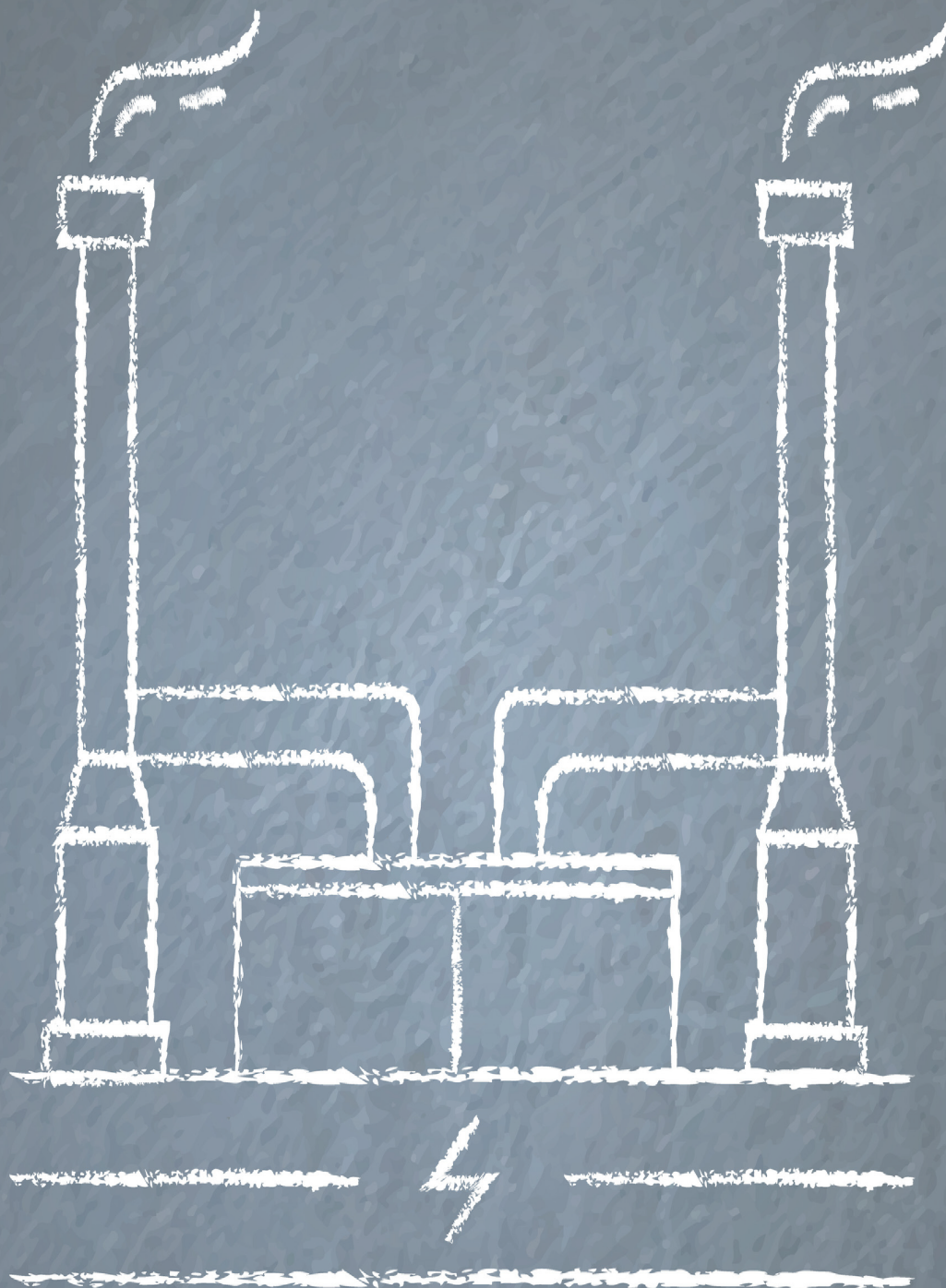


# sabermás

Revista de Divulgación  
de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

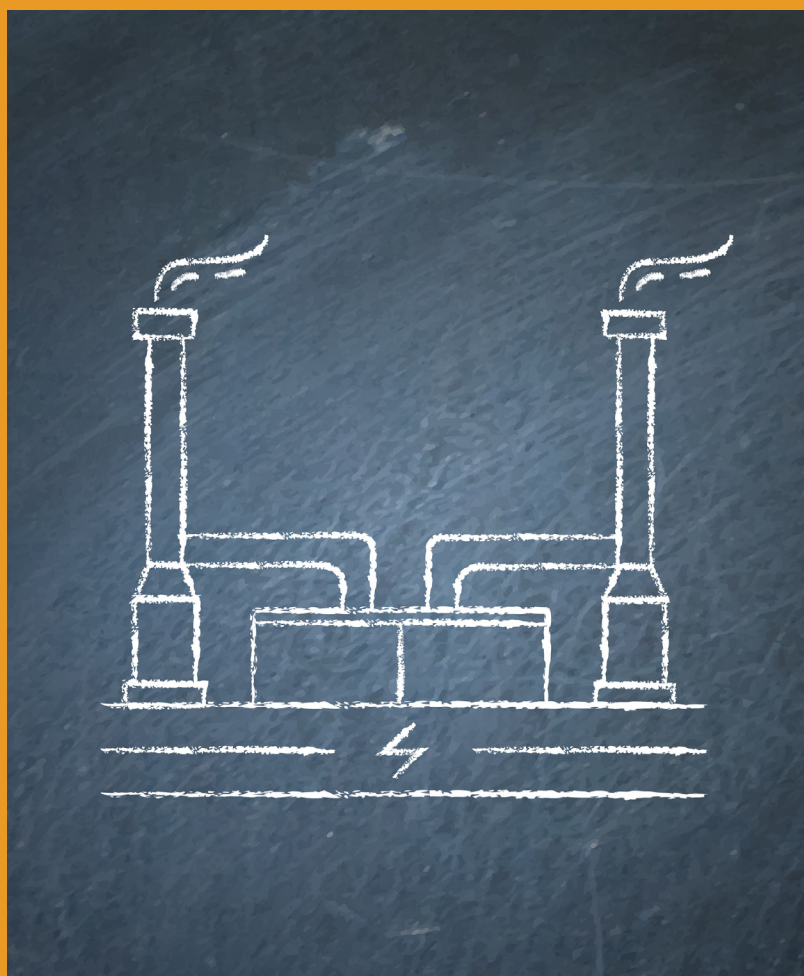


Año 12 / No. 68 marzo - abril / 2023  
Morelia, Michoacán, México  
U.M.S.N.H.



UNIVERSIDAD MICHOACANA  
DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
*Cuna de héroes, crisol de pensadores*  
ISSN-2007-7041

# CONTENIDO



## Campos de hidrocarburos, ¿posible fuente de energía geotérmica?

38

<b>ARTÍCULOS</b>	El sapo encantador	14
	El tráfico ilegal de especies en redes sociales	17
	¿Cómo y para qué se nombran las plantas?	21
	La huella del COVID: La contaminación por cubrebocas	25
	Los tiburones ¿Una amenaza para los humanos?	29
	Reconstruyendo los incendios del pasado	33
	Los ácaros depredadores, aliados diminutos de cultivos agrícolas	48
	El gusano cogollero del maíz: Alternativas para su control	52
	Nemátodos entomopatógenos: Pequeños controladores de insectos plaga	57
	Insectos y arañas: ¿Cómo participan en los cultivos?	61
	El golpe de calor: Riesgo continuo para nuestra salud	66
	Lipopolisacáridos: Moléculas clave en las interacciones bacterianas	70
	Los hongos, una maravillosa sinfonía de colores	75
	¿Qué comen los peces?	79



14



21



29



48



57



66

**ENTÉRATE**

El pez que regresó de la extinción en el día de muertos 6

**TECNOLOGÍA**

Moviendo objetos con la fuerza de nuestra mente 84

**UNA PROBADA DE CIENCIA**

La utilidad de lo inútil 89

**CIENCIA EN POCAS PALABRAS**

Microplásticos, una amenaza invisible 93

**LA CIENCIA EN EL CINE**

La brigada de la cocina 97

**NATUGRAFÍA**

Alacrán 102

**INFOGRAFÍA**

Quehacer Científico Nicolaita 103



**Entrevista al Dr. Horacio Cano Camacho**

Jefe del Departamento de Comunicación de la Ciencia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

9

# DIRECTORIO



## Rectora

Dra. Yarábí Ávila González

## Secretario General

Dr. Zoe Tamar Infante Jimenez

## Secretario Académico

Dr. Jorge Fonseca Madrigal

## Secretaria Administrativa

D. C. E. Javier Cervantes Rodríguez

## Secretario de Difusión Cultural

Dr. Miguel Ángel Villa Álvarez

## Secretario Auxiliar

Mtra. Mónica Gutiérrez Legorreta

## Abogado General

Dr. Raúl Carrera Castillo

## Tesorero

C. P. Enrique Eduardo Roman García

## Coordinador de la Investigación Científica

Dr. Jesús Campos García

SABER MÁS REVISTA DE DIVULGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO, Año 12, No. 68, marzo - abril, es una publicación bimestral editada por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo a través de la Coordinación de la Investigación Científica, Av. Francisco J. Mújica, s/n, Ciudad Universitaria, C.P. 58030, Tel. y Fax (443) 316 74 36, [sabermas.publicaciones@umich.mx](mailto:sabermas.publicaciones@umich.mx), [sabermasumich@gmail.com](mailto:sabermasumich@gmail.com). Editor: Horacio Cano Camacho. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2013-072913143400-203, ISSN: 2007-7041, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este Número, Departamento de Informática de la Coordinación de la Investigación Científica, C.P. Hugo César Guzmán Rivera, Av. Francisco J. Mújica, s/n, Ciudad Universitaria, C.P. 58030, Tel. y Fax (443) 316-7436, fecha de última modificación, 28 de abril de 2023.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Esta revista puede ser reproducida con fines no lucrativos, siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica. De otra forma requiere permiso previo por escrito de la institución y del autor.



## Director

Dr. Rafael Salgado Garciglia  
Instituto de Investigaciones Químico-Biológicas,  
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo,  
Morelia, Michoacán. México.

## Editor

Dr. Horacio Cano Camacho  
Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología,  
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo,  
Morelia, Michoacán. México.

## Comité Editorial

Dr. Jesús Campos García  
Instituto de Investigaciones Químico Biológicas,  
Universidad Michoacana de San Nicolás de  
Hidalgo, Morelia, Michoacán. México.

Dr. Cederik León de León Acuña  
Dirección de Tecnologías de la Información y  
Comunicación, Universidad Michoacana de San  
Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán. México.

Dra. Ek del Val de Gortari  
IIES-Universidad Nacional Autónoma de México,  
Campus Morelia.

M.C. Ana Claudia Nepote González  
ENES-Universidad Nacional Autónoma de México,  
Campus Morelia.

Dr. Luis Manuel Villaseñor Cendejas  
ENES-Universidad Nacional Autónoma  
de México Campus Morelia,

Dr. Juan Carlos Arteaga Velázquez  
Instituto de Física y Matemáticas, Universidad  
Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia,  
Michoacán. México.

## Diseño y Edición

T.D.G. Maby Elizabeth Sosa Pineda  
M en C Miguel Gerardo Ochoa Tovar  
C.P. Hugo César Guzmán Rivera

## Corrección de estilo

Lourdes Rosangel Vargas

## Administrador de Sitio Web

C.P. Hugo César Guzmán Rivera

## Saber Más Media

M en C Miguel Gerardo Ochoa Tovar

# EDITORIAL

**E**stamos saliendo de otra actividad que realiza el Departamento de Comunicación de la Ciencia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, instancia responsable de esta revista. Se trata del *Tianguis de la Ciencia*, una de las ferias de ciencias más grandes y antiguas (vigentes) de México. Esta feria surgió hace 35 años como un esfuerzo del personal de la propia Universidad para llevar la cultura científica a la población. Fue tal su éxito, que rápidamente se convirtió en un evento esperado por la sociedad y la propia comunidad universitaria. 35 años de actividad continua representa un esfuerzo gigante de nuestra institución, de otras universidades, profesores y estudiantes en el mundo de la divulgación de la ciencia. Tenemos en este número una entrevista que da cuenta de este evento...

Este número lo iniciamos fuerte, presentamos un caso exitoso de restauración. Resulta que en el centro de nuestro país existían varias especies de unos pececillos de la familia Goodeidae que se han extinguido progresivamente por cambios en sus hábitats, contaminación y la invasión de especies exóticas. Un grupo de investigadores de nuestra universidad emprendió hace años un proyecto muy novedoso para reintroducir estas especies, tomadas de acuarios donde todavía se conservan, a sus hábitats naturales. Hacer esto no es simplemente llevarlos a los cuerpos de agua y "liberarlos", como muchos pudieran pensar. Es un trabajo de años de estudio, trabajo, experimentación y educación de las comunidades que rodean estos cuerpos de agua. Pero ha resultado muy exitoso, lo cual nos hace tener esperanza con otras especies y en todo el mundo. Te invitamos a conocer esta experiencia,

que a lo largo del tiempo hemos estado reportando en *Saber más*, en la pluma de los propios científicos.

También tenemos que hablar de casos para nada positivos, como el tráfico ilegal de especies que se puede observar en internet. El saqueo y la extracción ilegal de especies, para surtir el mercado de mascotas y otras aplicaciones pseudomédicas es una de las principales causas de extinción, pues supone una presión sobre las especies, que, aunado al cambio de uso del suelo, el cambio climático global y las pérdidas de hábitats, está llevando a la desaparición acelerada de plantas y animales de una manera muy alarmante. Este artículo nos alerta sobre esto que ya debemos considerar un foco rojo, puesto que escapa a las regulaciones nacionales y financia a grupos delincuenciales multinacionales.

Otro tema muy serio que se toca en este número da cuenta de un efecto residual de la pandemia de la que apenas vamos saliendo, la contaminación por cubrebocas y otros implementos que usamos de manera obligatoria durante casi tres años. Imagine la cantidad de residuos generados... En fin, tenemos un número de *Saber más*, de los más interesante y educativo, con una gran diversidad de temas para reflexionar y comentar en el trabajo, la escuela, la casa y la plaza pública. No se lo pierda. Pero si los artículos originales, escritos por los propios generadores del conocimiento, no bastan, están nuestras secciones fijas donde hablamos de libros, cines, fotografía, tecnología y más, mucho más. Bienvenidos lectores.

Horacio Cano Camacho  
Editor



## ENTÉRATE

### El pez que regresó de la extinción en el día de muertos

Por: Arely Ramírez-García y Omar Domínguez-Domínguez\*



*Skiffia francesae*. Imágenes propias

**E**l tradicional Día de Muertos en México es una celebración que simboliza el encuentro entre los vivos y las ánimas de los fallecidos, y en donde aquellos sentimientos de tristeza y nostalgia se convierten en alegría, gozo y fiesta, pues los difuntos regresan por unas horas al mundo de los vivos para reunirse y celebrar con su familia. Pero, ¿qué pasaría si no solo los humanos que se han ido regresaran en esta fecha, sino que también lo hicieran los animales que se han extinto en la naturaleza? Basados en esta tradición mexicana, se llevó a cabo el evento llamado «**Skiffia por siempre**» en Teuchitlán, Jalisco, México, en el cual se realizó una celebración por el regreso de un pez que se encontraba extinto en la naturaleza: *Skiffia francesae*.

El evento se realizó en dos momentos. El primero se llevó a cabo la mañana del 4 de noviembre en el Centro Interpretativo Guachimontones, con el objetivo de dar a conocer al público en general

las distintas acciones que se realizan en torno a la conservación del río y de las especies nativas y endémicas del lugar, las cuales son desarrolladas por actores locales, principalmente de la iglesia, por los Guardianes del Río, por el gobierno local y por el Centro Interpretativo Guachimontones, así como por el grupo académico del Laboratorio de Biología Acuática de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH). Además, en el evento estuvieron presentes invitados especiales de distintas organizaciones internacionales como el zoológico de Chester de Inglaterra y la asociación Shoal.

El segundo momento de este gran evento se realizó el mismo 4 de noviembre por la noche, en el balneario El Rincón, en el que se desarrollaron actividades artísticas y culturales como la presentación de bailables regionales, danzas prehispánicas y una obra de teatro presentada por miembros del

Laboratorio de Biología Acuática, donde contaron la historia de la desaparición de *Skiffia francesae* del río Teuchitlán. Durante el evento, los pequeños Guardianes del Río también participaron creando un acróstico sobre *Skiffia* y, al finalizar, para que la extinta *Skiffia* encontrara el camino de regreso a casa, mediante una representación del camino del Mictlán, se realizó la **primera reintroducción formal de estos peces a la zona de manantiales del río Teuchitlán.**

La especie *Skiffia francesae*, conocida como la *Skiffia* dorada, es un **pez de la familia Goodeidae**, nativo y endémico del río Teuchitlán. Desafortunadamente, se extinguió de su lugar de origen y, aunque las causas son desconocidas, se cree que fue por la contaminación del agua, la invasión de especies no nativas y las modificaciones del río hechas por los humanos, como el cambio de las riberas naturales por caminos lineales peatonales. Afortunadamente, se **tenían organismos de esta especie en cautiverio**, los cuales en 1999 fueron donados por acuaristas de Europa al Laboratorio de Biología Acuática. Después de 20 años mantenidos en acuarios, en 2019, y siguiendo los mismos protocolos que para la reintroducción de *Zoogoneticus tequila*, inició el proyecto para la reintroducción de *S. francesae* al río Teuchitlán (*Saber Más*, 56, 46-50).

La primera reintroducción de *Skiffia* a la zona de manantiales fue en abril de 2021 y se monitoreó por algunos meses, desafortunadamente ningún pez sobrevivió. En la segunda reintroducción, realizada en 2022, se colocaron en la parte alta del río 20 jaulas flotantes, llamadas **mesocosmos**, con

el fin de determinar la supervivencia en las condiciones ambientales que presenta en la actualidad el río, además de entender si lograba convivir con una especie no nativa que se ha documentado que es invasora en el lugar llamada *Pseudoxiphophorus bimaculatus*. Antes de llevar las *Skiffias* de vuelta a casa, se realizó un proceso de **desparasitación de mil quinientos peces** (mitad hembras y mitad machos), tomados del jardín botánico de la Facultad de Biología de la UMSNH para no liberar peces con parásitos en el río Teuchitlán.

Estos fueron **marcados con un polímero líquido** llamado **elastómero**, el cual fue colocado en la parte dorsal de cada uno de los peces y que es **visible con luz negra**, como si se les colocara un tatuaje permanente y luminiscente. Los peces fueron distribuidos en distintos tratamientos en los 20 mesocosmos, algunos en combinación con la especie no nativa, siendo monitoreados durante tres meses. Los resultados mostraron que *Skiffia* era capaz de sobrevivir en las condiciones del agua que presenta el río Teuchitlán, de encontrar alimento y de tolerar la competencia con la especie no nativa, pero mostró altas tasas de mortalidad y daños externos en sus aletas. Aun así, algunos organismos de *Skiffia* lograron dejar descendencia, ya que al finalizar el experimento, se contabilizó un aproximado de **400 alevines nacidos en los mesocosmos**. A partir de estos resultados se procedió a realizar la reintroducción en la zona de manantiales, precisamente en el día del evento de «*Skiffia* por siempre».

Se seleccionaron ochocientos peces del jardín botánico, mismos que se desparasitaron y marcaron previa a

la reintroducción: cuatrocientos fueron marcados de color rosa (hembras) y 400 de color azul (machos). Estos fueron llevados a Teuchitlán en un viaje de cuatro horas y media de camino (346 km aproximadamente) en dos momentos. El primero consistió en transportar 400 peces (marcados con color





rosa) una semana antes del evento para dejar que se aclimataran en los mesocosmos que ya estaban instalados. El segundo fue tomar a los organismos de las peceras del Laboratorio de Biología Acuática el mismo día de la reintroducción y transportarlos directamente a la zona de manantiales en el balneario El Rincón (marcados de color azul). El día del evento de «Skiffia por siempre» se reintrodujeron todos los peces (tanto los rosas como los azules) en la zona de manantiales, los que fueron monitoreados con equipo de snorkel a partir del día siguiente hasta una semana después. En este monitoreo, básicamente solo se lograron encontrar a los peces marcados de color rosa, mientras que los pocos organismos marcados de color azul que se encontraron, presentaban la aleta caudal rota, tal como los que se habían encontrado en la experimentación en mesocosmos.

Este es un **primer acercamiento sobre la reintroducción de esta especie extinta** en la naturaleza, por lo que seguiremos monitoreando a los organismos liberados, a la vez que se continuará con más liberaciones para aumentar su población y con ello que nuestra Skiffia regrese del mundo de la

extinción a la naturaleza, no solo el Día de Muertos, sino por siempre.

Agradecemos la participación tan activa de los Guardianes del Río, un grupo de entusiastas niños y adultos que aman la conservación de la naturaleza.

Este proyecto es desarrollado por investigadores y estudiantes de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México. Las actividades de educación ambiental son desarrolladas por los Guardianes del Río Teuchitlán. Proyecto patrocinado por varias instituciones nacionales e internacionales: El zoológico de Chester (Inglaterra), The Mohammed Bin Zayed Species Conservation Found, el zoológico Haus desr Meeres - Aqua Terra, Poecilia Scandinavia, SHOAL, Re:wild, Poecilia Netherlands, The Missouri Aquarium Society, Deutsche Gesellschaft für Lebendgebärende Zahnkarpfen, British Livebearer Association, Goodeid Working Group, American Livebearers Association, Association Beauval Nature Pour la Conservation et la Recherche y Wilhelma, zoologisch botanischer Garten.

**Arely Ramírez-García.** Laboratorio de Biología Acuática, Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.  
[arelyr@umich.mx](mailto:arelyr@umich.mx)

**Omar Domínguez-Domínguez.** Laboratorio de Biología Acuática, Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.  
[omar.dominguez@umich.mx](mailto:omar.dominguez@umich.mx)



Laboratorio de Biología Acuática. <https://bioumich.wix-site.com/acuaticausnh/proyectos-de-conservacion>

Goodeid Working Group. <http://www.goodeidworking-group.com/home>

Guardianes del río Teuchitlán. <https://m.facebook.com/people/Guardianes-del-r%C3%ADo-Teuchitl%C3%A1n/100069923225348/>



# ENTREVISTA

## Dr. Horacio Cano Camacho

Por: Rafael Salgado Garciglia



**E**l Doctor Horacio Cano Camacho es Profesor-Investigador del Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología (CMEB) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), Jefe del Departamento de Comunicación de la Ciencia de la Coordinación de la Investigación Científica de la UMSNH, y responsable de la organización del Tianguis de la Ciencia, un evento de divulgación de la ciencia y de la tecnología que se realiza anualmente en Ciudad Universitaria y que es reconocido a nivel nacional por el número de talleres, exposiciones, expositores y asistentes.

