesis. Sugiere que el precio de una acción refleja toda la información existente, tanto pública como privada. Esto implicaría que ni siquiera los directivos de una empresa, con conocimiento interno sobre un futuro lanzamiento o una posible fusión, podrían obtener ganancias superiores de forma consistente.

Sin embargo, los estudios sobre gestores de fondos de inversión profesionales mostraron que, en promedio, no logran superar al mercado de manera consistente. A pesar de sus equipos de analistas y sus enormes recursos, no parecen poseer una ventaja informativa real sobre el resto.

## ¿Invertir es solo un juego de azar?

No exactamente. Que los movimientos de precios a corto plazo sean impredecibles no significa que sean irracionales. La mejor analogía es la del *paseador y su perro*. Imagina que el valor fundamental de una empresa es una persona que camina en línea recta por un parque. El precio de la acción es su perro, que corretea a su alrededor con una correa. El movimiento del perro en el siguiente segundo es impredecible, una “caminata aleatoria”; puede ir a la izquierda, a la derecha, adelante o atrás. Pero a largo plazo, su camino está ligado al de su dueño.

De la misma manera, el precio de una acción fluctúa de forma impredecible en el día a día, pero a largo plazo está anclado a los fundamentos de la empresa: sus ganancias, su crecimiento y su capacidad para generar dividendos.

## Implicaciones para el inversor

La obra de Eugene Fama tiene implicaciones profundas para el inversor común. Si el mercado es tan eficiente, intentar ganarle mediante la selección de acciones individuales o tratando de adivinar cuándo entrar y salir es un juego muy difícil, con las probabilidades en contra.

La próxima vez que alguien ofrezca una recomendación de inversión irresistible, es prudente recordar la fría lógica de la eficiencia del mercado. Es muy probable que ese gran secreto ya haya sido comunicado en el lenguaje de los precios, y que el mercado, ese gran procesador de información, ya haya tomado nota. **H**





El Centro de Convenciones de San Diego, California, recibirá el 104.º Encuentro anual de la IADR.

## Agenda científica

**2026 inicia con gran actividad en encuentros y congresos científicos internacionales y nacionales. HYPATIA comparte una selección de esas reuniones de revisión y análisis que se realizarán en el primer trimestre del año**

### Enero

- **1.** Inicia Año Internacional de la Mujer Agricultora, auspiciado por la ONU.
- **1.** Inicia Año Internacional de los Pastizales y los Pastores, auspiciado por la ONU
- **20-21.** Conferencia virtual de la Asociación Europea para Investigación sobre Cáncer (EACR) Sobrereactivación de la señalización

oncogénica como una estrategia potencial para el tratamiento del cáncer. Mundial.

- **22-28.** IX Convención Anual sobre Avances en la Ciencia Sísmica. Hallazgos sobre sismología intraplaca. Buhj, India.
- **31.** Ciencia Nocturna en el campo deportivo Huilotepec, en Tepoztlán, Morelos.

### Febrero

- **6.** Tercera feria Ruta de la Ciencia, Huitzilac, Coajomulco, Morelos.
- **6-9.** Caribbean Eye Meeting. Hallazgos en glaucoma y avances en cirugía de córnea e incorporación de Inteligencia Artificial. Cancún, Quintana Roo, México.
- **12-14.** Reunión anual de la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia (AAAS). Phoenix, Arizona. Estados Unidos
- **26-28.** XXIII Congreso Mexicano Científico de Medicina Estética y Longevidad. Ciudad de México. Hospital Ángeles del Pedregal.

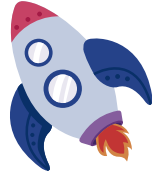
### Marzo

- **5-7.** XV Congreso Nacional de Obesidad, Nutrición y Medicina (CMON). Dirigido a nutriólogos clínicos y profesionales de la salud. Centro Médico Nacional Siglo XXI. IMSS. Ciudad de México
- **15-18.** Reunión Anual de la Sociedad Americana de Toxicología (SOT). Análisis de riesgos químicos, con enfoque en salud pública y ambiental. San Diego, Estados Unidos
- **25-28.** LXVIII Conferencia Anual de la Asociación Mundial de Ciencias Sociales (WSSA). Albuquerque, Nuevo México
- **25-28.** Encuentro anual 104 de la Asociación Internacional de Investigación Dental, fundada en 1920. Centro de Convenciones de San Diego, California. 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