**Muchos sabemos de los orígenes del Tianguis de la Ciencia en nuestra universidad, pero ¿Podrías darnos una semblanza desde sus inicios hasta la época en que se realiza en Ciudad Universitaria?**

El Tianguis de la Ciencia surgió de la actividad de un grupo de profesores y trabajadores de la Universidad Michoacana como un intento de llevar el conocimiento científico a los niños y luego se consolidó como una fiesta con más alcance. Esto ocurrió hace 35 años, en 1988. Ha sobrevivido tanto tiempo porque evidentemente era (y es) una magnífica idea. La feria para niños se vio rápidamente rebasada y se comprendió que en realidad el público objetivo era toda la sociedad en su conjunto. La propia comunidad universitaria entendió muy rápido su importancia y a lo largo de los años se ha convertido en un evento en el cual, académicos y estudiantes, participamos con gran entusiasmo y asumimos el Tianguis como un compromiso permanente con la sociedad. El Tianguis de la Ciencia forma parte ya del imaginario de la comunidad universitaria y ha ido evolucionando. En sus prime-



ras dos ediciones era una feria pequeña en donde se presentaban juegos, frotis para microscopios y algunas exhibiciones. Cuando se comprendió que había un público expectante y dispuesto a participar, se trasladó a los pasillos de Ciudad Universitaria y se convocó a toda la comunidad a participar, poco a poco fue adquiriendo el carácter de feria masiva, con la participación de todas las dependencias de la universidad, desde el bachillerato hasta el posgrado, así como con la participación entusiasta de varias instituciones educativas, de investigación y del sector público en Michoacán, hasta lograr lo que ahora tenemos.

### ¿Por qué considerarlo el Tianguis de la Ciencia más importante de México?

“El más importante” es una descripción muy fuerte y muy relativa. Todo esfuerzo en la divulgación de la ciencia, por pequeño que sea, es importante. En realidad, el Tianguis de la Ciencia tiene

muchas características que lo hacen peculiar y exitoso. El concepto mismo de tianguis, que en nuestro país tenemos muy interiorizado, hace referencia a un mercado en donde la población concurre regularmente y deambula por sus pasillos y corredores observando y dejándose seducir por los oferentes, la manera en que acomodan sus mercancías, la diversidad de colores, de olores y la diversidad de la oferta. También es fundamental escuchar las voces que nos cuentan, que nos ofrecen algo. De todo ello depende que los asistentes nos intereseamos en un producto. Este mismo concepto está en el Tianguis de la Ciencia, pero aquí lo que ofrecemos son conocimientos de ciencia, de tecnología y de humanidades. Nuestros “productos” son el resultado del quehacer universitario y los propios “oferentes” son

los generadores de este conocimiento: investigadores, estudiantes y profesores, quienes intentan convencer y seducir al público para que acepte sus explicaciones, demostraciones e historias, todo producto de su trabajo, pero también de su creatividad.

Entonces, en nuestro mercadillo, reunimos a miles de expositores de prácticamente todas las áreas del conocimiento que se cultivan en el estado, para mostrar y mostrarse ante el público. Más de 4 000 personas al mismo tiempo en 400 talleres, demostraciones, exhibiciones comentadas y en las que el público puede participar, dialogar, discutir, charlar con los investigadores y generadores de este conocimiento que hacen un gran esfuerzo en traducir y recrear el trabajo especializado de una forma lúdica, interesante y atractiva para ese público de todas las edades. Esto hace de nuestro Tianguis algo único y especial.

**Queremos saber cómo es la organización de un evento tan importante y grande como este. ¿Podrías decirnos cómo se organiza, los tiempos y quiénes participan en este gran equipo?**

Cada Tianguis (es un evento anual) se comienza a organizar una vez que termina el anterior. Nos reunimos para evaluar, discutir lo que salió bien, lo que puede mejorar, dónde tuvimos problemas, cuáles fueron los talleres más apreciados, quiénes se esforzaron más, las opiniones del público vertidas en encuestas que levantamos, las opiniones de autoridades, de expositores y de los mismo organizadores.

Esta evaluación se ve reflejada en la convocatoria y en el diseño del siguiente año. La convocatoria, abierta a todos los universitarios y otras instituciones, sale en los meses de enero-febrero. Las propuestas se reciben en marzo y son evaluadas por personal académico voluntario y, en su caso, aceptadas o comentadas para mejorar. No buscamos solamente que sean bonitas, incluso espectaculares, sino que cumplan con los objetivos y en particular con el mensaje que quieren transmitir. Luego se hace una distribución por áreas del conocimiento en los terrenos de Ciudad Universitaria. Ocupamos más o menos un 70 % del espacio de CU.

Posteriormente, procedemos a calcular la cantidad de mobiliario y otras infraestructuras requeridas: mesas, sillas, mapas, toldos, salones, la-

boratorios, auditorios, conexión a la luz, agua, servicios sanitarios, servicios médicos, enfermería y personal de apoyo y vigilancia.

Más o menos somos 250 personas sobre el terreno para la operación del Tianguis de la Ciencia, más el personal de apoyo de la Universidad. Todo esto para dos días de evento.

Por supuesto, con anticipación planificamos, discutimos y encargamos la promoción en radio, televisión, espectaculares, redes sociales e invitaciones directas. Elaboramos materiales audiovisuales que distribuimos en redes, conferencias de prensa, entrevistas, radio y televisión, con lo cual se va formando mucha expectativa. La gente llega por sí sola, grupos escolares, familias, muchas familias y personas solas... ¡Un mundo!

**¿Hacia qué tipo de público está mayormente orientado y el porqué de esto? ¿Con los años, esto ha cambiado?**

Al inicio, hace 35 años, se pensó en una feria para niños y niñas escolares, principalmente. Poco a poco, como ya lo comenté, se vió que el público en realidad era toda la sociedad; la divulgación de la ciencia es para todos. Cuando yo me hice cargo, hace 9 años, comenzamos a revisar con cuidado el público objetivo y decidimos centrar nuestro mensaje en la familia que ya asistía, por supuesto. La idea es generar un diálogo en la casa sobre los



temas de la ciencia y de la tecnología, el conocimiento todo para que sea en el seno del hogar, y no únicamente en la escuela, donde se hable de estos temas y se genere el interés.

Tenemos un programa, con 36 años también, que se llama "Ciencia para niños y sus papás", y que consiste en dar charlas para la familia impartidas por nuestros expertos y allí nos dimos cuenta que los padres estaban excluidos de estos temas. Nos decían su frustración al no poder charlar con sus hijos sobre sus intereses de conocimiento: "A mi hijo de seis años le gustan los dinosaurios y todo el tiempo habla de ellos y yo no sé qué decirle, no puedo sostener una conversación porque yo no entiendo nada". En otros temas era muy común escuchar este fenómeno. Los padres y madres decían: "Mi hija tiene mucho miedo de los agujeros negros y no sé qué decirle", "Mi hijo me pregunta...". Nos dimos cuenta que era cierto, debemos atraer a la familia, la ciencia es cosa de todos, de chicos, de chicas, de jóvenes, de padres, de madres, de abuelos.

Los días viernes, primer día del Tianguis, recibimos sobre todo a grupos escolarizados que nos visitan con sus escuelas. El sábado, segundo día de la feria, vienen familias completas. Muchas son "traídas" por los mismos niños y jóvenes que vinie-

ron el día anterior con la escuela y traen a su familia para que se entere, se sorprenda como ellos... Es un día muy bonito.

Este año observamos que desde la primera hora del viernes, comenzaron a llegar familias y eso nos está diciendo que nuestros esfuerzos están rindiendo frutos, la familia está entendiendo que la ciencia es cosa de todos.

### De acuerdo a los que asisten al Tianguis, ¿podemos saber qué es lo que más les atrae y qué conocimiento ganan con ello?

De nuestras encuestas y lo que observamos en el campo, sabemos que las ciencias biológicas son muy exitosas, pero también las ingenierías, en partículas las cuestiones de robótica, drones, matemáticas, aunque ustedes no lo crean... La hidráulica ha tenido un éxito enorme. Es un laboratorio gigantesco, único en México y muy organizado. Constituye un tianguis en sí mismo y es muy buscado. Últimamente, las ciencias médicas han tenido mucho éxito, pero también las ciencias administrativas.

Michoacán no cuenta con museos de ciencias. Tenemos el Museo de Historia Natural que tiene demanda durante todo el año, pero es muy pequeño y especializado. Entonces, el Tianguis viene a suplir esta carencia; sin embargo, es más que



un museo, es un espacio vivo, de interacción y de diálogo, algo que no tendríamos en un museo tradicional, incluso en estos museos modernos de muchos juegos. Aquí el público, desde los más chiquitos de preescolar, se encuentran y se comunican directamente con los generadores del conocimiento. Esto no lo ves en un museo ni en otro tipo de ferias. Es algo muy interesante y hermoso.

### En esta ocasión se realizó el Tianguis núm. 31. ¿Qué de nuevo pudimos ver en este?

Uff, muchas cosas. Los talleres cada año se van mejorando. Muchos de los expositores van aprendiendo, van evaluando y nos llegan con presentaciones de mayor calidad y más profesionales. Este año, por ejemplo, los talleres de medicina incluyeron robots para practicar cirugías, modelos para dentistas, prótesis realizadas por los ingenieros mecánicos, incluso objetos movidos con impulsos nerviosos, mariposarios, artesanías, etc. Es difícil hablar de algo en particular. El Tianguis es enorme y todo gusta mucho. Un taller de matemáticas que presentó trucos de magia y actividades teatrales fue muy exitoso.

### ¿Qué otros eventos de divulgación de la ciencia, derivados del Tianguis de la Ciencia, se realizan durante el año por parte del Departamento de Comunicación de la Ciencia?

El Tianguis no se circunscribe al realizado en Ciudad Universitaria una vez al año. Tenemos versiones más pequeñas que varias veces al año llevamos a otras comunidades. El año pasado, por ejemplo, fuimos a Ciudad Hidalgo, Indaparapeo, Alvaro Obregón, Cuitzeo, Huetamo, Lázaro Cárdenas, etc. Este año pretendemos llevar versiones más grandes a Uruapan, Zamora y otras ciudades o comunidades de nuestro estado; estamos trabajando en ello. Además, los "talleristas" son entrevistados y presentados en diversos formatos en nuestras redes y programas de divulgación, son invitados a escuelas



y a otros eventos del Gobierno del Estado, incluso escuelas privadas. Lo hemos realizado en las plazas de varias ciudades, ¡mucha actividad!

### Por último, ¿qué perspectivas se tienen para el próximo Tianguis de la Ciencia?

Estamos trabajando sobre un rediseño para mejorar varios aspectos y cambiar algunas cosas de la distribución en el terreno, ya que es muy grande y los asistentes se quejan de que un día o dos no les alcanza. Queremos actualizar la imagen visual de la feria, por lo que ya estamos trabajando con la Facultad de Arquitectura. Esta es una feria tan importante y recordada en la comunidad universitaria, que debemos revisarla continuamente y mejorarla para seguir vigentes y atractivos en la preferencia del público. Por ejemplo, estamos pensando en incluir más eventos de teatro, de danza, de música, como manifestaciones fundamentales de la creación humana y muy vinculada a la ciencia, como una parte integral de la cultura. Esperemos que nos alcance el tiempo y los recursos... Trabajo habrá, sin duda.

## ARTÍCULO

### El sapo encantador

Alejandro Villaseñor-Álvarez



**Alejandro Villaseñor-Álvarez.** Profesor e investigador de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

[alejandro.villasenor@umich.mx](mailto:alejandro.villasenor@umich.mx)

No haremos una reseña literaria del cuento infantil *La princesa y el sapo*, de la cual recuerdo una frase inolvidable que dice: «Le pido me disculpe el atrevimiento —respondió el sapo—, pero si usted fuera tan amable de darme un beso suyo, yo volvería a ser humano».

Desde tiempos remotos los hombres han consumido sustancias alucinógenas con fines religiosos, místicos o por diversión, empleando extractos generalmente de tipo herbolario o de plan-

tas que se conocían que propiciaban estos efectos disociativos de la realidad. Se tienen los ejemplos de la marihuana, la cocaína, la heroína, entre otros tipos de drogas que se utilizan con tales fines.

Pocos casos se conocen del uso o empleo de **animales con estos efectos psicotrópicos** en la literatura, pero se ha reportado que, principalmente, existe una variedad de peces con efectos alucinógenos (25 géneros), también la hormiga cosechadora roja (*Pogonomyrmex californicus*), así como cuatro tipos diferentes de anfibios. En México existen alrededor de 376 especies de anfibios, de ellas nos interesa particularmente una especie de sapo por poseer ciertas sustancias psicoactivas.

#### **El sapo del desierto de Sonora (*Bufo alvarius*)**

Este sapo se ubica geográficamente en el sur de Arizona, en la parte norte del estado de Sonora, en México, en la frontera de California y Arizona, y en el occidente de Nuevo México.

Desde 1929 se reportó que era un **sapo que contenía cierta sustancia que era venenosa**

cuando se tenía contacto con la piel del animal. Posteriormente, en 1956 se reconoce que la producción de esta sustancia formaba parte del **comportamiento defensivo** contra sus depredadores. Es hasta 1967 que se realiza el primer aislamiento y purificación de la sustancia alucinógena de las glándulas que la producían. Finalmente, es a mediados de los 80 que se empiezan a conocer, por medio de reportajes en periódicos y revistas, de **la existencia de este sapo y de sus propiedades alucinógenas.**

Se reconoce la producción y secreción que contienen sus glándulas salivales (parotídeas), las cuales se encuentran ubicadas en el cuello, la curva del codo y la ingle, lugares donde producen varios compuestos químicos como el 5-metoxi-N, N-dimetiltriptamina (5-MEO-DMT) que se ha clasificado como psicodélico, enteógeno (que posee un poder alucinógeno que proporciona una experiencia divina, según algunas creencias indígenas) o alucinógeno.

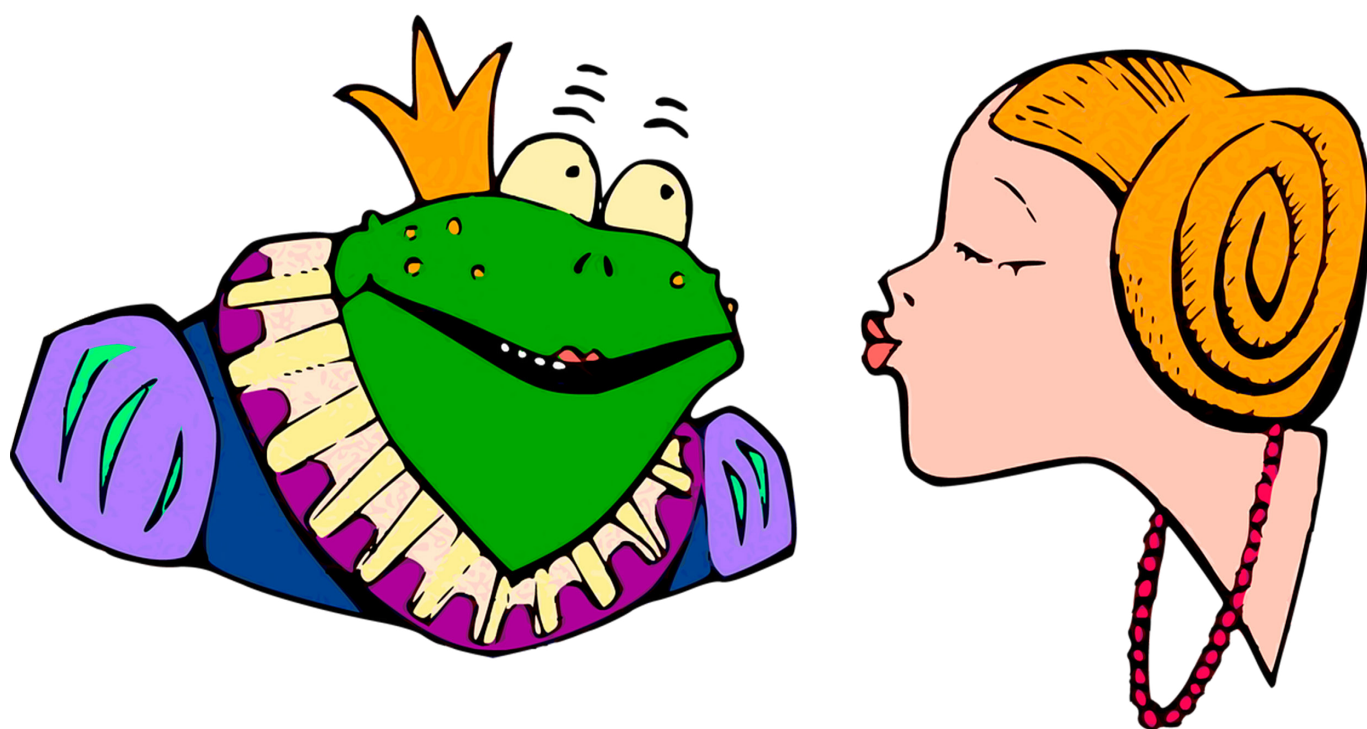


La secreción se administra por inhalación, bien sea fumando en pipa o con un vaporizador; es importante tener en cuenta que si la sustancia no es dosificada adecuadamente, pone en riesgo la vida del usuario.

Algunos estudios sugieren que las poblaciones de este anfibio (*B. alvarius*) **debería ser considerada como una especie en peligro crítico de extinción**, ya que el número de los sapos está disminuyendo rápidamente debido a factores como el calentamiento global, la expansión de los asentamientos humanos que se apoderan del desierto natural, el uso extensivo de pesticidas y otros químicos agrícolas, así como por la caza furtiva.

A pesar de que todavía no está considerado en el listado de especies dentro de la categoría en riesgo por las autoridades federales ambientales, es importante **proteger a estos anfibios** debido al papel que desempeñan dentro del ecosistema del desierto sonorense.

Finalmente, si lo que quieren es escapar de la realidad, les recomiendo que en lugar de hacer uso de este tipo de alucinógenos de origen animal, más bien lean un buen libro acompañados con una taza de un aromático café, esto nos transporta a otros mundos imaginarios que son más gratificantes.



Araújo, A.M., Carvalho, F., Bastos, M.L., Guedes de Pinho, P. y Carvalho, M. (2015). The hallucinogenic world of tryptamines: an updated review. *Arch Toxicol*, 89(8), 1151-73. <https://doi.org/10.1007/s00204-015-1513-x>

Ávila-Nájera, D.M., Mendoza, G.D., Villarreal, O. y Serna-Lagunes, R. (2018). Uso y valor cultural de la herpetofauna en México. Una revisión de las últimas dos

décadas (1997-2017). *Acta Zoológica Mexicana*, 34, 1-15. <https://doi.org/10.21829/azm.2018.3412126>

Horák, M., Mateos-Segovia, E. y Cortina-Bello, A. (2019). *Bufo alvarius*: Evidencias literarias y controversias en torno a su uso tradicional. *Medicina Naturista*, 13(1), 43-49. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6761086>



# ARTÍCULO

## El tráfico ilegal de especies en redes sociales

Carlos Enrique Lozano-Bernabé y Ana María González-Di Pierro



<https://pixabay.com/es/photos/perico-peque%C3%B1o-loro-aves-jaula-pet-956840/>

**Carlos Enrique Lozano-Bernabé.** Estudiante del Programa de Licenciatura en Biotecnología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán.  
[172044ok@umich.mx](mailto:172044ok@umich.mx)

**Ana María González-Di Pierro.** Catedrática CONACYT adscrita al Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán.  
[pierro.gonzalez@umich.mx](mailto:pierro.gonzalez@umich.mx)

**E**l mercado ilegal de especies es uno de los factores que más **contribuye a la extinción de las especies**. En México, estas prácticas se consideran ilegales y pueden llevar de uno a nueve años de prisión, situación que se puede agravar si se afecta un área protegida. Es importante remarcar que el tráfico ilegal de especies no solo daña a las especies en peligro, también lo hace al ecosistema en cuestión, siendo en algunos casos daños irreparables, afectando así a un gran número de especies, convirtiendo de esta manera al tráfico ilegal de especies en **un foco rojo de nuestra sociedad** que se debe investigar.

## Historia del Internet y las redes sociales

Es interesante saber que el Internet no se ideó en un principio para el uso generalizado de la población. En realidad, fue inicialmente desarrollado en 1959 durante la Guerra Fría dada entre Estados Unidos de América (EE. UU.) y la Unión Soviética, como respuesta de EE. UU. a la creación de la Agencia de Investigaciones de Proyectos Avanzados (ARPA, por sus siglas en inglés) y al satélite *Sputnik* lanzado en 1957 por la Unión Soviética, cuyos dos principales propósitos eran la comunicación y la investigación de material bélico.

A partir de ahí, se crea una red interconectada globalmente llamada **Galactic Network**, desde la cual una persona podía acceder desde cualquier lugar a programas y datos, muy parecido de hecho, a lo que hoy conocemos como Internet; sin embargo, en ese momento se veían más como ciencia ficción. Esto llamó la atención de la agencia ARPA, quienes dieron grandes presupuestos para el desarrollo de este sistema bajo el supuesto de que un sistema de comunicación tal como *Galactic Network*, haría más **eficiente el intercambio de información**, lo que traería **grandes ventajas a sus comunicaciones**. Poco tiempo después, en 1965, otro investigador llamado Lawrence Roberts junto con Thomas Merrill, lograron conectar por primera vez en la historia una computadora de Massachusetts con otra de California, en EE. UU. En 1967, Roberts presentó el primer prototipo real de lo que hoy en día conocemos como Internet.

En México, las universidades fueron las principales distribuidoras de Internet, pero fue hasta mediados de la década de los 90 que el número de dominios «.com» superaron al total de dominios «.mx», los cuales eran destinados a propósitos educativos y gubernamentales, lo que significó la inmersión de la población en este medio.

Por otra parte, hablar de las redes sociales es un tema complicado de abordar, y esto se debe básicamente a la constante innovación y actualización que suceden a gran velocidad, como es el caso de **Facebook** creada en 2004 por el empresario Mark Zuckerberg, en la que **cualquier persona puede crear su página** siempre que tenga acceso a internet.

## Internet y redes sociales, un detonante en el tráfico ilegal de especies

El Internet, desde su aparición, ha sido de gran utilidad, específicamente por la forma en que **ha modificado la comunicación en nuestra sociedad**, siendo en la actualidad el medio más rápido de difusión de contenidos, superando por mucho a la radio y a la televisión. En este sentido, las redes sociales tienen la particularidad de que **un individuo puede crear páginas con cualquier contenido** y, además (si así lo desea), de forma anónima. Esto ha permitido que quienes realizan actividades ilegales (como el tráfico ilegal de especies) lo puedan hacer desde diversas redes sin ser descubiertos. En el caso de Facebook, **pueden incluso crearse pá-**



[https://pixabay.com/es/photos/medios-de-comunicaci%\*\*c3\*\*%\*\*b3\*\*n-social-icno-2537391/](https://pixabay.com/es/photos/medios-de-comunicaci%c3%b3n-social-icno-2537391/)



**ginas y grupos privados**, lo que vuelve más difícil detectarlos y por supuesto denunciarlos.

El tema de las redes sociales es un tanto complejo; sin embargo, no debe ser tomado a la ligera, ya que hoy en día basta con instalar cualquier red social y darse cuenta de la facilidad con la que se puede vender un servicio. Este es el caso de Facebook e Instagram, las cuales cuentan con un **espacio dedicado exclusivamente para la venta** de servicios y productos y en los que **no existe ningún control aparente**, por ejemplo, las páginas y los grupos dedicados exclusivamente a la venta y tráfico de especies de flora y fauna. Estas páginas y grupos son administrados por particulares y en algunos casos por **negocios sin licencia o permiso para comercializar**, y comúnmente ofrecen diversas especies de aves, mamíferos y reptiles, dentro de los cuales los propios usuarios pueden solicitar o vender cualquier tipo de especie de diversos países, así que una persona que tenga la cantidad de dinero que piden por una especie determinada, puede comprarla sin problema.

Como dato interesante, según el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF, por sus siglas en inglés), cada año se comercializan más de un millón de aves vivas, cien tigres, veinte mil elefantes, mil rinocerontes, entre muchas otras especies que en su conjunto suman alrededor de entre ocho y veinte mil millones de euros, dejando en claro que **las redes sociales son el método más eficiente para el tráfico y venta ilegal de especies**.

#### **En México, ¿qué tan grave es el problema?**

De acuerdo con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), el tráfico ilegal de especies se constituye como una infracción en la legislación ambiental de México que involucra la extracción, comercialización o posesión de flora y fauna silvestre. A nivel mundial, **esta actividad es considerada un problema grave**, ya que es uno de los negocios ilegales más lucrativos junto con el tráfico ilegal de armas y el narcotráfico. En este sentido, México juega un papel muy importante en este tipo de comercio debido a su gran biodi-

versidad, crimen organizado y, particularmente, al **bajo riesgo que existe asociado a estas prácticas en nuestro país.**

Según datos de la Unidad de Inteligencia Financiera (UIF) y de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), hasta el pasado 17 de enero de 2021, se identificaron 173 operaciones bancarias inusuales con 219 sujetos presuntamente vinculados con delitos de tráfico de especies y sus derivados, siendo los estados de Chiapas, Campeche, Tabasco, Oaxaca y Yucatán los más afectados.

Cabe destacar que el estado de **Michoacán** fue el primero de la República en tener un **grupo especializado en protección del medio ambiente establecido en 2016**, el cual fue seleccionado tomando en cuenta perfiles certificados de biología, ingeniería y técnicos forestales, además de brindarles un curso técnico policial. Hasta la fecha, sigue operando a favor de la protección ambiental del estado, pero teniendo claras deficiencias en la detección de ventas a través de Internet, particularmente de las ventas de especies animales, muchas de ellas incluso en peligro de extinción.

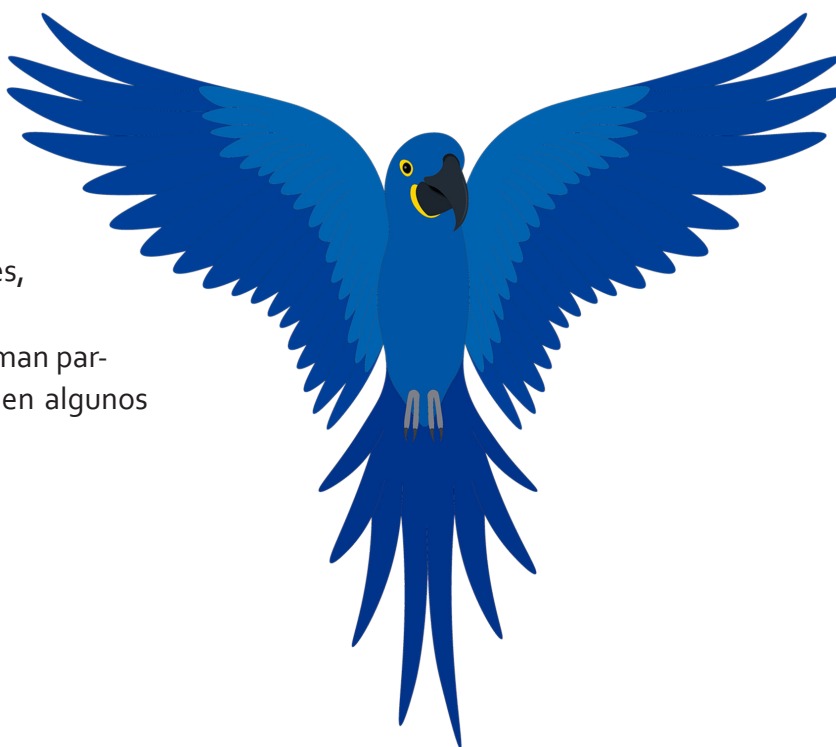
### ¿Qué se puede hacer al respecto?

A pesar de que México cuenta con planes específicos contra el tráfico ilegal de especies, estas prácticas van en aumento, desconociéndose el monto total de ventas generadas, sobre todo en las redes sociales, lo cual es bastante preocupante.

El Internet y las redes sociales forman parte de la vida de millones de personas, en algunos

casos son un simple medio de entretenimiento o de comunicación, pero en otros son el sustento de familias al ser medios para el comercio de productos físicos y digitales. Por esta razón, no debemos ver a las redes sociales y al internet como algo malo, puesto que los beneficios que nos brindan son enormes, pero sí debemos tener en cuenta que **en algunos casos son utilizadas para fines poco éticos e ilegales**, siendo un medio perfecto por la facilidad para acceder y la posibilidad de mantener en el anonimato tanto a las personas que crean las páginas y grupos, como a los usuarios que interactúan en estos.

Hoy en día nuestra sociedad tiene un gran reto en lo que respecta al tráfico ilegal de especies, que **requiere un trabajo coordinado a nivel nacional e internacional**, generando y ejecutando técnicas de detección cada vez más eficientes en Internet y redes sociales, esto con la ayuda conjunta de los gobiernos, empresas de servicios digitales y la sociedad misma, creando cada vez más sensibilidad acerca de cómo estas prácticas dañan en gran medida al medio ambiente.



Carpio-Domínguez, J.L., Vargas-Orozco, C.M., Meraz-Esquivel, M. y Villarreal-Sotelo, K. (2018). Las redes sociales como factor criminógeno de la venta ilegal de especies en Tamaulipas (México): el caso de Facebook. *CienciaUAT*, 13(1), 19-34. <https://www.scielo.org.mx/pdf/cuat/v13n1/2007-7858-cuat-13-01-19.pdf>

Castañeda, E.C., Casado, D.G. y Molina, O.A. (2019). Los riesgos del uso inadecuado de Internet y las redes socia-

les. Conocimiento y percepción de riesgos en jóvenes a través de la historia de vida. *Universitas Tarraconensis. Revista de Ciències de l'Educació*, (1), 33-45. <https://revistes.urv.cat/index.php/ute/article/view/2626/2616>

Sandroni, G. (2016). Breve Historia y Origen del Internet. [https://www.academia.edu/37177453/BREVE\\_HISTORIA\\_Y\\_ORIGEN\\_DEL\\_INTERNET](https://www.academia.edu/37177453/BREVE_HISTORIA_Y_ORIGEN_DEL_INTERNET).

# ARTÍCULO

## ¿Cómo y para qué se nombran las plantas?

Rosario Redonda-Martínez e Itzi Fragoso-Martínez



**Rosario Redonda-Martínez.** Investigadora titular, Instituto de Ecología, A. C. Red de Diversidad Biológica del Occidente Mexicano, Pátzcuaro, Michoacán, México.

[r.redonda.martinez@gmail.com](mailto:r.redonda.martinez@gmail.com)

**Itzi Fragoso-Martínez.** Investigador titular, Instituto de Ecología, A. C. Flora de Veracruz, Secretaría Académica, El Haya, Xalapa, Veracruz, México.

[itzi.fragoso@inecol.mx](mailto:itzi.fragoso@inecol.mx)

Quando somos aficionados a las plantas podemos tenerlas en un jardín o en macetas ubicadas en distintos rincones o espacios de la casa. Sea cual fuere el sitio destinado para ellas, es común que conozcamos su nombre, ya sea porque nos lo dijo la persona que nos las vendió u obsequió, o porque lo encontramos en internet. Pero, ¿qué tan probable es que una planta tenga el mismo nombre común aquí y en China, o incluso en Michoacán y Veracruz?

Esa pregunta es relativamente fácil de responder si pensamos en **nombres científicos**, aquellos que utilizamos los botánicos para denominar a una

especie, ya que independientemente del sitio donde se encuentre, ese nombre será **único en todo el planeta**. Sin embargo, **los nombres comunes**, es decir, los que utilizamos en nuestra vida cotidiana, **varían de una región a otra** y a nivel global esto es más notorio. Por ejemplo, la nochebuena suele emplearse en las festividades de fin de año en varias regiones del mundo y, a pesar de ello, se le conoce con nombres diversos: en México la denominamos nochebuena, cuetlaxóchitl (náhuatl), flor de nochebuena y a veces flor de pascua, como también se nombra en Cuba, España y Guatemala. En Estados Unidos y otros países de habla inglesa es conocida como *Poinsettia*, en reconocimiento a Joel R. Poinsett, primer embajador estadounidense en México, quien quedó fascinado con su belleza y la introdujo en su país. En Costa Rica y Nicaragua la llaman pastora, mientras que en Argentina se le conoce como estrella federal; corona de los andes en Chile y flor de navidad o flor de papagayo en Venezuela. No obstante, su nombre científico es *Euphorbia*

*pulcherrima* Willd. ex Klotzch, con el cual se conoce en todo el mundo, independientemente de que la planta se haya registrado en estudios florísticos o empleado en trabajos fitoquímicos, moleculares o ecológicos.

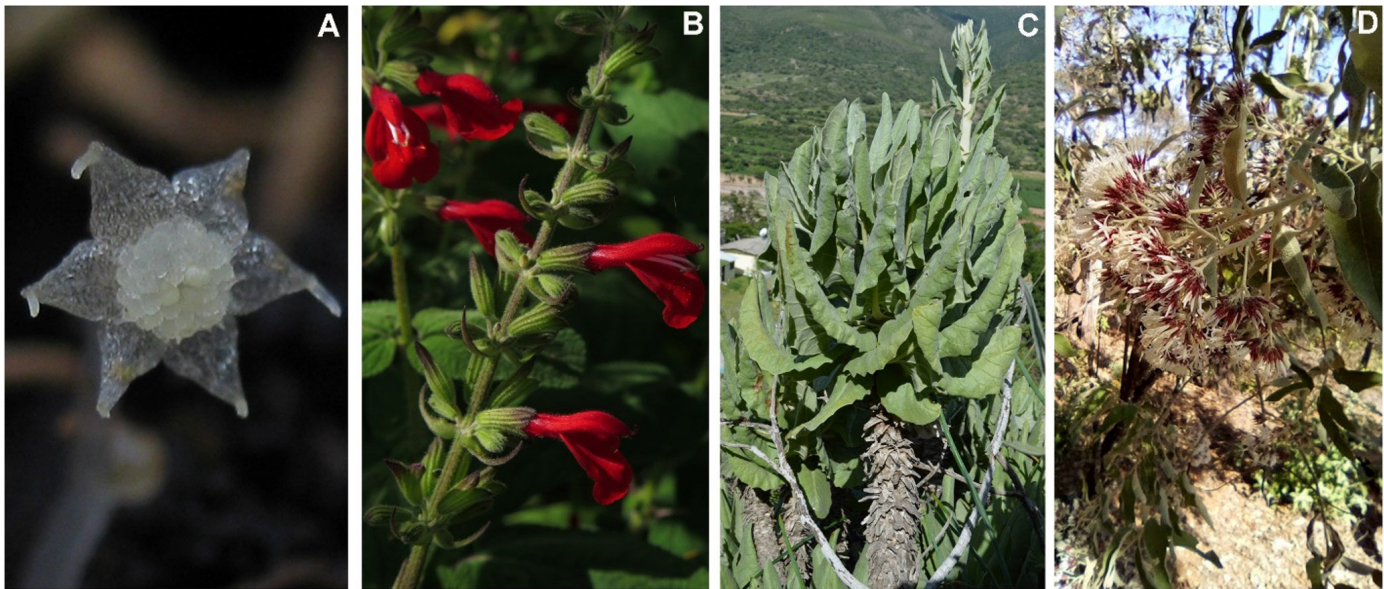
**¿Por qué los botánicos utilizan un nombre tan «raro» para la nochebuena?**

Aunque para muchos resulte raro e improponible, existen reglas que los taxónomos vegetales, o sea las personas encargadas de «bautizar científicamente» a las plantas, seguimos para proponer un nombre. Esas normas están contenidas en el **Código Internacional de Nomenclatura** para algas, hongos y plantas, que se revisa cada cuatro años durante la sesión de nomenclatura que se celebra en el Congreso Internacional de Botánica.

A grandes rasgos, el Código Internacional de Nomenclatura establece que **cualquier nombre científico debe ser único e irrepetible**, lo cual permitirá que se aplique por igual en México, China o



A. Nochebuena o estrella federal, *Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzch (foto: Rosario Redonda Martínez); B. Ejemplar herborizado del helecho *Gaga marginata* (Kunth) Fay W. Li & Windham (MEXU1434386, disponible en: <https://datosabiertos.unam.mx/IBUNAM:MEXU:1434386>).



Ejemplos de especies con nombres dedicados a sitios geográficos: A. *Lacandonia schismatica* E. Martínez & Ramos (foto: Esteban Manuel Martínez Salas); B. *Salvia ozolotepecensis* J.G. González & Fragoso (foto: Itzi Fragoso Martínez); C. *Mixtecalia teitaensis* Redonda-Mart., A. García & Sandoval-Gutiérrez (foto: Abisai Josué García Mendoza); D. *Critoniopsis tomentosa* (Lex.) H. Rob., cuyo nombre resalta la principal característica de la especie (foto: Rosario Redonda Martínez).

Australia. Además, el nombre deberá **escribirse en latín** (o estar latinizado) e ir **acompañado de las iniciales y/o apellidos del o los taxónomos** que lo propusieron o clasificaron en el género correcto.

Retomando el ejemplo de la nochebuena, notamos que consta de tres partes: la primera corresponde al género, *Euphorbia* (se pronuncia Euforbia); la siguiente es el epíteto específico, *pulcherrima* (se dice pulquérrima) que hace referencia a una característica única de esa especie, en este caso significa hermoso y todos estamos de acuerdo en que la flor de nochebuena tiene una belleza excepcional. Por último, aunque no menos importante, se encuentran los nombres o apellidos de los botánicos que describieron por primera vez esa especie: Willd. ex Klotzch, la primera abreviatura corresponde a Carl Ludwig von Willdenow, botánico y farmacéutico alemán que estudió principalmente helechos y hongos; mientras que Klotzch es la abreviatura de Johann Friedrich Klotzch, quién además de trabajar con los mismos grupos que Willdenow, se dedicó a estudiar animales.

### Nombres científicos de plantas, ¿se pueden dedicar?

Los nombres científicos de las plantas, ya sea el género o el epíteto específico, también **pueden dedicarse a un personaje famoso**, ya sea botánico o no. En el primer caso tenemos a *Linnea borealis* L., nombrada así por Carlos Linneo, considerado

el padre de la nomenclatura binomial, quién estableció las reglas básicas del sistema universal para proponer nombres científicos de todos los organismos vivos. La abreviatura L. corresponde a Linneo, es decir, él mismo se dedicó el género *Linnea*. Actualmente, el código de nomenclatura prohíbe que un taxónomo se auto dedique un nombre científico. Otro ejemplo, son los helechos del género *Gaga* Pryer, Fay W. Li & Windham, el cual está dedicado a la cantante **Lady Gaga**. También existen nombres científicos dedicados a personajes ficticios, por ejemplo, *Begonia darthvaderiana* C.W. Lin & C.-I. Peng que, como seguramente adivinaste, se nombró en honor de **Darth Vader**, aquel mítico villano de la saga Star Wars. Por otro lado, *Prosopanche demogorgoni* Funez, es una planta parásita cuyas flores asemejan la cara del «demogorgon» de la serie **Stranger Things**.

Los nombres de las plantas **también se pueden dedicar a animales de compañía** muy queridos, como es el caso de *Salvia leninae* Epling de Guerrero. **Lenina** fue la mula del gran explorador botánico **James Hinton**, cuyas colectas en lugares poco conocidos derivaron en la descripción de muchas especies vegetales nuevas para la ciencia. Hinton pidió al taxónomo que identificaba sus colectas, que nombrara a alguna especie en honor de su mula, ya que ella había contribuido por más de diez años a su trabajo en campo y que, en consecuencia, había jugado un papel primordial en el

descubrimiento de varias salvias nuevas para México. El taxónomo Carl Epling revisó el código de nomenclatura botánica y no encontró ninguna regla en contra de dedicar especies a animales de compañía, por lo que rindió homenaje a Lenina.

### Nombres que indican el lugar de ubicación

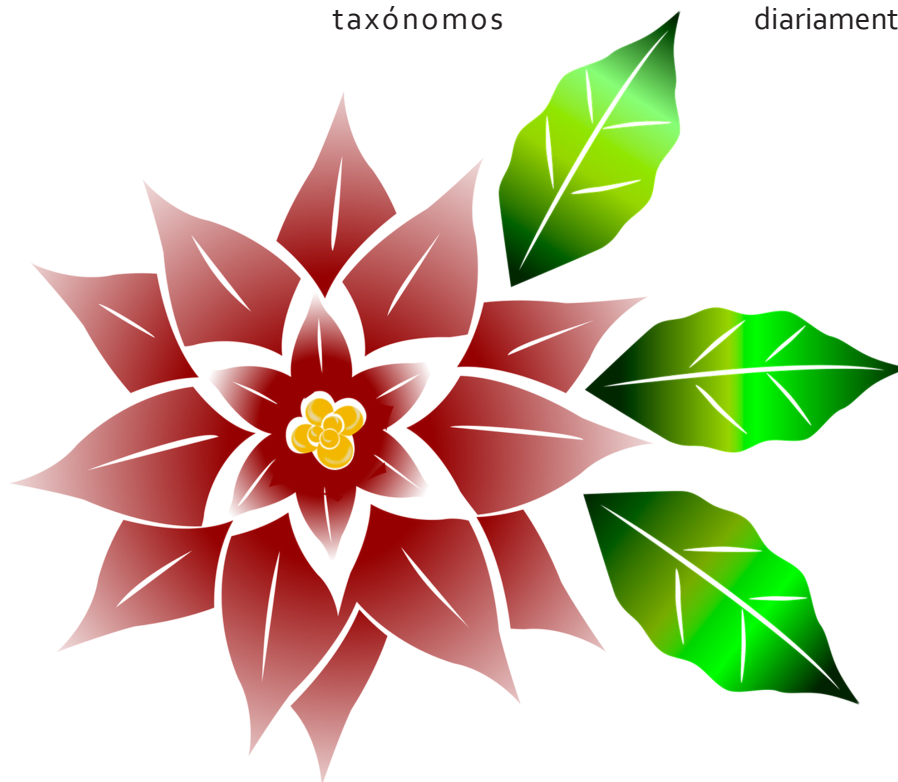
A veces, los nombres hacen referencia al **lugar donde se encontró la especie**, tal es el caso de *Lacandonia schismatica* E. Martínez & Ramos, taxón endémico a la Selva Lacandona; *Salvia ozolotepecensis* J.G. González & Fragoso, que se recolectó en San Juan Ozolotepec, Oaxaca; o *Mixtecalia teitaensis* Redonda-Mart., A. García & Sandoval-Gutiérrez, que es endémica de la región mixteca oaxaqueña y crece específicamente en San Juan Teita, Oaxaca. También es posible que un nombre científico indique el **hábitat de la planta**, como ocurre con *Quercus palustris* Münchh., un encino nativo de Norteamérica que crece en áreas pantanosas o *Hydropectis aquatica* (S. Watson) Rydb., una asterácea

acuática endémica de cuerpos de agua del noroccidente de México.

También es común que los nombres resalten alguna **característica distintiva de las especies**, por ejemplo, *Monotropha uniflora* L., cuyo nombre hace referencia a que la planta presenta una sola flor; o *Critoniopsis tomentosa* (Lex.) H. Rob., un árbol cuyas ramas y hojas están cubiertas de tricomas o pelos blanquecinos.

Un nombre científico es una llave que te da acceso a un mundo de conocimiento, ya que al conocer el nombre de las plantas podemos encontrar un sinfín de información relacionada con ellas, por ejemplo, si contiene algún compuesto dañino o benéfico, si son comestibles o empleadas en la medicina tradicional, incluso si han sido plasmadas en alguna obra de arte.

Esperamos que con esta lectura, ahora tengas una idea de cómo se acuñan los nombres científicos de las plantas, cuál es su importancia y el valor del trabajo que realizamos los taxónomos diariamente.



Greuter, W. y Rankin-Rodríguez, R. (trad.). (2018). *Código Internacional de Nomenclatura para algas, hongos y plantas (Código de Shenzhen)*, Fundación Herbario Greuter, Berlín, Alemania, 378 pp. [https://jolube.files.wordpress.com/2018/08/codigo\\_nomenclatura\\_botanica\\_shenzhen2018.pdf](https://jolube.files.wordpress.com/2018/08/codigo_nomenclatura_botanica_shenzhen2018.pdf)

Martínez, E. y Ramos, C.H. (1989). Lacandoniaceae (Triuridales): una nueva familia de México. *Annals of the*

*Missouri Botanical Garden*, 76(1), 128-135. <https://www.biodiversitylibrary.org/item/89020#page/130/mode/1up>

Redonda-Martínez, R. y Fragoso-Martínez, I. (2021). ¿Qué hace un taxónomo? *Saber Más*, 60, 77-80. <https://www.sabermas.umich.mx/archivo/la-ciencia-en-pocas-palabras/540-numero-60/1058-que-hace-un-taxonomo.html>



## ARTÍCULO

# La huella del COVID: La contaminación por cubrebocas

César Ramírez-Márquez y José María Ponce-Ortega



<https://pixabay.com/es/photos/corona-m%C3%A1scara-desperdicio-5340991/>

**César Ramírez-Márquez.** Profesor de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán.  
[cerama@hotmail.es](mailto:cerama@hotmail.es)

**José María Ponce-Ortega.** Profesor de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán.  
[jose.ponce@umich.mx](mailto:jose.ponce@umich.mx)

**H**oy en día visualizamos cada vez más el final del túnel con respecto a la pandemia derivada del coronavirus SARS-COV2. Con el auxilio de las campañas de vacunación, los cuidados preventivos de lavado de manos y con el uso adecuado de cubrebocas, hemos hecho frente al virus y pareciera que todo marcha de manera correcta. Pero no todo es miel sobre hojuelas, ya que existen algunos temas que nos ha heredado la pandemia y que debemos ir subsanando para evitar mayores problemas a futuro: uno de ellos es la **contaminación que surge del uso constante de**

**los cubrebocas desechables.** Prácticamente desde el comienzo de la pandemia, especialistas de la salud y entidades como la Organización Mundial de la Salud (OMS), nos han recomendado el uso de cubrebocas, esto ante la alta transmisibilidad de las diferentes variantes del coronavirus. La función de los cubrebocas es la de contener esas gotitas respiratorias que las personas dispersan al respirar, estornudar o toser, y según su tipo y su uso, ofrecen protección contra el coronavirus SARS-COV2.

### Clasificación de cubrebocas

La clasificación de los cubrebocas se puede dar según el material con el que son fabricados. En este artículo nos centraremos en un par de tipos de cubrebocas que pueden representar un mayor problema de contaminación, ya sea por la cantidad desechada, o por el tipo de material. Los más comunes de conseguir y los que veíamos y seguimos viendo más en uso son los llamados **cubrebocas quirúrgicos**, los típicos azules de los médicos y enfermeras, los cuales son elaborados con un **material sintético** y algunos cuentan con **cubierta de polipropileno**.

Por otro lado, vistos con menor frecuencia en la población general, pero sí por la población del sector salud, están los **cubrebocas KN95** elaborados con un material llamado **polipropileno**, el cual es un polímero que tiene una variedad de aplicaciones en la vida cotidiana, como la elaboración de tejidos, en los empaques y las películas transparentes de comida, en algunos elementos automotrices, etc. Aunado a esto, debemos recordar que uno de los principales problemas medioambientales de nuestro tiempo, es el derivado por la contaminación de residuos de polímeros de síntesis química, es decir, los plásticos. Toneladas y toneladas de plásticos son vertidas en ríos, lagos, océanos y en los rellenos sanitarios.

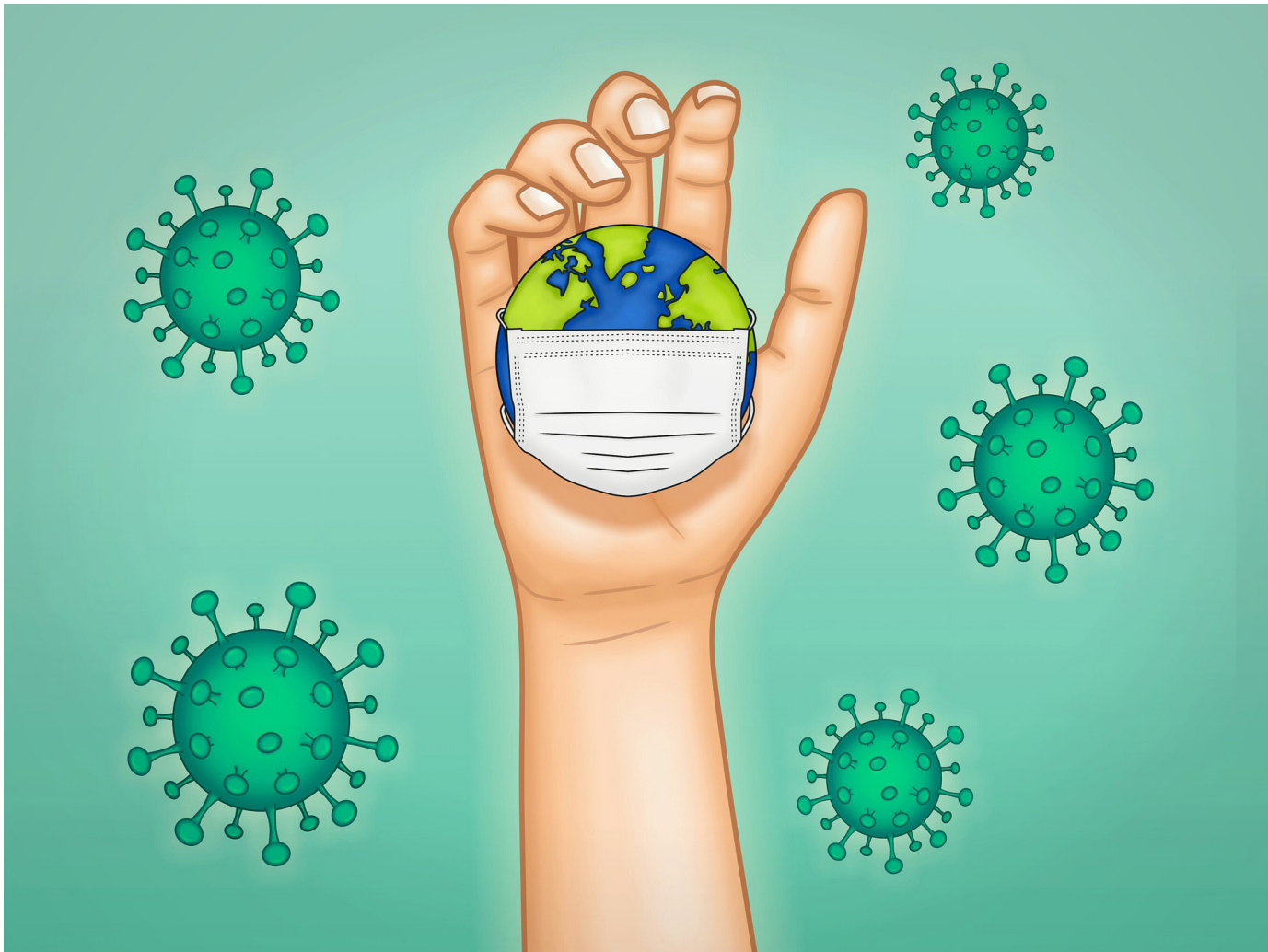
### ¿Dónde quedan los cubrebocas después de su uso?

A primera mano es fácil de responder, los desechamos y esperamos a que el camión de basura lo traslade a los basureros municipales. No obstante, es evidente que toneladas de cubrebocas terminarán invadiendo los rellenos sanitarios y océanos de todo el mundo, induciendo una vez más a cambios en los ecosistemas orientados a su destrucción. En

un caso hipotético, y solo señalando a la población de México, de alrededor de ciento treinta millones de habitantes, con que solo un cincuenta por ciento de la población hiciera uso de cubrebocas quirúrgico, cambiándolo a diario y por los dos años que llevamos de pandemia, representaría cerca de novecientos cincuenta mil toneladas de desechos por cubrebocas (considerando un peso aproximado de 20 g por cubrebocas).

No obstante, en el presente artículo, no queremos decir que el uso de cubrebocas fue una estrategia errónea para disminuir los contagios, o que ya no debemos hacer uso de ellos en la actualidad, si no preguntarnos **¿Qué debemos innovar para contrarrestar este tipo de contaminación?** Lo primero que debemos pensar es en la **disposición correcta de los cubrebocas desechados**, es decir, que después de su uso, de manera responsable,





<https://pixabay.com/es/illustrations/mundo-virus-planeta-tierra-5676645/>

el usuario debe rociarlo con una solución clorada (aproximadamente 10 mililitros de cloro por un litro de agua), cortarlo en pedazos, ponerlo en una bolsa (esperando que se recolecte una cantidad considerable de residuos de cubrebocas) y depositarla en un contenedor cerrado. Suponiendo que bajo dicho procedimiento los desechos terminen en un centro de recolección o relleno sanitario con la capacidad de reciclaje.

Con lo anterior, evitaremos la propagación de virus e impediremos que terminen siendo parte de la contaminación en agua o suelo. Pero eso no lo es todo, un cubrebocas tardaría **más de 400 años en desintegrarse**, con ello y las grandes cantidades desechadas, pondríamos en un claro riesgo al medio ambiente.

#### ¿Qué hacer ante esta contaminación inminente?

Es aquí donde existe el desafío innovador para poder lidiar con estas grandes cantidades de cubrebocas desechados y **convertirlos en materia prima para nuevos plásticos** que igualmente puedan cumplir con los requisitos de los productos mé-

dicos, o de cualquier uso general. Empresas como Procter & Gamble® (P&G) han puesto en marcha programas de recolección y han innovado con rutas de procesamiento a través de la **descomposición química del material**, originada por el calentamiento a altas temperaturas en ausencia de oxígeno. Con ello, lograron descomponer el polímero en fragmentos moleculares y, con el calor utilizado, también garantizaron la desaparición de cualquier rastro del virus. Una vez que se logra, el material puede ser usado como un precursor del polipropileno. Esto demuestra que se puede lograr el reciclaje de los cubrebocas y producir **nuevos artículos** básicos de consumo humano.

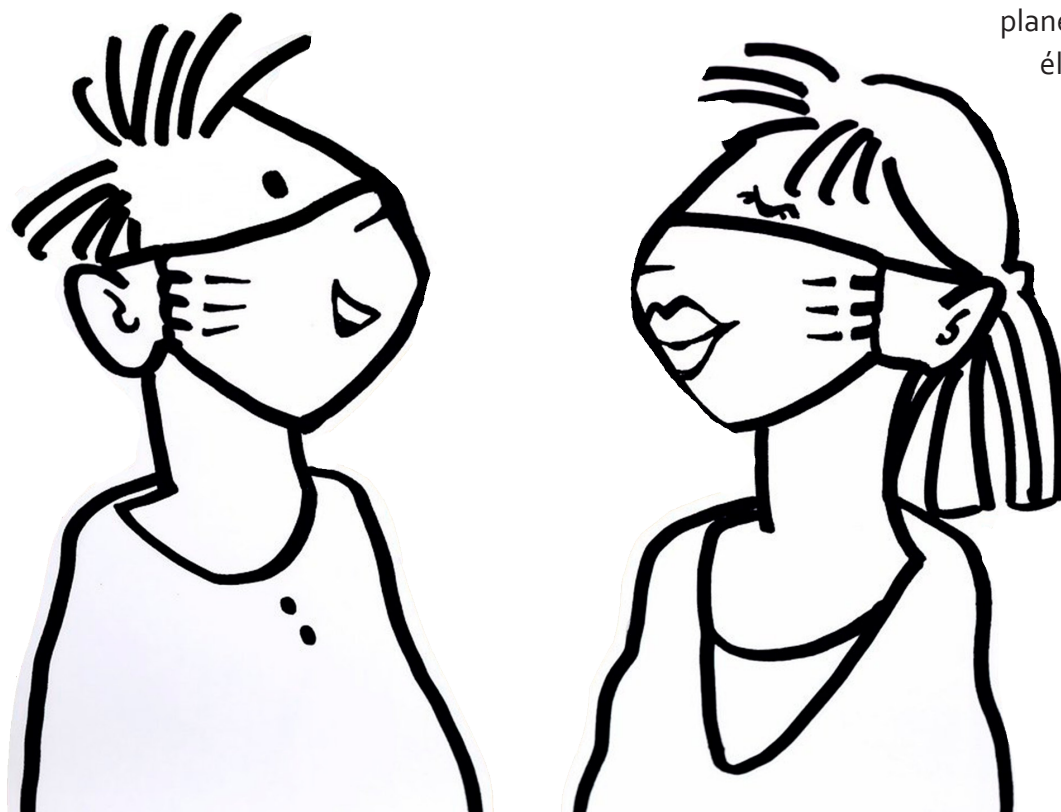
Investigadores de otras partes del mundo, por ejemplo, de la Universidad Real Instituto de Tecnología de Melbourne, en Australia, han propuesto diferentes usos: que los cubrebocas desechables pueden ser reciclados y mezclados con diferentes porcentajes de hormigón para ser **usados en pavimentos de carreteras**, estimando que un kilómetro de carretera de dicho material sea capaz de reciclar aproximadamente 90 toneladas de de-

secho de cubrebocas. La inclusión de los residuos de cubrebocas a las carreteras, no solo tendría un impacto positivo al medio ambiente, sino que ellos también prevén que el pavimento **mejore sus cualidades** de dureza y resistencia, además de **economizar los costos de producción** de dicho pavimento. Ciertamente, si logramos visualizar el daño que podría resultar por el mal manejo de los cubrebocas desechados, pondríamos manos a la obra para aminsonar algunos de los efectos colaterales de la pandemia y de su impacto en el medio ambiente.

Es momento de prestar atención al cuidado del entorno natural y, aunque se ve como un elemento que no es tan perjudicial, el **reciclaje de los cubrebocas** debe ser calificado como **necesario y prioritario de atender**. Y como seres curiosos nos podemos cuestionar, ¿qué problemas pueden surgir si no hago caso a ello?

La respuesta es fácil de atender: esos cubrebocas terminarán siendo parte de nuestros alimentos, ya que una vez desechados y con el paso del tiempo, se fragmentarán en pedacitos cada vez más pequeños que acumularán sustancias tóxicas, como los microplásticos, los cuales acabarán siendo parte de la flora y fauna, contaminando la cadena alimentaria de la que dependemos, e inevitablemente **terminarán siendo consumidas por el ser humano**. Así que, si no queremos que ello suceda, queda mucho trabajo por hacer, no todo es trabajo del gobierno, sino una labor en conjunto para lograr cuidar del medio ambiente.

Y si bien debemos cambiar el paradigma de lo desechable y abogar por la menor dependencia de los plásticos, también debemos encontrar soluciones innovadoras ante las circunstancias venideras, como fue el caso de la pandemia causada por el coronavirus SARS-COV2 y el uso obligatorio de cubrebocas. Solo así podremos construir el nuevo futuro, sin que ello nos cueste el planeta o la vida en él.



Universidad Anáhuac México. (2020). Contaminación y Covid-19. <https://www.anahuac.mx/mexico/noticias/Contaminacion-y-COVID-19>

Plastics Technology México. (2021). Proyecto para reciclaje en ciclo cerrado de mascarillas faciales de un solo uso. <https://www.pt-mexico.com/noticias/post/proyec>

to-para-reciclaje-en-ciclo-cerrado-de-mascarillas-faciales-de-un-solo-uso

Saberian, M., Li, J., Kilmartin-Lynch, S. y Boroujeni, M. (2021). Repurposing of COVID-19 single-use facemasks for pavements base/subbase. *Science of the Total Environment*, 769, 145527. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145527>

## ARTÍCULO

## Los tiburones ¿Una amenaza para los humanos?

Alejandro Marinez-Guzmán y Omar Chassin-Noria



<https://pixabay.com/es/photos/mujer-tibur%C3%B3n-gran-tibur%C3%B3n-blanco-2435605/>

**Alejandro Marinez-Guzmán.** Estudiante de Licenciatura, Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán.

**1719930G@umich.mx**

**Omar Chassin-Noria.** Profesor e Investigador de la Facultad de Biología y del Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán.

**ochassin@umich.mx**

## Yo sé lo que es un tiburón

**A**parentemente, desde niños todos sabemos qué es un tiburón, pero en realidad los tiburones **son muy diversos** y algunas de las especies son diferentes a lo que imaginamos. Algunos son populares, como el **tiburón blanco** (*Carcharodon carcharias*), otras especies son poco conocidas debido a que tienen características que no se asocian a las de un tiburón. Por ejemplo, los individuos adultos del **tiburón linterna enano** (*Etmopterus perryi*), no superan los 20 cm de longitud y pueden na-

dar a profundidades superiores a los 400 m. En un extremo opuesto se encuentra el **tiburón ballena** (*Rhincodon typus*) que, con sus 18.8 m de tamaño, es el pez más grande del mundo.

¿Qué tienen en común todos los tiburones? Todos son peces con un esqueleto de cartilago, **no tienen ni un solo hueso**, característica que les confiere una gran **flexibilidad y ligereza**. Su cuerpo está cubierto por pequeñas **escamas con forma de diente** (denticulos) que dan a su piel la **consistencia de papel lija**. Si hacemos un repaso por toda la diversidad los tiburones, encontramos organismos con formas realmente extrañas como el tiburón boquiancho (*Megachasma pelagios*), tiburón duende (*Mitsukurina owstoni*), cazón víbora (*Trigonognathus kabeyai*), tiburón peregrino (*Cetorhinus maximus*) y el pez sierra de dientes grandes (*Pristis pristis*). Otros tiburones son tan singulares por vivir en agua dulce como el tiburón fluvial birmano (*Glyphis siamensis*), otras especies más famosas como el tiburón toro (*Carcharhinus leucas*) pueden vivir en agua salada y dulce, aparentemente estos cambios de hábitat lo hacen para deshacerse de parásitos que habitan en el agua salada. Son interesantes, ¿verdad?

Uno de los rasgos que más atrae de los tiburones, es que **son carnívoros depredadores**, consumen un rango muy amplio de especies marinas entre ellas peces, mamíferos, moluscos y artrópodos marinos. Es impresionante observar videos de un tiburón blanco que **caza a sus presas utilizando sus sentidos**: visión, olor, oído y electrosentido, este último permite detectar los impulsos eléctricos de la actividad muscular de sus presas y, en combinación con sus movimientos sigilosos, le permiten aproximarse y **atacar generalmente desde abajo** con una poderosa mordedura de la que es difícil escapar. En algunos tiburones, la dentadura cuenta con dientes muy puntiagudos y filosos, ordenados en filas de **dientes que se cambian** regularmente.

**Existen peleas entre hermanos... ¡¡Pero esto es demasiado!!**

Los tiburones son impresionantes en sus hábitos de alimentación que incluyen el canibalismo. Un ejemplo impresionante de esto es el **canibalismo intrauterino**, es decir, que **ocurre dentro del útero de un tiburón hembra**. Este canibalismo se ha observado en el tiburón toro, en el que un embrión (generalmente el mayor) puede comerse a



Fotografías: Imágenes propias



Buceo con tiburones. Fotografías propias

sus hermanos antes de nacer, obteniendo así una fuente adicional de alimento y eliminando la competencia por recursos y espacio en el útero. Se ha sugerido que esta estrategia permite también **eliminar a medios hermanos**, pues las hembras pueden aparearse con varios machos. Se ha observado que hembras con embarazos tempranos tienen más embriones (hasta 14) de hasta cinco machos distintos, mientras las que presentan un embarazo avanzado, tienen menos embriones y con pruebas de ADN se demostró que solo había hermanos completos, sugiriéndose que los embriones **¡Son caníbales solo con sus medios hermanos!**

Un hábito alimenticio contrastante podemos encontrarlo en el **tiburón ballena**, el **tiburón peregrino** (*Cetorhinus maximus*) y en el **tiburón boquiancho**. Estas tres especies no poseen dientes en sus mandíbulas y **se alimentan de plancton**, que incluye entre otros organismos a pequeños invertebrados, así como algas y peces chicos como sardinillas que viven suspendidos en la columna de agua. Estos tiburones introducen en su boca grandes cantidades de agua, la cual es posteriormente expulsada por sus branquias, reteniendo solo su alimento.

### Si los tiburones son tan interesantes, ¿por qué generan temor?

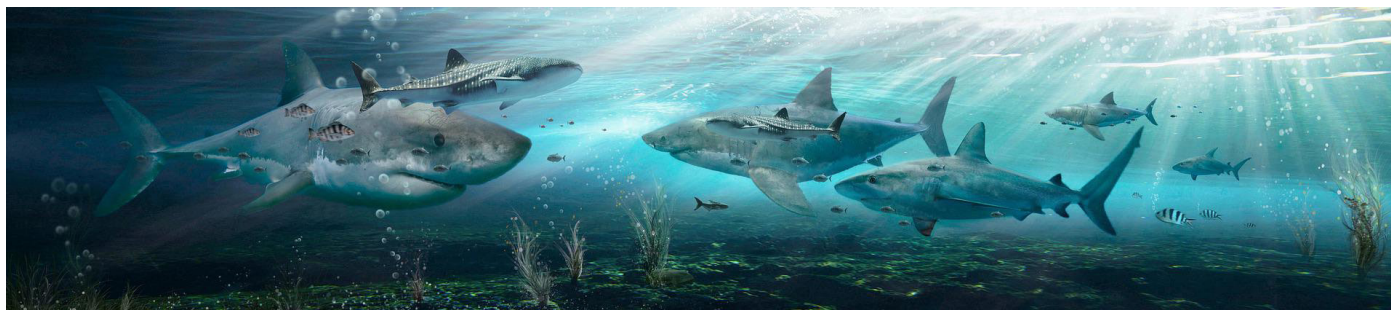
Cuando la gente escucha la palabra «tiburón», lo asocia con asesinos marinos debido a una mezcla de **malas ideas fomentadas por películas, documentales supuestamente «científicos», revistas y hasta imágenes falsas**. Debido a esto, la reputación de los tiburones está completamente dañada. Los tiburones son benéficos para múltiples comunidades que dependen del turismo y obtienen ingresos importantes al ofrecer servicios de buceo observando a estos peces. En México, un buceo recreativo ronda los \$ 90 dólares, pero si hay tibu-

rones toro o ballena, puede superar los \$ 200 dólares. **Bucear con estos animales permite quitar ese gran mito**. Por supuesto se siguen reglas estrictas para que esta práctica sea segura, por ejemplo, guardar una distancia evitando acercarse a ellos, no hacer sonidos para atraer al tiburón, siempre debe ser el tiburón el que se acerca a las personas, no hacer movimientos bruscos y siempre llevar las manos pegadas al cuerpo.

### ¿Tiburones para siempre?

La realidad es que, a pesar de su fama, son varias especies de tiburones las que están en peligro debido a su **captura dirigida y captura no intencional (incidental)**. Desafortunadamente, **México se ubica entre los 20 países con las mayores capturas** de tiburones a nivel mundial. Otros países en esta lista como España y Portugal, son poseedores de una flota pesquera que llega a capturar hasta 25 mil tiburones marrajo (*Isurus oxyrinchus*) cada año, a pesar de ser una especie en peligro de extinción. La carne de tiburón se consume regularmente y también se usa como sustituto «pirata» del bacalao o pez espada.

Asociado al consumo de tiburones, **existen prácticas que son realmente horribles**. Las aletas de los tiburones son un producto pesquero valioso que se comercializa para la elaboración de sopa de aleta de tiburón, platillo que se originó en China y que causa la **matanza de entre 26 y 73 millones de tiburones**, generando una derrama económica anual de entre 400 y 550 millones de dólares a nivel mundial. En esta pesquería se captura a los tiburones enteros, se les cortan las aletas estando algunos aún vivos y así, son arrojados al mar para tener una muerte lenta, pero segura. ¿Cómo se explica esta horrenda práctica? ¿Matar y desperdiciar más del 90 % del peso de tiburón para quedarse con las



aletas? La explicación es de terror: a los pescadores no les «conviene» llenar las bodegas con el resto del tiburón, pues el kilo de carne de tiburón tiene un valor cincuenta veces inferior a un kilo de aleta seca y salada de tiburón.

### Esta parece ser una batalla. ¿Los tiburones atacan a los humanos?

Al contrario de lo que se sugiere en el cine y en los relatos populares, **los seres humanos no formamos parte de la dieta de los tiburones**. Los ataques de tiburones a nivel mundial en 2018, fueron de 66 y solo cuatro de esos ataques fueron letales. Para México, se tiene registro de accidentes fatales desde la década de 1960 y estos eventos no rebasan los dedos de las dos manos. No intentamos restar importancia a estos desafortunados eventos, pero sí lo ponemos en contexto de otras causas de muerte. Se ha identificado, según el Archivo Internacional de Ataques de Tiburones (ISAF) que elabora la Universidad de Florida, que a nivel mundial la posibilidad de sufrir un derrame cerebral es de uno entre 24, sufrir un accidente en automóvil uno entre 84, mientras que **las de muerte por ataque de tiburón son de uno entre casi cuatro millones**.

Si hacemos un balance, los tiburones llevan la de perder. Pero bueno, **¿qué pasa si se extinguen los tiburones?** Quedarnos sin tiburones sería un problema, ya que son los principales depredadores de los peces carnívoros del mar; sin tiburones, estos peces se multiplicarían y acabarían con los peces herbívoros, **afectando la dinámica natural del mar**

y también la economía de pesquerías y la industria turística que depende de estas especies. Como ejemplo, en México hay turismo que viaja al caribe mexicano, golfo de California, isla Guadalupe, por mencionar algunos destinos, en donde afortunadamente, antiguos pescadores de tiburón pronuncian cada vez más frecuentemente una frase que nos llena de esperanza: **«Vale más un tiburón vivo que uno muerto»**.

### ¿Qué tanto vale en monedas un tiburón vivo?

En un estudio publicado por investigadores del Instituto Australiano de Investigaciones Marinas, calcularon que los beneficios económicos del turismo de los aproximadamente 100 tiburones que habitan en sitios turísticos de buceo en las islas Palau, generan un ingreso anual de \$ 179 mil dólares. Si esos 100 tiburones fueran capturados y vendidos, tendrían un valor de aproximadamente \$ 11 mil dólares, solo una vez. Estos valores económicos son un incentivo para la conservación de los tiburones, pero como afortunadamente no solo se trata de monedas, se está acuñando el concepto de una **economía azul (blue economy)** en donde se incluye a los tiburones y al mar en su conjunto, considerando la dimensión ambiental, social y económica.

La próxima vez que veamos o sepamos de un tiburón, recordemos que en la historia tiburón-humano, **los no «humanos» parecemos ser nosotros**. Aprendamos a apreciar a estas joyas que han acompañado al planeta por más de 200 millones de años, teniendo presente que nosotros apenas hace unos 100 mil años estábamos saliendo de África como una curiosa especie de primate.



Jaime, M. (2021). *Tiburones: supervivientes en el tiempo*, Fondo de Cultura Económica. [https://www.fcde.es/sites/es/libros/detalles.aspx?id\\_libro=12720](https://www.fcde.es/sites/es/libros/detalles.aspx?id_libro=12720)

Moral-Flores, L.F.D., Morrone, J.J., Alcocer, J. y Pérez-Ponce de León, G. (2016). Diversidad y afinidades biogeográficas de los tiburones, rayas y quimeras (Chondrichthyes:

Elasmobranchii, Holocephali) de México. *Revista de Biología Tropical*, 64(4), 1469-1486. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v64n4/0034-7744-rbt-64-04-01469.pdf>

International Shark Attack File ISAF. (s. f.). Yearly Worldwide Shark Attack Summary. <https://www.floridamuseum.ufl.edu/shark-attacks/>



## ARTÍCULO

## Reconstruyendo los incendios del pasado

Rodrigo Martínez-Abarca



<https://pixabay.com/es/illustrations/explosi%C3%B3n-fuego-bosque-naturaleza-123690/>

**Rodrigo Martínez-Abarca.** Investigador doctoral, Instituto de Geosistemas y Bioindicación, Universidad Técnica de Braunschweig, Alemania.

***l.martinez-abarca@tu-bs.de***

Página de divulgación del autor: Facebook: Divulgación Terrologa (@DivTierra).

**L**os incendios forestales son importantes modeladores del paisaje. La quema de vegetación no tiene únicamente efectos negativos en los ecosistemas, ya que también **promueve el reciclado de los nutrientes en el suelo y la sucesión en las comunidades vegetales.** Para que un incendio ocurra de manera natural, se requiere de diferentes factores: el primero es un **periodo prolongado de sequías y alta temperatura** que favorezcan la ausencia de humedad en el suelo y vegetación. El segundo factor se asocia con al-

tos niveles de insolación que pueden promover la producción de fuego; a lo largo del año, la insolación y la temperatura atmosférica cambian, siendo mayor en muchos lugares, entre ellos el centro de México durante los meses de primavera y verano (marzo-septiembre), aunque hay ciclos milenarios (de miles de años) en los que la actividad solar ha variado globalmente. El tercer factor se vincula al **tipo de vegetación** (p. ej. bosques o pastizales) y su conectividad en el ecosistema que modifican la cantidad de biomasa calcinada y la duración del incendio. Finalmente, **eventos repentinos como erupciones volcánicas** que promueven incendios en escalas de tiempo, de horas a días.

En el centro de México, un importante porcentaje de la quema forestal ocurre entre los meses de febrero y abril, cuando la insolación de primavera es máxima y la cantidad de lluvia es mínima; sin embargo, **solo el 2 % de los incendios forestales son naturales**, es decir, no influyen las actividades humanas. Pero en el pasado, mucho tiempo antes de que las grandes civilizaciones mesoamericanas poblaran el centro y sur del país,

incendios forestales de grandes magnitudes ocurrieron por diversos procesos naturales.

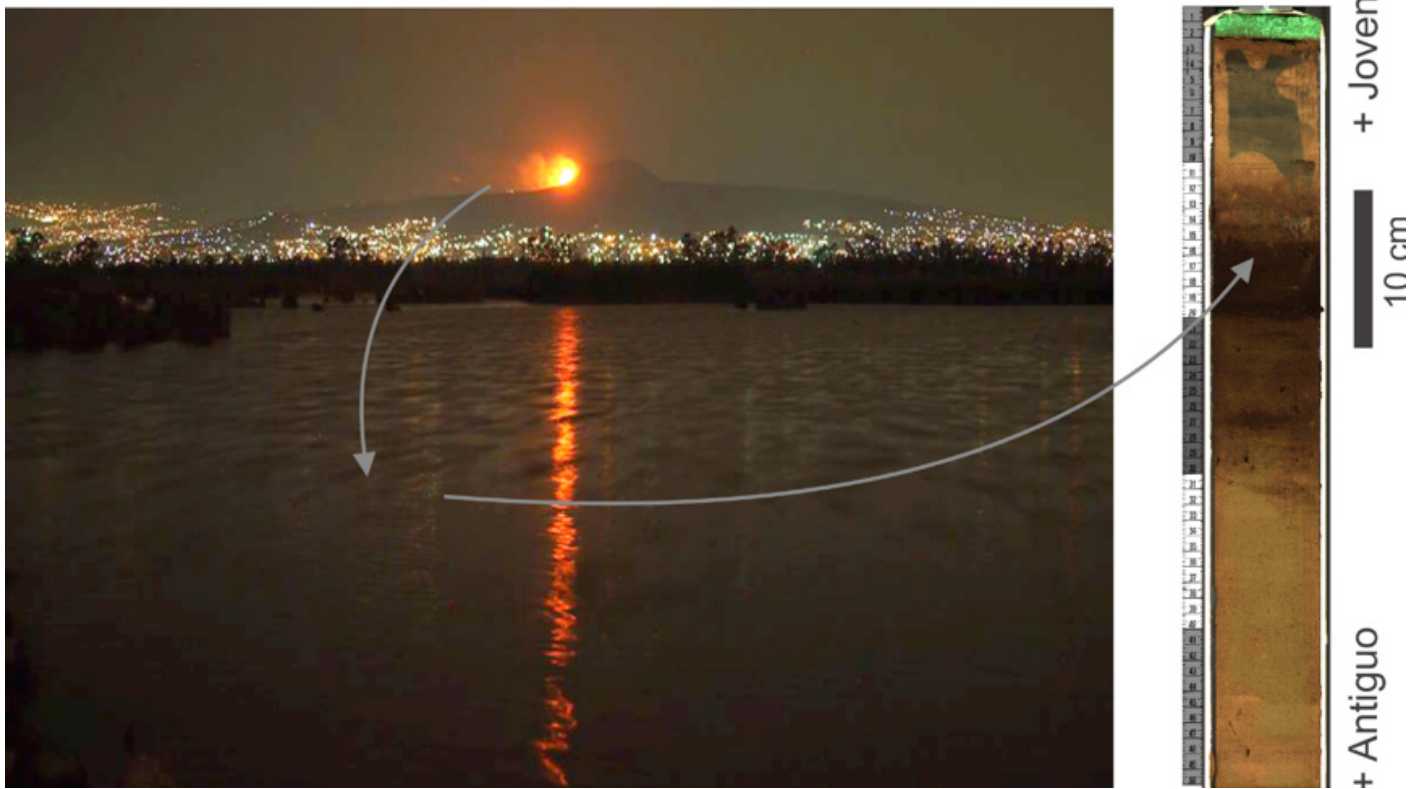
### Pero, ¿cómo lo sabemos?

La información requerida para reconstruir los incendios del pasado se obtiene de los **sedimentos depositados en el fondo de los lagos**. Estos sistemas acuáticos son trampas de material orgánico (p. ej. restos de organismos) e inorgánico que se producen tanto fuera como dentro del lago. Al ser cuerpos de agua relativamente estables y de baja energía, todo el material que llega y se deposita en su fondo **se preserva a lo largo de miles de años**. Como parte del sedimento, pequeñas partículas de carbón —producto de la quema forestal— son depositadas y resguardadas.

Las partículas carbonizadas se producen durante los incendios forestales en tres etapas. Durante la primera etapa, la temperatura ambiental es menor a 250 °C, ocasionando la pérdida de compuestos volátiles como vapor de agua y oxígeno. Durante la segunda, ocurre la carbonización de los restos de madera, lo que produce ceniza en



Partículas carbonizadas obtenidas de los sedimentos del lago de Chalco. La edad de las partículas es de aproximadamente 12 mil años. Al ser mayores a 100 micrones, se consideran «primarias» o locales. Fotografía: Rodrigo Martínez-Abarca.



Incendio forestal en la cima del volcán Teuhtli (2017) al sur de la Ciudad de México. Al frente se observa el lago de Chalco. A la derecha se ilustran los depósitos presentes en el fondo del lago. El material más antiguo se ubica por debajo de los más recientes. Fotografías: Laboratorio de Paleolimnología (2017).

temperaturas que pueden alcanzar hasta 600 °C y con bajas concentraciones de oxígeno. Finalmente, en la tercera etapa la temperatura supera los 600 °C provocando ausencia de oxígeno y la producción de micropartículas de carbón en un **proceso llamado pirólisis**.

Después de su producción, las partículas pueden seguir dos rumbos. El primero es ser transportadas por el viento, inmediatamente después de ser producidas, hasta un lago cercano, constituyendo lo que se conoce como **partículas primarias**. El segundo camino es ser depositadas en el suelo y permanecer ahí durante meses o años hasta que un evento de lluvia las transporta por arrastre hasta un cuerpo de agua, constituyendo las **partículas secundarias**. Para fines prácticos, los paleo-climatólogos consideramos como partículas primarias a todos los restos carbonizados mayores a 100 micrones de diámetro y cuya posible **fuentes local** (dentro de la cuenca de depósito). Mientras que las partículas menores a 100 micrones se clasifican como secundarias y de posible **origen regional** (fuera de la cuenca de depósi-

to), ya que estas pueden recorrer largas distancias (hasta 100 km).

Posterior a la obtención de un testigo o «núcleo» de sedimento del fondo del lago, el material carbonizado es extraído mediante diferentes técnicas. **Los paleo-científicos cuantificamos y medimos las partículas procesadas**, ya que conocer el contenido de estas en el sedimento a diferentes profundidades y edades, nos permite entender tanto su origen como la posible severidad del incendio. En una reconstrucción paleoclimática, tener **alto contenido de partículas indica incendios severos** que calcinaron grandes extensiones de bosques. Si de dicho material carbonizado un alto porcentaje son partículas primarias, indica que los incendios fueron cercanos al lago (locales). Por el contrario, si hay un alto porcentaje de partículas secundarias, los incendios se dieron en áreas lejanas (regionales).

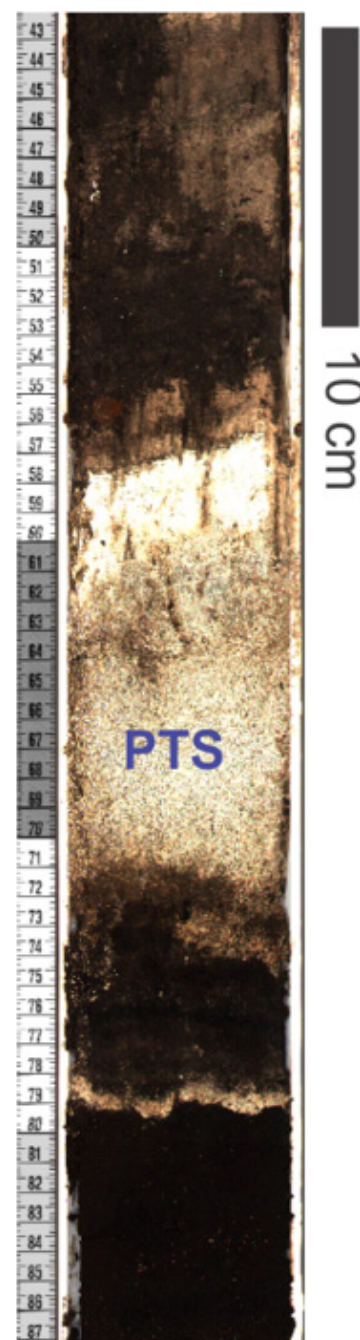
Aunque la mayor cantidad de técnicas estadísticas para la detección automática de «paleo-incendios» mediante partículas carbonizadas en sedimentos lacustres se ha desarrollado en re-

giones templadas de Estados Unidos y Europa, en zonas tropicales **se continúa con el desarrollo de técnicas eficientes** que distingan incendios locales de regionales.

### Un ejemplo: Incendios de hace 12 mil años en el centro de México

El lago de Chalco, ubicado al extremo sur de la Ciudad de México, es **un reservorio de sedimentos de más de 200 mil años**; sin embargo, en sus depósitos más superficiales se encuentran diversos depósitos volcánicos. Uno de ellos es el

de ceniza «Pómez Toluca Superior», un paquete de aproximadamente 12 cm de espesor que se produjo durante una de las grandes erupciones del volcán Nevado de Toluca (Estado de México) hace 12 mil años. Un estudio reciente analizó las partículas carbonizadas antes y después del depósito volcánico, encontrando que previo a la erupción, una escasa —casi nula— concentración de material carbonizado fue depositado. La ausencia de incendios en la región, se vinculó a las características climáticas que prevalecían durante ese periodo, como baja insolación de primavera,



Volcán Nevado de Toluca en el Estado de México. Derecha: fotografía del depósito producido durante una de las erupciones del Nevado de Toluca hace 12 mil años (Pómez Toluca Superior; PTS) y que se registran en el lago de Chalco (Ciudad de México). Fotografía: Monserrat Amezcua y Laboratorio de Paleolimnología (2017).

así como la presencia de grandes comunidades de pastizales que constituían poco combustible para la quema.

Sin embargo, las zonas montañosas estaban cubiertas de bosques de pino y encino, por lo que cuando la actividad volcánica inició, grandes incendios calcinaron la vegetación del volcán. Esto se observa en la gran concentración de material carbonizado secundario encontrado



posterior al depósito de la ceniza volcánica, lo que permitió inferir que posiblemente los incendios fueron de gran magnitud y, en consecuencia, las partículas producidas viajaron cerca de 85 km hasta llegar al lago de Chalco. Lo anterior nos hace reflexionar sobre el papel que tiene **el vulcanismo en la producción de incendios en el pasado**, ya que no solo la insolación, temperatura, humedad o tipo de vegetación, son detonantes para la quema forestal.

*Agradecimiento por las fotografías a Monserrat Amezcua y al Laboratorio de Paleolimnología de la Universidad Nacional Autónoma de México.*



Comisión Nacional Forestal [CONAFOR]. (2020). Reporte Semanal Nacional de Incendios Forestales al 7/05/2020. <https://www.gob.mx/conafor/documentos/reporte-semanal-de-incendios>

Martínez-Abarca, L.R, Lozano-García, S., Ortega-Guerrero, B. y Caballero, M. (2019). Regímenes de incendios en la Cuenca de México durante periodos

de actividad volcánica en el Cuaternario tardío. *Mexican Journal of Geological Science*, 36(2), 259-269. DOI: <http://rmcg.geociencias.unam.mx/index.php/rmcg/article/view/1090/1354>

Martínez-Abarca, R. (2020). Lagos: testigos del pasado. *Revista Saber Más*, (52), 22-25. <https://www.saber-mas.umich.mx/secciones/articulos/863-los-lagos-testigos-del-pasado.html>

# ARTÍCULO DE PORTADA

## Campos de hidrocarburos, ¿posible fuente de energía geotérmica?

Orlando Miguel Espinoza-Ojeda y Guadalupe Abigail Rueda-Aguilera





<https://pixabay.com/es/vectors/petr%C3%B3leo-torre-refiner%C3%ada-5086759/>

### ¿Qué es la geotermia?

**D**e manera general, podemos decir que la **geotermia es el aprovechamiento del calor interno de la Tierra con la finalidad de generar energía** o utilizarla directamente en procesos técnicos que requieran calor como fuente de energía.

La roca fundida proveniente del manto, producto del alto calor generado en el núcleo (Figura 1), tiende a subir hacia el exterior de la Tierra. En algunas regiones, esta roca caliente queda atrapada a varios kilómetros de profundidad bajo la superficie, lo que se conoce como **cámara magmática**. Por otra parte, el agua de la lluvia o deshielo que se filtra en el suelo hasta alcanzar una profundidad relativamente cercana a estas cámaras magmáticas, se calienta debido al calor que transfieren las cámaras a toda la roca circundante. Este proceso es muy parecido a lo que ocurre en una olla de presión: debido a las altas temperaturas, el producto puede ser agua caliente, una mezcla de agua-vapor o simplemente vapor, lo que también genera altas presiones.

Este producto se conoce como **fluido geotérmico** y, dependiendo de su temperatura por su contenido energético, una zona geotérmica se clasifica en baja (< 80 °C), mediana (80-150 °C) o alta (>150 °C) entalpía. Para aprovechar esta energía térmica se deben perforar pozos que lleguen a la profundidad donde se encuentra almacenado el fluido geotérmico para conducirlo hasta la superficie.

Cabe mencionar que, para poder conocer y entender las características de cada zona geotérmica y posteriormente explotar el recurso energético, se debieron aplicar varios estudios geológicos, geoquímicos y geofísicos, los cuales constan de diversas herramientas, mismas que varían en costo entre ellas, dependiendo de las necesidades técnicas y humanas de cada una. Sin embargo, **la principal desventaja de la geotermia es el alto costo de capital asociado con la perforación de pozos geotérmicos**, el cual ronda aproximadamente el 50 % del costo total del proyecto geotérmico. La operación de la unidad de perforación se estima para pozos verticales a



Planta geotérmica Los Azufres. Fotografía: CFE



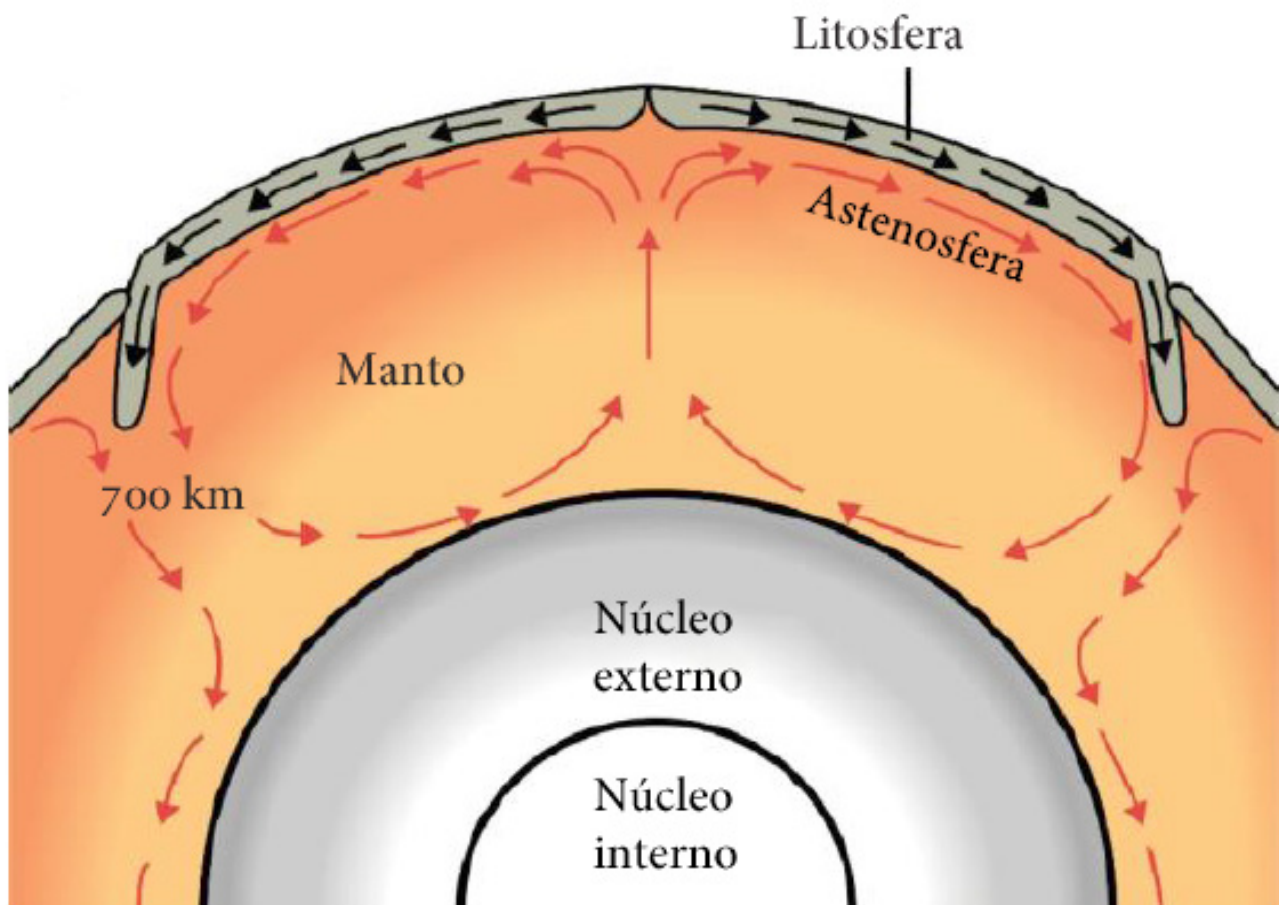


Figura 1: Vista de la sección transversal del interior de la Tierra (Modificado de Boden, 2017).

una tasa de \$ 860 000 dólares (Estados Unidos de América) por kilómetro de profundidad, es decir, más de 17 millones de pesos mexicanos.

#### Alternativas de la geotermia en México

Un problema nacional de gran importancia es la producción, consumo-demanda, ahorro y aprovechamiento de la energía, no solo en materia de electricidad, sino también toda aquella actividad humana productiva que implique el consumo de energía en cualquiera de sus formas. **La energía geotérmica es un recurso natural inagotable y muy abundante en México**, lo cual cada vez es más utilizado y explotado para cubrir las necesidades energéticas de la sociedad y para la realización de sus actividades productivas. Aun así, no se ha logrado explotarla al máximo y de manera sustentable, existiendo un número bastante considerable de zonas en todo el territorio nacional con gran potencial energético sin ser explotados. Para poder desarrollar y aprovechar

al máximo los recursos energéticos renovables, **debe existir un equilibrio entre el desarrollo de la ciencia y la tecnología** con respecto a las diferentes formas de uso y explotación de los recursos renovables, considerando también su efecto positivo en el medio ambiente.

A pesar del despreciable impacto negativo hacia el medio ambiente a través de la explotación de los recursos geotérmicos en el mundo, esta actividad sigue presentando diversos retos tecnológicos, de estudios científicos y económicos. De este último, y de gran importancia, uno de los grandes problemas que enfrentan las empresas que desean explotar los recursos geotérmicos es el alto costo de perforación de pozos; ya sean de exploración o explotación, este corresponde desde 40 hasta 50 % de la inversión total para la construcción de un campo geotérmico. Quizás esto haga lenta la expansión de los actuales campos geotérmicos mexicanos, así como la explotación de los recursos de baja y mediana

entalpía para usos directos o la cogeneración de energía eléctrica.

Por otro lado, cuando los recursos petroleros se han agotado a un punto inviable económicamente, los pozos son abandonados o simplemente dejan de ser utilizados. En algunos países como Albania, China, Croacia, Estados Unidos de América, Hungría, Israel, Nueva Zelanda, Polonia y Rusia, han apoyado económicamente la investigación y el trabajo sobre la **reutilización de los pozos petroleros abandonados como fuentes de energía geotérmica**. Los pozos petroleros abandonados presentan una interesante oportunidad para ser modernizados como un sistema geotérmico, ya que generalmente son muy profundos para poder acceder a temperaturas muy altas de los estratos superficiales de la corteza terrestre. Proponer un pozo petrolero abandonado para un proyecto geotérmico, **puede reducir los costos de inversión** del proyecto hasta más de un 50 %, incluso contemplando la idea de que

fuera redireccionado, sería más económico que perforar uno nuevo. Otro importante aspecto de la modernización de los pozos abandonados es la **disponibilidad de una gran cantidad de datos geológicos y geofísicos que han sido registrados**, los cuales pueden ser usados para determinar cuáles pozos proveerán las temperaturas más altas.

Los pozos petroleros convencionales comúnmente tienen profundidades mayores a los 2 km y hasta 7-8 km, es decir, **son más profundos que los pozos geotérmicos** —que por lo regular oscilan entre 2 y 3 km de profundidad—, lo que los hace ser una fuente natural de potencial geotérmico. Por ejemplo, considerando el gradiente geotérmico natural de la Tierra que es de aproximadamente 30 °C/km a una profundidad de 5 km, obtendríamos temperaturas de 150 °C. Sin embargo, se sabe que la gran mayoría de los pozos petroleros fueron perforados en zonas que contienen gradientes geotérmicos más altos de

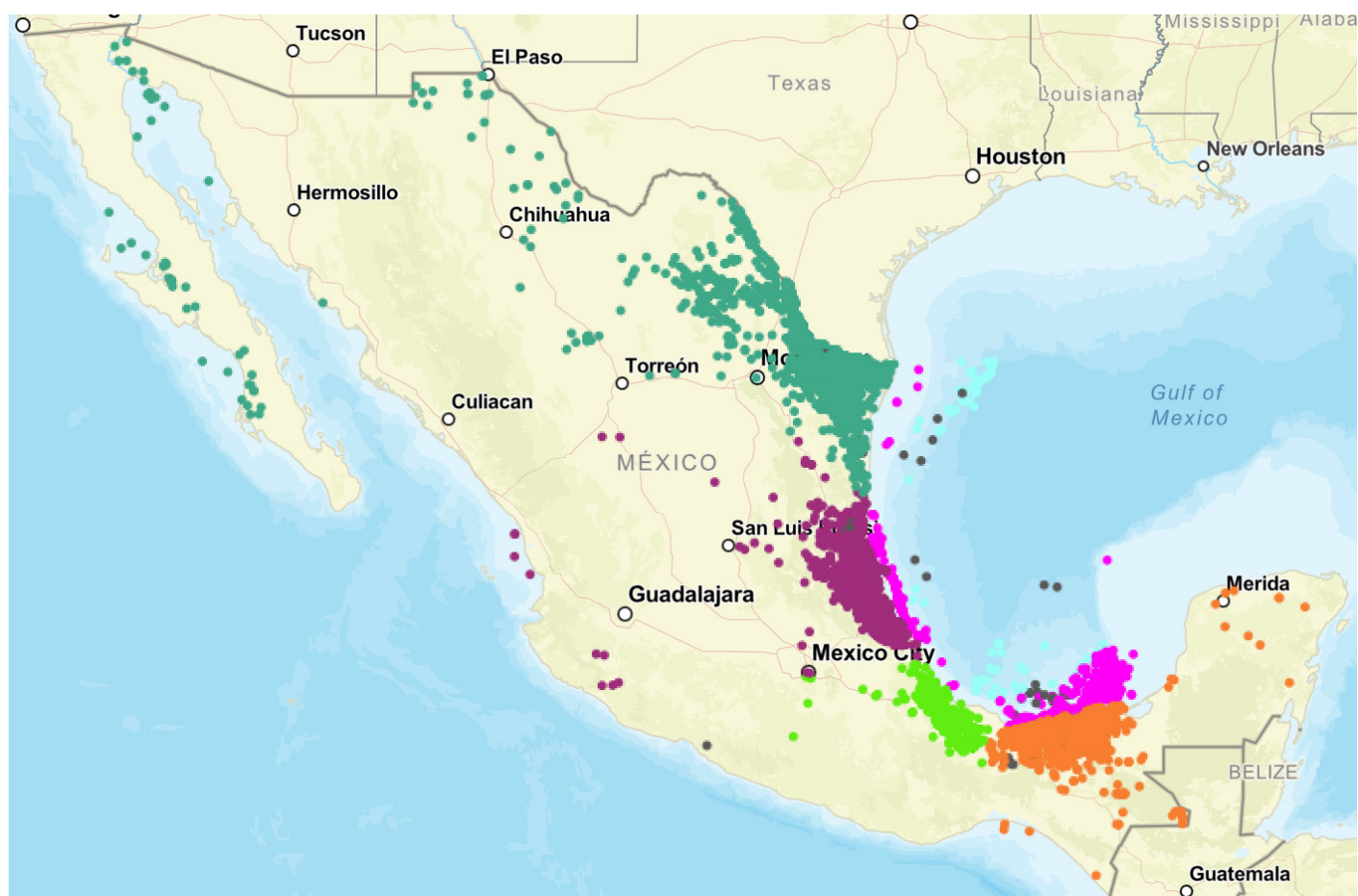


Figura 2: Ubicación de pozos de hidrocarburos en México (Tomado de CNH).

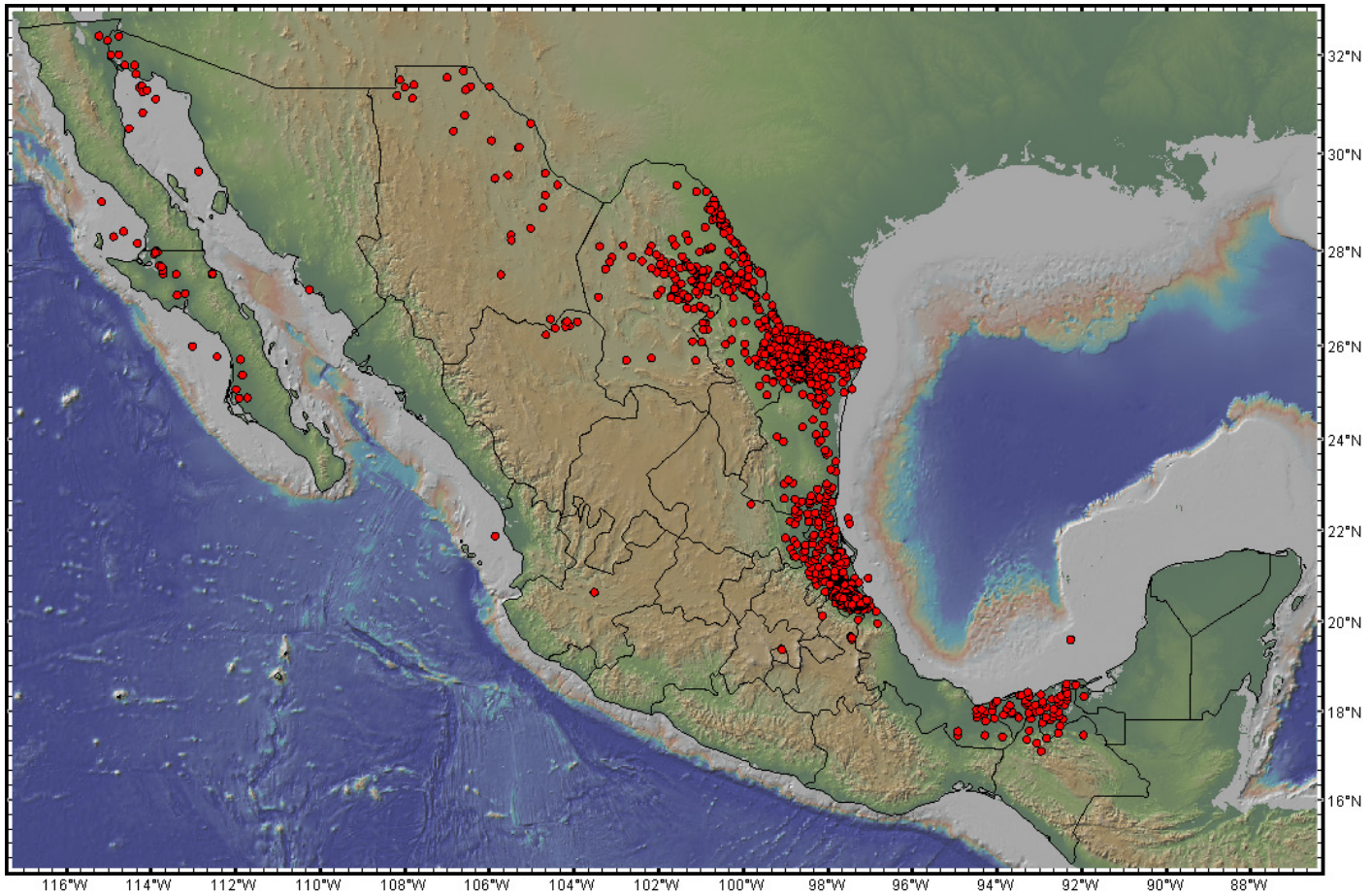


Figura 3: Ubicación de los poco más de cuatro mil pozos de hidrocarburos compilados para su análisis de posible recurso geotérmico (Elaboración propia).

lo normal, lo cual los hace una fuente renovable no explotada de energía geotérmica.

A pesar de las altas temperaturas que se esperan teóricamente en los pozos petroleros, no serían lo suficientemente aptas como para generar vapor y así poder utilizarlos directamente en la producción de electricidad. Algunos otros estudios proponen **utilizar sistemas híbridos para un mejor aprovechamiento de los recursos geotérmicos obtenidos de los pozos**. Un ejemplo de sistema híbrido es el Geotérmico-Concentrador Solar, cuyo objetivo principal es revalorizar (elevar) la temperatura del fluido caliente obtenido del pozo a través de una planta de concentradores solares para así poder utilizar este fluido para la generación de energía eléctrica o para usos directos de acuerdo al valor de temperatura alcanzado en la revalorización.

A través de la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH), se sabe que en el territorio **existen aproximadamente 33 000 pozos petroleros**

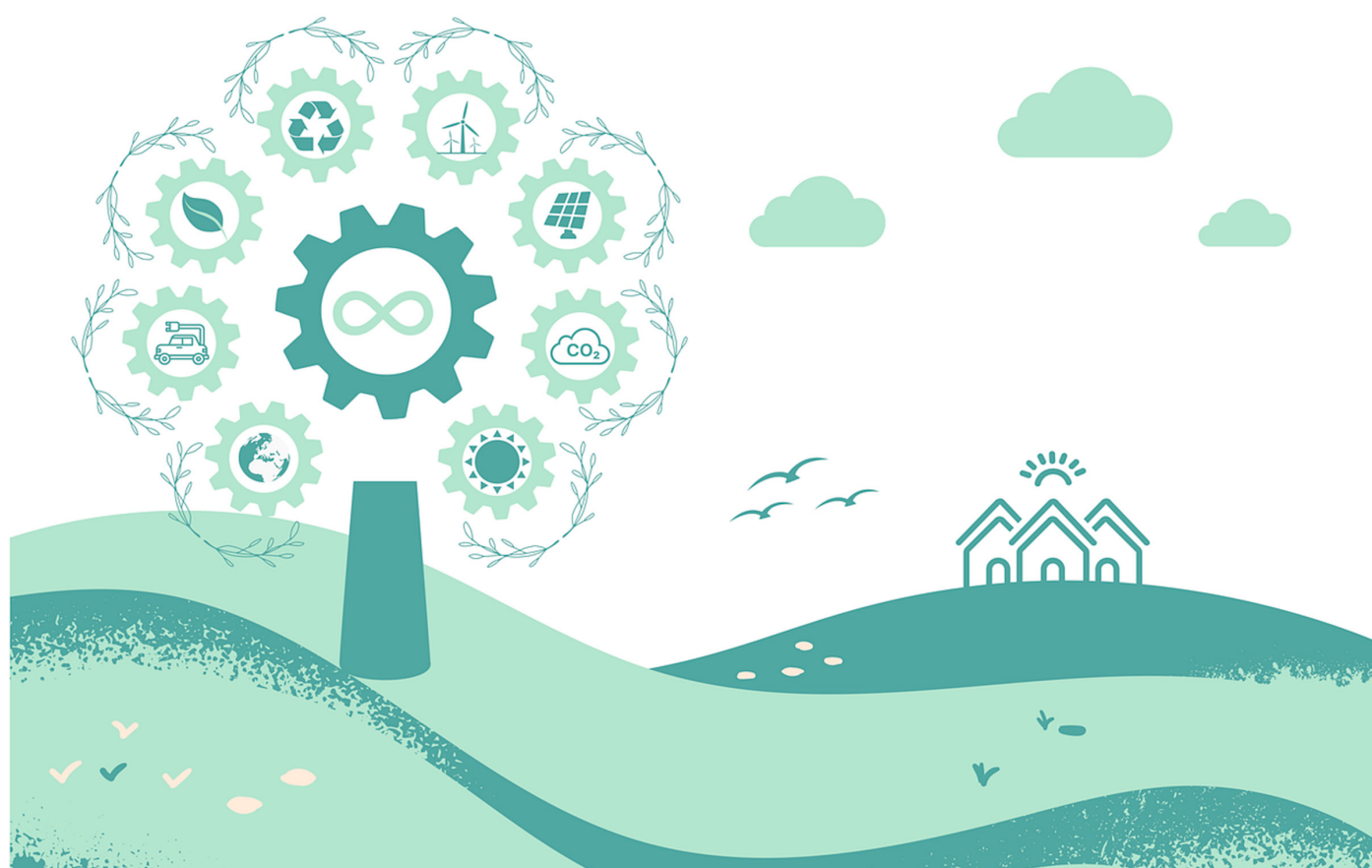
**y de gas**, los cuales fueron perforados para la exploración y explotación de hidrocarburos (Figura 2). En la zona continental, los pozos petroleros perforados se concentran principalmente en el norte y este del país (p. ej. Chihuahua, Nuevo León, Coahuila, Tamaulipas, Veracruz, Tabasco y Campeche). De este gran número de pozos, **aproximadamente 15 000 se encuentran abandonados** o no son utilizados por la industria petrolera y están distribuidos en gran parte del país.

Lo antes mencionado ha sido motivación para la compilación, desde 2015, de información de pozos abandonados a través de proyectos de investigación llevados a cabo en el Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (Figura 3), con la finalidad de **analizar y estimar el posible recurso geotérmico de cada sitio**, lo que ha dado como resultados preliminares la estimación de gradientes geotérmicos y flujo de calor de cada pozo, así como modelos numéricos

del comportamiento de las temperaturas del subsuelo. Esto nos brindará un mejor conocimiento del estado térmico de cada sitio para así poder **determinar con mayor certeza qué uso se le podría dar a ese recurso energético**, todo ello sin omitir las características geográficas y socioeconómicas de la zona de estudio, fundamental para la toma de decisiones referente al tipo de explotación de la energía térmica de los pozos.

Finalmente, podemos adelantar que los resultados de este tipo de estudios serán de gran beneficio para pequeñas localidades que comúnmente carecen de infraestructura o del acceso a recursos que pudieran cubrir sus necesidades energéticas.

**Agradecimientos:** A Petróleos Mexicanos (PEMEX) por el acceso y uso de datos necesarios para el desarrollo del proyecto científico PN2015-01-388, *Aprovechamiento de pozos petroleros abandonados/inoperantes como fuente sustentable de energía para sistemas híbridos Geotermia/Concentrador Solar*, de la Convocatoria de Proyectos de Desarrollo Científico para Atender Problemas Nacionales 2015 CONACYT; así como de la tesis de maestría de Guadalupe Abigail Rueda Aguilera, *Desarrollo de un modelo analítico-numérico para estimar el posible potencial geotérmico de pozos petroleros*, perteneciente al Posgrado de Geociencias y Planificación Territorial del Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra (INICIT) de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH). También deseamos agradecer al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico brindado para el desarrollo de los proyectos antes mencionados.



**Orlando Miguel Espinoza Ojeda.** Cátedras CONACYT Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra (INICIT) Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH) Semblanza: Doctor en Ingeniería (Energía) por la UNAM, don-



de aplicó un análisis analítico-numérico de la recuperación térmica de pozos geotérmicos perforados, para estimar la temperatura del

reservorio geotérmico. Desde Septiembre 2014 es Cátedra Conacyt, comisionado en el Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra de la UMSNH. Trabaja principalmente en la identificación y caracterización de recursos geotérmicos a través del análisis geofísico térmico, llevándolo a colaborar científicamente en tres proyectos del CeMIE-Geo. Ha participado en congresos internacionales: Stanford Workshop on Geothermal Reservoir Engineering; New Zealand Geothermal Workshop; World Geothermal Congress. Es Investigador Nacional I del Sistema Nacional de Investigadores.

**orlando.espinoza@umich.mx**

**Guadalupe Abigail Rueda Aguilera.** Maestra en Geociencias y Planificación del Territorio, egresada del Programa Institucional de Maestría en Geociencias y Planificación del Territorio de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH). Durante sus estudios de posgrado analizó diferentes modelos analíticos de intercambiadores de calor insertados en pozos petroleros abandonados ubicados en México, para estimar el posible potencial geotérmico, con la finalidad de comprender mejor la generación de energía eléctrica, sus usos directos, y la manera en que pueden ser aprovechado el calor de dichos pozos, de acuerdo al potencial estimado, la investigación se realizó en el Instituto de Ciencias de la Tierra INICIT de la UMSNH.



**2019781a@umich.mx**



Comisión Nacional de Hidrocarburos. <https://www.gob.mx/cnh>; <https://hidrocarburos.gob.mx/>

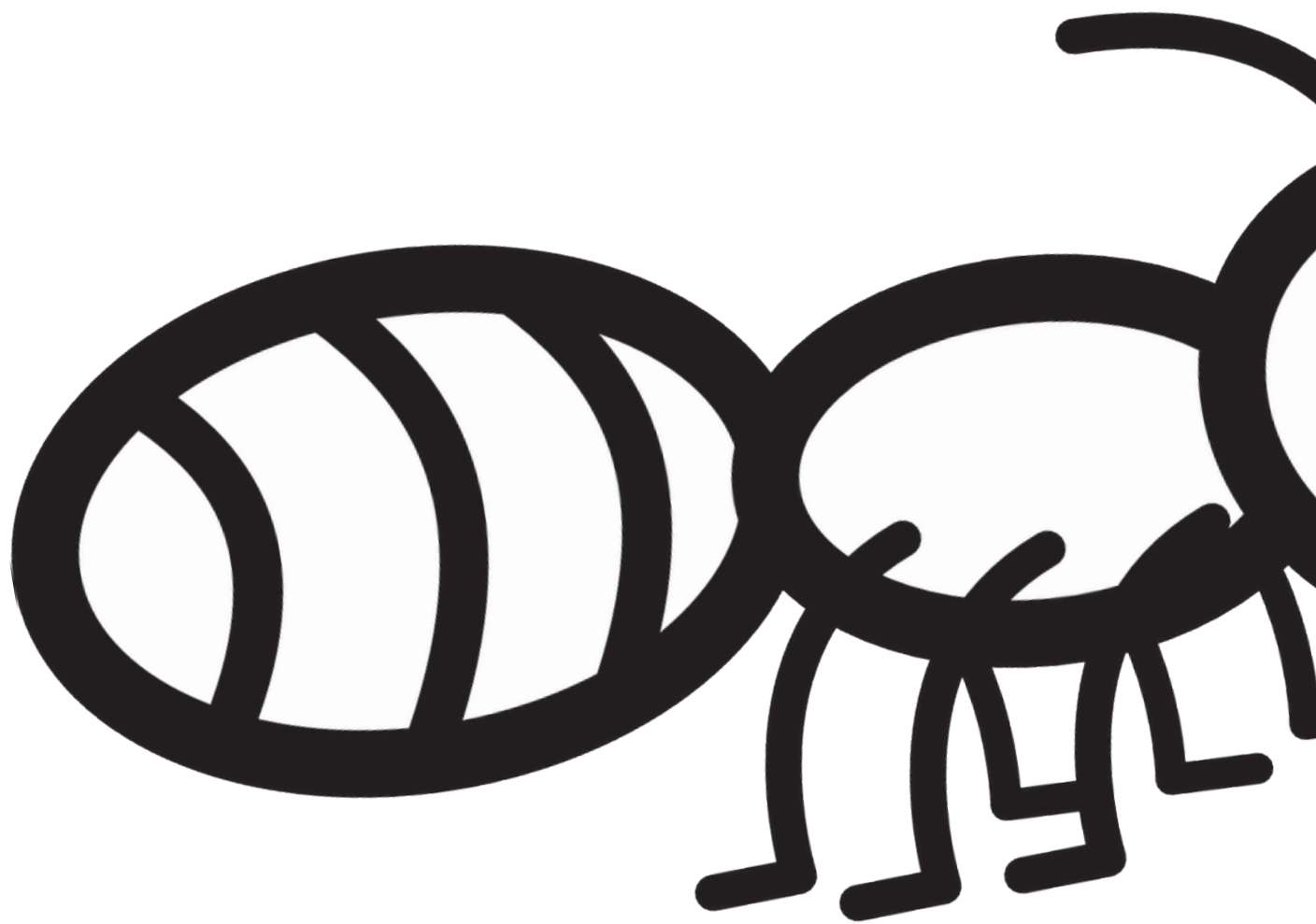
Espinoza-Ojeda, O.M. y Prol-Ledesma, R.M. (2020). Continental conductive surface heat flow in Mexico - the analysis from deep boreholes. *World Geothermal Congress 2020+1*, Reykjavik, Iceland, April - October 2021, 1-11. [https://pangea.stanford.edu/ERE/db/IGASstandard/record\\_detail.php?id=33217](https://pangea.stanford.edu/ERE/db/IGASstandard/record_detail.php?id=33217)

Espinoza-Ojeda, O.M., Rivera-Calderón, E. y Sánchez-Sánchez, P.T. (2022). Numerical simulation to estimate the conductive thermal state model – Mexican EGS zones as study cases. *Earth Science Informatics*, (2), 1-20. [https://www.researchgate.net/publication/357751841\\_Numerical\\_simulation\\_to\\_estimate\\_the\\_conducti-](https://www.researchgate.net/publication/357751841_Numerical_simulation_to_estimate_the_conducti-)

[ve\\_thermal\\_state\\_model\\_-Mexican\\_EGS\\_zones\\_as\\_study\\_cases](#)

Jorquera, C. (2021). Llamado para reutilizar pozos petroleros abandonados en EE. UU. para explotar geotermia. *Piensa en Geotermia*. <https://www.piensageotermia.com/llamado-para-reutilizar- pozos-petroleros-abandonados-en-ee-uu-para-explotar-geotermia/>

Michalzik, D., Meisel, M. y Steffahn, J. (2016). Uso geotérmico de pozos de petróleo y gas abandonados. Reporte de campo: Alemania. *Revista Ciencia UANL*, 19(82), 46-51. [https://www.researchgate.net/publication/317248591\\_Uso\\_geotermico\\_de\\_pozos\\_de\\_petroleo\\_y\\_gas\\_abandonados\\_Reporte\\_de\\_campo\\_Alemania\\_Revista\\_Ciencia\\_UANL\\_Vol\\_19\\_No\\_82](https://www.researchgate.net/publication/317248591_Uso_geotermico_de_pozos_de_petroleo_y_gas_abandonados_Reporte_de_campo_Alemania_Revista_Ciencia_UANL_Vol_19_No_82)



### Control biológico: Reguladores de plagas

Cuando oímos sobre insectos o arácnidos, casi siempre los relacionamos con plagas, sobre todo, si se encuentran en las plantas que cultivamos. Por esta razón, lo primero que queremos hacer es eliminarlos, muchas veces utilizando insecticidas; sin embargo, sabemos que estos no son amigables con el ambiente, por lo que no solo afectan a los insectos plaga, sino que también eliminan a muchos insectos o arácnidos que son benéficos. En los siguientes cuatro artículos, diferentes autores nos presentan algunos artrópodos plaga y otros que son utilizados como controladores naturales.

El primero de ellos se titula "Los ácaros depredadores, aliados diminutos de cultivos agrícolas", el cual nos presenta a los ácaros y sus hábitos alimenticios. Con respecto a este último tema, los autores explican que hay especies que se alimentan de plantas cultivadas, por lo que se consideran plagas importantes; otras se alimentan de hongos y



protozoarios, materia en descomposición y polen; mientras que hay otro grupo considerado depredadores, ya que se alimentan de otros invertebrados, incluyendo insectos, otras especies de ácaros y nemátodos, por lo que se utilizan exitosamente en programas de control biológico.

En el segundo artículo, denominado "El gusano cogollero del maíz: Alternativas para su control", conoceremos a este insecto plaga que consume las hojas del "cogollo" de las plantas, principalmente del maíz, además de otros cultivos importantes como el sorgo y el algodón. Los autores describen que hay aliados naturales que potencialmente se utilizan para controlar de forma natural sus poblaciones, como la bacteria *Bacillus thuringiensis*, los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*, así como algunos baculovirus nativos que pueden ser obtenidos de forma comercial.

Los entomopatógenos son microorganismos que causan alguna enfermedad a artrópodos plaga,

mayormente a los insectos, pueden ser bacterias, hongos y nemátodos. En el artículo "Nemátodos entomopatógenos: pequeños controladores de insectos plaga", leeremos el gran potencial que estos tienen como controladores biológicos de plagas, así como de los productos y sus formas de aplicación.

Por último, en el artículo "Insectos y arañas: ¿Cómo participan en los cultivos?", aprenderemos a ver de otra manera a los grupos de insectos y arácnidos, ya que los autores nos esclarecen que no todos son malos en su entorno. Un insecto o arácnido depredador se define como un organismo que en su alimentación requiere de otros organismos, sea insecto o arácnido, con el fin de saciar su apetito y, mediante esta acción, ayuda a reducir el daño de la plaga hacia las plantas. Con ejemplos, dan cuenta de su importancia en el control de organismos patógenos de plantas.

¡Vamos a leer estos cuatro interesantes artículos de control biológico!

# ARTÍCULO

## Los ácaros depredadores, aliados diminutos de cultivos agrícolas

B. Alicia Esquivel-Ayala, Ana M. Martínez-Castillo y Samuel Pineda-Guillermo



<https://pixabay.com/es/photos/pizca-%c3%a1caro-de-terciopelo-rojo-1400399/>

**Alicia Esquivel-Ayala.** Estudiante del Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas, Opción Ciencias Agropecuarias, Forestales y Ambientales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán.

[o802133k@umich.mx](mailto:o802133k@umich.mx)

**Ana M. Martínez-Castillo.** Profesora e Investigadora, Laboratorio de Patología de Insectos del Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán.

[ana.martinez@umich.mx](mailto:ana.martinez@umich.mx)

**Samuel Pineda-Guillermo.** Profesor e Investigador, Laboratorio de Entomología Agrícola, Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán.

[samuel.pineda@umich.mx](mailto:samuel.pineda@umich.mx)

Cuando pensamos en un depredador dentro de la cadena alimenticia, seguramente imaginamos a un león atrapando a una cebra, a una manada de leonas cazando antílopes, o tal vez recordamos la imagen de una liebre siendo cazada por un águila. Aquellos más osados podrían pensar en las arañas que construyen sus redes como trampas para cazar insectos. Sin embargo, es menos probable pensar en unos diminutos organismos con la capacidad de depredar a las plagas que amenazan a los cultivos de donde obtenemos nuestros alimentos: los ácaros, de los cuales hablaremos en este artículo.



### ¿Qué es un ácaro?

Los ácaros son **artrópodos** (porque tienen patas articuladas) que **pertenecen a la clase Arachnida**. La mayoría de estos organismos **son de tamaño muy pequeño**, entre 0.1 y 0.3 mm, excepto las garrapatas que pueden llegar a medir hasta 5 mm. **Tienen cuatro pares de patas**, con excepción de la primera etapa de vida llamada larva, en la cual solo poseen tres pares. **Su cuerpo está cubierto por un exoesqueleto**, el cual funciona como una armadura de protección que va mudando durante su crecimiento hasta la etapa de adulto. Las estructuras bucales de los ácaros se llaman quelíceros, los cuales terminan en punta y sirven para sujetar a la presa y alimentarse. Podrías pensar que los ácaros tienen cierto parecido con otros artrópodos, por ejemplo, con los insectos, sin embargo, **los ácaros no tienen alas ni antenas**.

Los ácaros son un grupo muy diverso de organismos y se les puede encontrar en ambientes tanto terrestres como acuáticos, e incluso en ambientes extremos como los polos. **El hábito alimenticio de los ácaros es muy variado**: hay especies que se alimentan de plantas cultivadas (**fitófagos**) y por ello representan plagas importantes, otras se alimentan de hongos y protozoarios (**microbívoros**), materia en

descomposición (**saprófagos**) y polen (**polinívoros**). Pero existe un grupo de ácaros muy importante: **los depredadores**, debido a que se alimentan de otros invertebrados, incluyendo insectos, otras especies de ácaros y nematodos.

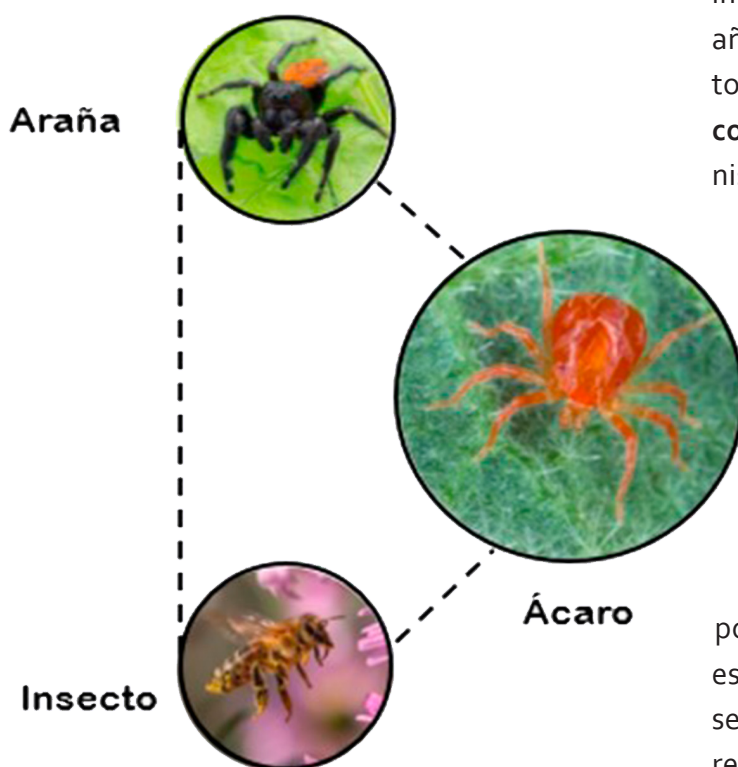
De los ácaros también sabemos que **pueden provocar daños a la salud humana y animal** al alimentarse de sangre y transmitir enfermedades (ejemplo, las garrapatas). Sin embargo, para conocer con detalle la forma de vida y comportamiento de los ácaros, sería necesario un artículo dedicado a ello.

En el presente escrito pretendemos brindar información solo de los **ácaros depredadores**, los cuales han impactado a la agricultura y que, en los últimos años, se han explorado con particular interés por su voracidad y por los nuevos descubrimientos de su aplicación en el **control biológico de diversas especies de plagas** «pequeñas pero muy dañinas».

### Los ácaros depredadores, excelentes cazadores de plagas

Desde su introducción hace más de 60 años, como una herramienta de control biológico, los ácaros depredadores se consideran uno de los grupos de enemigos naturales más apreciados en los sistemas de producción agrícola. Son tan importantes que se comercializan desde hace 40 años y, debido al interés por parte de los agricultores, **ocupan el segundo lugar en importancia como agentes de control biológico**. Son organismos benéficos exitosos en la agricultura debido a que se alimentan de varias especies de insectos y otros ácaros fitófagos. Además, pueden sobrevivir alimentándose de polen cuando no existen presas disponibles, por lo tanto, **pueden introducirse en los cultivos de forma preventiva** para evitar el establecimiento de las plagas. Una de las ventajas de los ácaros depredadores es su tamaño diminuto, por lo que se necesita de poco espacio para su producción a pequeña y gran escala; asimismo, **se multiplican rápidamente** y se pueden mantener sobre diferentes materiales relativamente baratos.

Sin duda, los ácaros depredadores están adaptados para buscar y encontrar su alimento y



A pesar de ser artrópodos, los ácaros tienen claras diferencias con las arañas e insectos.



Los ácaros depredadores de la familia Phytoseiidae son considerados valiosos aliados para la agricultura.

pueden consumir presas más grandes que ellos, son voraces y pueden atacar de forma solitaria o en grupos. Es tanta la capacidad depredadora de este grupo de ácaros, que **han logrado disminuir poblaciones de insectos plaga hasta en 80 % en condiciones de laboratorio**. Es importante mencionar que las liberaciones de los ácaros depredadores en cultivos a campo abierto aún son limitadas, pero bajo condiciones de invernadero son muy comunes.

### ¿Cuáles son los grupos de ácaros que son amigos de los cultivos?

Aunque existen por lo menos siete familias de ácaros depredadores, las especies que pertenecen a la familia Phytoseiidae son, por mucho, las más utilizadas en el control biológico. A medida que ha incrementado el interés por investigar a estos minúsculos organismos, también aumentó su **reconocimiento como aliados en cultivos importantes** y se siguen descubriendo especies nuevas. Por ejemplo, en África, Asia, Centroamérica y Sudamérica, se han descrito por lo menos 2 250 especies, de las cuales, 20 están disponibles comercialmente en el mundo. Las especies *Amblyseius swirskii*, *Phytoseiulus persimilis*, *Neoseiulus cucumeris* y *Neoseiulus californicus* destacan entre las más comercializadas.

### Entonces, ¿son posibles las alianzas de los ácaros depredadores con los agricultores?

Claro que es posible. Los ácaros depredadores fitoseidos se han utilizado exitosamente en programas de control biológico. Su potencial regulador se comprobó con su relación a una de las

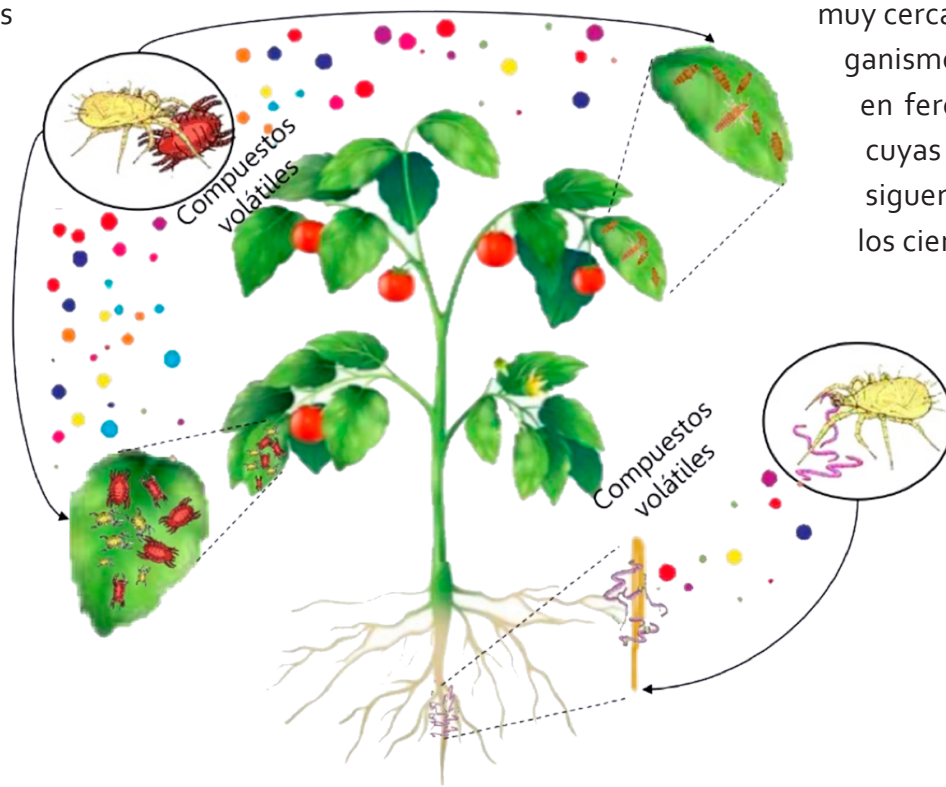
plagas más dañinas para la agricultura: **la araña roja (*Tetranychus urticae*)**, la cual también es un ácaro y está asociado a por lo menos 200 plantas. Se demostró que las liberaciones masivas de la especie *Phytoseiulus persimilis* controlaron las poblaciones perjudiciales de esta plaga en cultivos protegidos en Europa. Otro ejemplo es en Estados Unidos, donde se realizaron estudios para conservar las poblaciones nativas de ácaros fitoseidos y se centraron esfuerzos para el control de varios ácaros fitófagos en el cultivo de manzano y otros frutales. También se les ha transportado intencionalmente de un país a otro como una estrategia de control biológico, tal es el caso de la especie *Euseius stipulatus* que se transportó de España a California para controlar plagas en cítricos y aguacate. Gracias al desarrollo de métodos de crías masivas y al mercado de agentes de biocontrol, se dispone de fitoseidos fuera de su distribución original. Con esta disponibilidad, **se ha intensificado la investigación**, descubriendo nuevas asociaciones ácaro-planta-presa y se plantean perspectivas novedosas.

### Nuevos usos de los ácaros en la agricultura

Los ácaros depredadores de la familia Phytoseiidae **son muy «inteligentes»**, ya que pueden utilizar la información procedente de las plantas **para localizar a sus presas**. Esto es posible porque cuando las plantas son atacadas por plagas, estas atraen a depredadores, incluidos los ácaros, mediante la emisión de los llamados compuestos volátiles que se dispersan en el ambiente cuando los herbívoros dañan a las plantas. También se ha observado que, cuando los ácaros depredadores

son liberados en cultivos con presencia de plagas, estos comienzan a colonizar las plantas infestadas, incluso pueden atraer a los ácaros depredadores de nematodos que viven en el suelo.

Por otro lado, las investigaciones en 2019 dirigidas por Gongyu Lin y colaboradores, demostraron que los ácaros depredadores utilizados como agentes de control biológico, pueden dispersar las esporas de hongos entomopatógenos que enferman a los insectos, lo que ayuda a disminuir las poblaciones plaga. Durante este experimento, los insectos perjudiciales conocidos como trips, al estar en contacto con estos ácaros, presentaron altas tasas de mortalidad causada por el hongo entomopatógeno llamado *Beauveria bassiana*. De esta forma, se



une el esfuerzo de los ácaros depredadores con los hongos para controlar a esta importante plaga de varios cultivos agrícolas.

### Te queremos recordar

Ahora que ya conoces el «talento» de los ácaros depredadores pensarás dos veces antes de decir que solo se alimentan de las plantas cultivadas o que son transmisores de enfermedades. Seguramente cuando pienses en un depredador, ya no imaginarás únicamente a los grandes felinos,

pues ahora sabes que muy cerca de ti, hay organismos diminutos en feroces batallas, cuyas habilidades siguen fascinando a los científicos.

Cuando las plantas son atacadas por insectos e invertebrados plaga, liberan moléculas volátiles para comunicar su presencia. Estos compuestos son captados por los ácaros depredadores, los cuales ubican a las plantas con infestaciones y se alimentan de estos organismos perjudiciales. Elaboración propia con esquemas del banco de imágenes Freepik©



Knapp, M., Van-Houten, Y., Van-Baal, E. y Groot, T. (2018). Use of predatory mites in commercial biocontrol: current status and future prospects. *Acarology*, 58(Suppl), 72-82. [https://www.researchgate.net/publication/327971183\\_Use\\_of\\_predatory\\_mites\\_in\\_commercial\\_biocontrol\\_Current\\_status\\_and\\_future\\_prospects](https://www.researchgate.net/publication/327971183_Use_of_predatory_mites_in_commercial_biocontrol_Current_status_and_future_prospects)

Lin, G., Guertin, C., Di Paolo, S.A., Todorova, S. y Brodeur, J. (2019). Phytoseiid predatory mites can disperse entomopathogenic fungi to prey patches. *Scientific reports*, 9(1), 1-10. <https://www.nature.com/articles/s41598-019-55499-8>

Moreno, I.P. y Mancebón, V.S.M. (2011). Importancia y uso de los ácaros fitoseidos (Acari, Phytoseiidae) en el manejo agroecológico de plagas. *Manejo Agroecológico de Sistemas*. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México, 69-92. <file:///C:/Users/Arpro/Downloads/Importanciayusodefiteidos.pdf>

Sznajder, B., Sabelis, M.W. y Egas, M. (2010). Response of predatory mites to an herbivore-induced plant volatile: genetic variation for context-dependent behaviour. *Journal of Chemical Ecology*, 36(7), 680-688. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2895863/>

# ARTÍCULO

## El gusano cogollero del maíz: alternativas para su control

Yordanys Ramos-González, Samuel Pineda-Guillermo y Ana Mabel Martínez-Castillo



<https://pixabay.com/es/photos/elote-maiz-insecto-gusano-mazorca-4550124/>

**Yordanys Ramos-González.** Estudiante del Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas, Opción Ciencias Agropecuarias, Forestales y Ambientales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán.

[yordanys.ramos@umich.mx](mailto:yordanys.ramos@umich.mx)

**Samuel Pineda-Guillermo.** Profesor e Investigador. Laboratorio de Entomología Agrícola del Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán.

[samuel.pineda@umich.mx](mailto:samuel.pineda@umich.mx)

**Ana Mabel Martínez-Castillo.** Profesora Investigadora. Laboratorio de Patología de Insectos del Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán.

[ana.martinez@umich.mx](mailto:ana.martinez@umich.mx)

**E**n orden de importancia, a nivel mundial, el maíz representa el tercer cultivo agrícola después del trigo y el arroz. Tradicionalmente, los productores de maíz adquieren un cúmulo de valiosos conocimientos empíricos transmitidos por sus familiares de generación en generación, lo que les permite obtener mejores rendimientos en sus cosechas y, por ende, el sustento personal y familiar. No obstante, uno de los problemas a los que día a día se enfrentan los productores de este cereal es el **daño que causan los insectos plaga**, siendo el mayor ejemplo el gusano cogollero: *Spo-*

*doptera frugiperda*, el cual pertenece a la familia de insectos llamada Noctuidae. El nombre común de este insecto se debe a su **marcado hábito de consumir las hojas del «cogollo» de las plantas**, aunque también puede comportarse como trozador y/o consumidor del fruto. Además, se alimenta de varios cultivos importantes, entre ellos el sorgo y el algodón.

El gusano cogollero **es nativo de América**, pero en 2016 se introdujo accidentalmente en África y, actualmente, se ha dispersado hacia el sur de Asia y Oceanía. Por lo anterior, este insecto ha sido catalogado como una de las **plagas más importantes del maíz a nivel mundial**. Debido a las consecuencias del cambio climático, las poblaciones del gusano cogollero han aumentado considerablemente a pesar de la continua aplicación de altas dosis de insecticidas químicos (ejemplo, organofosforados, carbamatos y piretroides). Por este motivo, es necesario que los productores de este grano utilicen estrategias alternativas de control a fin de reducir las pérdidas en sus cosechas. Sin embargo, es importante mencionar que, antes de aplicar cualquier método de control en contra de algún insecto plaga, una de las primeras acciones es conocer su biología y dinámica poblacional. En México, los adultos del gusano cogollero **se presentan en mayor abundancia durante los meses de mayo y junio** debido a la disponibilidad de plantas de maíz y sorgo, las cuales constituyen sus principales hospedantes, pero cuando las condiciones son favorables para su desarrollo, se pueden presentar hasta tres generaciones anuales correspondientes a los meses de mayo, julio y septiembre.

#### **Consecuencias por el uso excesivo de insecticidas químicos para el gusano cogollero ¿Existen alternativas?**

Por supuesto que existen alternativas al uso de insecticidas químicos que, además, son muy amigables con el medio ambiente debido a su gran efectividad y amplio rango de control. En la agricultu-

ra actual, el uso de los insecticidas químicos suele ser el principal método para el control de distintas plagas; sin embargo, estos compuestos sintéticos acarrea efectos negativos tales como la contaminación del medio ambiente, el aumento de la carga tóxica en los cultivos, la pérdida de los enemigos naturales (ejemplo, insectos parasitoides y depredadores), además de que pueden provocar intoxicación o enfermedades a los seres humanos. Aunado a ello, es de suma importancia tener en cuenta que el **empleo excesivo de estos compuestos de síntesis provoca resistencia en los insectos plaga**, los cuales se adaptan a estas moléculas químicas y, en lugar de ser controlados o eliminados, incrementan sus poblaciones y es más difícil controlarlos.

El control biológico es uno de los métodos de manejo de plagas compatibles con el medio ambiente, el cual ofrece beneficios a la economía de los agricultores y a la salud de los consumidores, ya que se pueden obtener alimentos sanos y libres de pesticidas. Por ello, el grupo de investigadores que integran el Cuerpo Académico (CA) de Entomología Agrícola del Instituto de Investiga-



Larva del gusano cogollero alimentándose de plantas de maíz.



Larvas de gusano cogollero muertas por hongos entomopatógenos (a y b) y baculovirus (c).

ciones Agropecuarias y Forestales (IIAF) de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), realizan investigaciones con agentes entomopatógenos (baculovirus y hongos) encaminadas al control del gusano cogollero y exhortan a emplear estos «aliados naturales» como una alternativa ecológica, amigable y sustentable. Es importante señalar que, aunque **los bioinsecticidas solo cubren del 2 al 3 % de su uso en el mercado**, la tendencia de empleo de estos agentes de control en la agricultura **se incrementa día con día**, mientras que el uso de los insecticidas químicos disminuye debido a los efectos negativos antes mencionados.

**Entonces, ¿cuáles son estos aliados naturales que pueden controlar al gusano cogollero?**

Existen varios agentes biológicos que pueden regular de forma natural las poblaciones del gusano cogollero, **los cuales tienen la ventaja de poder conseguirse de forma comercial**. Entre los más efectivos y accesibles en México se encuentran la bacteria *Bacillus thuringiensis* y los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*. Estos microorganismos se pueden encontrar con diferentes nombres comerciales tales como Broder® o BioSpore® para la bacteria *B. thuringiensis*; Botanigard® o Bovetrópico® para el hongo *B. bassiana* y Meta-Hiper® o Metabioss® para *M. anisopliae*.

La bacteria *B. thuringiensis* se descubrió en Japón en 1902, pero fue hasta 1915 cuando se le dominó con su nombre actual. Este microorganismo produce esporas y actúa cuando la larva del

insecto ingiere el bioinsecticida a través del consumo foliar. Los productos comerciales de este patógeno incluyen como ingrediente activo las esporas y cristales proteínicos (*Cry*) que la bacteria produce. Los cristales *Cry* son agregados de una proteína de gran tamaño que, al activarse, se une a receptores de las células epiteliales del intestino del insecto, generando la formación de poros y lisis osmótica de las células que finalmente provocan la muerte del insecto.

Los hongos *B. bassiana* y *M. anisopliae* actúan por contacto. En condiciones de alta humedad, sus esporas germinan y penetran el cuerpo del insecto produciendo ciertas toxinas que suprimen las defensas del hospedero. Al inicio de la infección, pueden o no observarse síntomas, pero posteriormente el insecto comienza a perder movilidad y apetito. Al cabo de siete o diez días, el insecto muere debido a la deficiencia nutricional y daño físico. Posteriormente, el hongo sale del insecto por sus aberturas naturales cubriéndolo parcial o totalmente.

Por otra parte, una alternativa menos conocida en México para el control del gusano cogollero es **el uso de los baculovirus**, los cuales son virus de ADN (material genético) muy específicos para insectos y que actualmente se utilizan con gran éxito en Centro y Sudamérica. La eficacia de estos virus patógenos radica en su alta actividad biológica hacia los insectos. Además, los insectos sobrevivientes a una infección causada por baculovirus, no se desarrollan normalmente y su reproducción puede verse afectada. Actualmente, la exploración sobre el uso de estos patógenos en México tiene importantes avances. El CA Entomología Agrícola, tiene entre sus objetivos evaluar a los baculovirus nativos, los cuales están resultando como candidatos promisorios para el control del gusano cogollero.

No obstante, es importante aclarar que estos medios biológicos de control del gusano cogollero **no provocan la mortalidad de los insectos en corto tiempo**, sino que necesitan alrededor de **tres días o hasta una semana para ejercer su ac-**



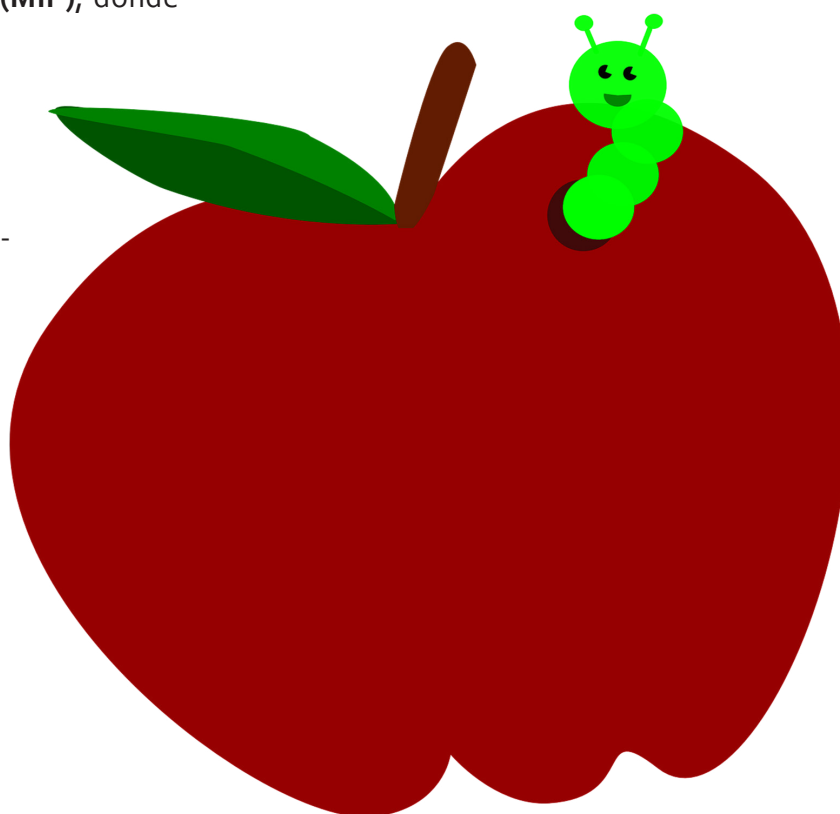
<https://pixabay.com/es/fotos/ma%C3%ADz-verde-naturaleza-maizal-campo-1662551/>

**tividad biológica.** Asimismo, los baculovirus son fotosensibles y su efectividad depende en gran medida de factores ambientales como la temperatura (20-30 °C) y humedad relativa (>75 %). Sin embargo, el éxito de su efecto se incrementa sustancialmente con una adecuada aplicación y cobertura.

**Pero, ¿dejamos de utilizar los insecticidas químicos?**

No. Actualmente no se puede prescindir por completo del uso de los insecticidas químicos. Incluso, la forma más eficiente para el control del gusano cogollero y otros insectos plagas, consiste en el **Manejo Integrado de Plagas (MIP)**, donde se puede combinar el uso de todas las herramientas de control tales como el control químico, control biológico, control cultural, entre otras. La finalidad del MIP es armonizar la eficiencia en el combate de los artrópodos plaga, la responsabilidad socio-ambiental y la productividad de los cultivos.

Finalmente, debemos considerar que en la actualidad no solo se busca obtener buenos rendimientos en los cultivos, sino también que el alimento a consumir sea sano, nutritivo, seguro y culturalmente apropiado. Por esta razón, muchos grupos de investigadores y extensionistas trabajan a diario para dar a conocer las medidas de control más eficientes y seguras a fin de obtener producciones más limpias y contribuir para que los productores puedan garantizar sus cosechas de maíz de una manera sostenible.



Blanco, C.A., Pellegaud, J.G., Nava-Camberos, U., Lugo-Barrera, D., Vega-Aquino, P., Coello, J., Terán-Vargas, A.P. y Vargas-Camplis, J. (2014). Maize pests in Mexico and challenges for the adoption of integrated pest management programs. *Journal of Integrated Pest Management*, 5, 1-9. 10.1603/IPM14006

Pacheco, M.L., Reséndiz, J.F. y Arriola, V.J. (2019). Organismos entomopatógenos como control biológico en los sectores agropecuarios y forestales de México: una revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 10, 5-32. <https://cienciasforestales.inifap.gob.mx/index.php/forestales/article/view/496/1783>

Rivera, W. (2017). Manejo Integrado de Plagas: enfoque de responsabilidad en la producción. <https://www.croplifela.org/es/actualidad/articulos/manejo-integrado-de-plagas-enfoque-de-responsabilidad-en-la-produccion>

Villalobos, V.M., Ramírez, F. y Santiago, G. (2021). Gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae). Instructivo Técnico, 22 pp. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/635234/Gusano\\_cogollero\\_en\\_ma\\_z\\_y\\_arroz.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/635234/Gusano_cogollero_en_ma_z_y_arroz.pdf)



# ARTÍCULO

## Nemátodos entomopatógenos: Pequeños controladores de insectos plaga

Alma Angelina Morfín-Arriaga e Hipólito Cortez-Madrigal



**Alma Angelina Morfín-Arriaga.** Docente de la Licenciatura en Agronegocios y Comercio Exterior del Centro de Estudios Superiores del Valle Esmeralda, Los Reyes de Salgado, Michoacán.

[alma.morfin14@gmail.com](mailto:alma.morfin14@gmail.com)

**Hipólito Cortez-Madrigal.** Profesor e Investigador, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Jiquilpan, Michoacán.

[hcortezm@ipn.mx](mailto:hcortezm@ipn.mx)

**E**l control de plagas es una actividad esencial para la producción agrícola actual, ya que manteniendo la estabilidad de las poblaciones de insectos plaga, se asegura un buen rendimiento y producción de los cultivos. Tradicionalmente, los productos químicos sintéticos han sido los más utilizados para dicha actividad porque actúan de manera rápida. Sin embargo, en los últimos años se ha dado auge a métodos más amigables con el medio ambiente y sobre todo con la salud humana.

En el **control biológico de plagas** se hace uso de **enemigos naturales** como parasitoides, depre-

dadores y entomopatógenos. Para el caso de los **entomopatógenos**, se refiere a microorganismos que causan alguna patología, es decir, que **enferman a los insectos**. Estos pueden ser bacterias, hongos y nematodos. En este artículo hablaremos de los nematodos entomopatógenos, microorganismos con potencial para ser utilizados como controladores biológicos de plagas.

### ¿Qué son los nematodos entomopatógenos?

Son **gusanos cilíndricos no segmentados** que llegan a medir entre 500 y 1 500 micrones; por su tamaño, solo son visibles bajo un microscopio. Se consideran parásitos obligados y letales de insectos que **presentan una relación simbiótica con una bacteria** que portan en su intestino y que es la **causante de la muerte del insecto al que atacan**, formando un complejo nematodo-bacteria.

La interrelación entre el nematodo y la bacteria, es considerada simbiótica ya que el nematodo no puede reproducirse dentro del insecto sin la acción de la bacteria y, a su vez, esta no puede entrar al insecto si el nematodo no la transporta. Por lo tanto, el **nematodo proporciona protección a la**

**bacteria y facilita su transporte**, mientras que **la bacteria ayuda a degradar los tejidos del insecto para que sean más accesibles al nematodo**. Existen dos familias de nematodos: Steinernematidae y Heterorhabditidae con poder biocida, ambas familias presentan un comportamiento de ciclo de vida muy similar.

### ¿Cómo actúan los nematodos entomopatógenos?

Para ambas familias, Steinernematidae y Heterorhabditidae, **el ciclo de vida incluye seis estados de desarrollo** que son huevo, cuatro estados juveniles (J1, J2, J3 y J4, separadas por mudas) y el adulto. Cabe destacar que el único estado que vive fuera del insecto e infectivo es el J3 o también llamado juvenil infectivo (JI). En este periodo de vida los J3 tienen la capacidad para moverse, contienen reservas de energía en carbohidratos, mantienen la boca y el ano cerrados, no se alimentan, pudiendo sobrevivir hasta ocho meses cuando las condiciones son favorables (humedad, temperatura y oxígeno).

Al ser microorganismos móviles, **tienen la capacidad de localizar a su presa para atacar y lo**





hacen mediante dos tipos de estrategias diferentes. En el caso de los microorganismos de la familia Steinernematidae, estos **actúan en forma de emboscada**, es decir, esperan a que pase su hospedero para atacar. En cambio, los de la familia Heterorhabditidae, son capaces de **buscar activamente a su hospedero para penetrar en él**. Las reacciones de búsqueda y ataque se deben a compuestos volátiles como el CO<sub>2</sub> liberados por los insectos.

#### **Y entonces, ¿cómo ocurre el proceso de infección por nematodos entomopatógenos?**

El proceso de infección puede resumirse de la siguiente manera:

**Entrada al insecto.** Los nematodos penetran al insecto por aberturas naturales (boca, ano y espiráculos). Una vez que el nematodo se encuentra en el sistema digestivo del insecto, penetra hacia el hemocel para liberar la bacteria que transporta. Los de la familia Steinernematidae liberan la bacteria a través del ano, mientras que los de la familia Heterorhabditidae lo hacen por la boca; la liberación se puede producir en un periodo de 30 minutos a cinco horas después de la entrada del nematodo.

**Infección bacteriana.** Una vez que la bacteria fue liberada, esta se multiplica rápidamente y mata al insecto por septicemia, generalmente en un periodo

de 24 a 48 horas. La bacteria entomopatógena provee nutrientes para ella misma y para el nematodo, mediante la secreción de enzimas que degradan los tejidos del insecto.

**Metabolitos bacterianos.** La bacteria permite el crecimiento y reproducción del nematodo al suministrarle alimento, a la vez que produce agentes antibióticos y bactericidas que inhiben el crecimiento y entrada de otros organismos oportunistas, incluyendo bacterias, levaduras y hongos.

**Multiplicación del nematodo.** Una vez muerto el hospedero, el nematodo se alimenta de los tejidos metabolizados por la bacteria, adquiriéndola nuevamente en su intestino. Dentro del cadáver pueden ocurrir de una a dos generaciones de nematodos, todo dependerá del tamaño del insecto. Cuando los recursos alimenticios se agotan para el nematodo, estos detienen su desarrollo en etapa J<sub>3</sub> y emergen del cadáver en busca de nuevos hospederos para continuar su ciclo.

#### **Uso de nematodos entomopatógenos en el control de plagas**

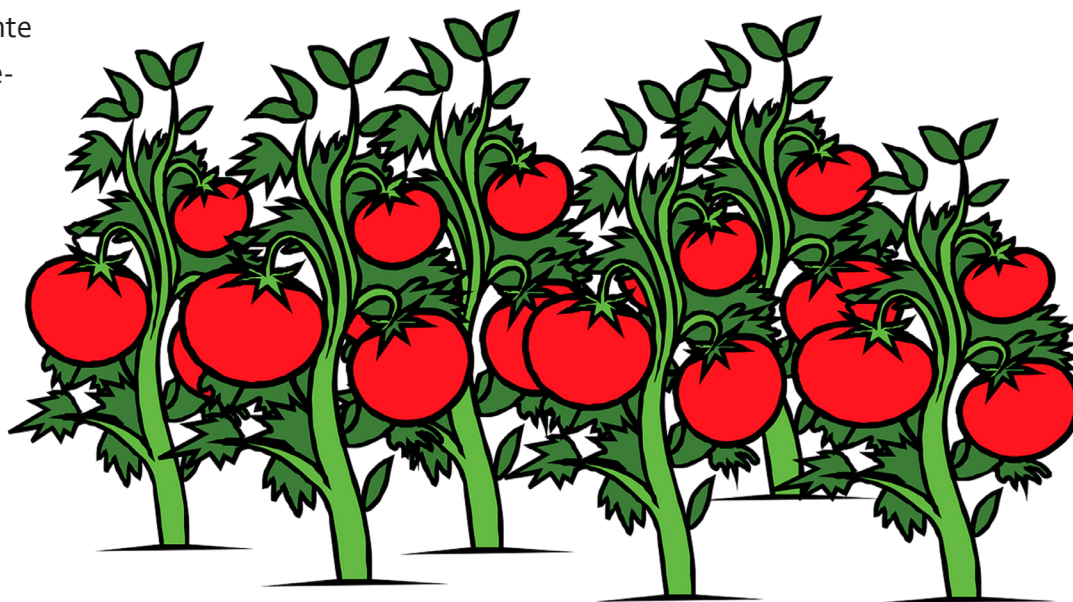
El rango de hospederos naturales se define como el rango de insectos que los nematodos usan para su supervivencia y reproducción. Han sido pro-

bados en contra de un gran número de especies en diferente etapa biológica (larva, pupa y adulto). En condiciones de laboratorio han mostrado diferentes grados de éxito; sin embargo, en campo existen condiciones naturales que limitan la actividad de los nematodos. Una cualidad de los nematodos entomopatógenos es que están adaptados al ambiente del suelo, por lo tanto, los hospederos principales son insectos o etapas de insectos que se desarrollan en él.

### Pero, ¿cómo se aplican?

Al parecer los nematodos entomopatógenos son compatibles con la mayoría de productos agrícolas como herbicidas, fungicidas, acaricidas e insecticidas. Por tanto, para su aplicación, se emplean los mismos equipos utilizados para dichos productos químicos. También se han aplicado por sistemas de irrigación incluyendo goteo, microinyección y aspersión.

Se pueden multiplicar fácilmente *in vivo* para pruebas de laboratorio o para



producción comercial. Las larvas de polilla de la cera *Galleria mellonella* es el insecto preferido para su producción *in vivo*, además de que se adquiere fácilmente ya que se utilizan como cebo para peces y alimento para aves.

### Actualmente, ¿qué se hace para mejorar su aplicación en campo?

En diferentes universidades y centros de investigación se trabaja sobre formulaciones para mejorar su calidad y supervivencia y así asegurar su efectividad en campo. Una estrategia alternativa de aplicación es la **técnica de autodiseminación**, la cual consiste en el uso de trampas cebadas con atrayentes para el insecto que al entrar, se contamina con el entomopatógeno y se encarga de diseminarlo una vez que deja la trampa. Esta estrategia de uso de un nematodo para controlar las poblaciones de insectos plaga, es amigable con el medio ambiente.



García del Pino, F.G. (2005). Los nematodos entomopatógenos agentes de control de plagas. *El control biológico de plagas y enfermedades*, 87-112.

[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=4hZoloEeCPUC&oi=fnd&pg=PA87&dq=ciclo+de+nematodos+entomopat%C3%B3genos&ots=KK-qyWsbPLa&sig=M3ox\\_gifuGHDBTF3\\_aexNNanWmc#v=onepage&q=ciclo%20de%20nematodos%20entomopat%C3%B3genos&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=4hZoloEeCPUC&oi=fnd&pg=PA87&dq=ciclo+de+nematodos+entomopat%C3%B3genos&ots=KK-qyWsbPLa&sig=M3ox_gifuGHDBTF3_aexNNanWmc#v=onepage&q=ciclo%20de%20nematodos%20entomopat%C3%B3genos&f=false)

Morfín-Arriaga, A.A. (2015). Factibilidad del empleo de nematodos entomopatógenos en el control de *Musca*

*doméstica* en la Ciénega de Chapala, Michoacán, México [Tesis Maestría]. Jiquilpan, Michoacán. CIIDIR-IPN. <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/16797/MORFIN%20ARRIAGA%20ALMA%20ANGELINA%20-%20B131040.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Labaude, S. y Griffin, C.T. (2018). Transmission success of entomopathogenic nematodes used in pest control. *Insects*, 9(2), 72. <https://link.springer.com/article/10.1186/s41938-020-0212-y>

# ARTÍCULO

## Insectos y arañas: ¿Cómo participan en los cultivos?

Josué Israel Puc-Sánchez y Horacio Salomón Ballina-Gómez



[https://pixabay.com/es/photos/search/ara%C3%B1as%20plantas/?manual\\_search=1](https://pixabay.com/es/photos/search/ara%C3%B1as%20plantas/?manual_search=1)

**Josué Israel Puc-Sánchez.** Estudiante de Doctorado en Ciencias en Agricultura Tropical Sustentable, Tecnológico Nacional de México, Campus Conkal, Yucatán.

[jpucsanchez@gmail.com](mailto:jpucsanchez@gmail.com)

**Horacio Salomón Ballina-Gómez.** Profesor e Investigador en el Tecnológico Nacional de México, Campus Conkal, Yucatán.

[horacio.bg@conkal.tecnm.mx](mailto:horacio.bg@conkal.tecnm.mx)

Los insectos y arácnidos son dos grupos que no solo resaltan por su diversidad (90.2 % y 5.4 % para insectos y arácnidos, respectivamente), sino también por las **múltiples interacciones que cumplen en los ecosistemas** y en particular en los campos de cultivo. Sin embargo, la ideología errónea que tenemos sobre estos animales (p. ej. picaduras, mordeduras, etc.) ha llegado a generar una sensación repulsiva hacia ellos, al grado que cuando los encontramos lo primero que hacemos es eliminarlos.

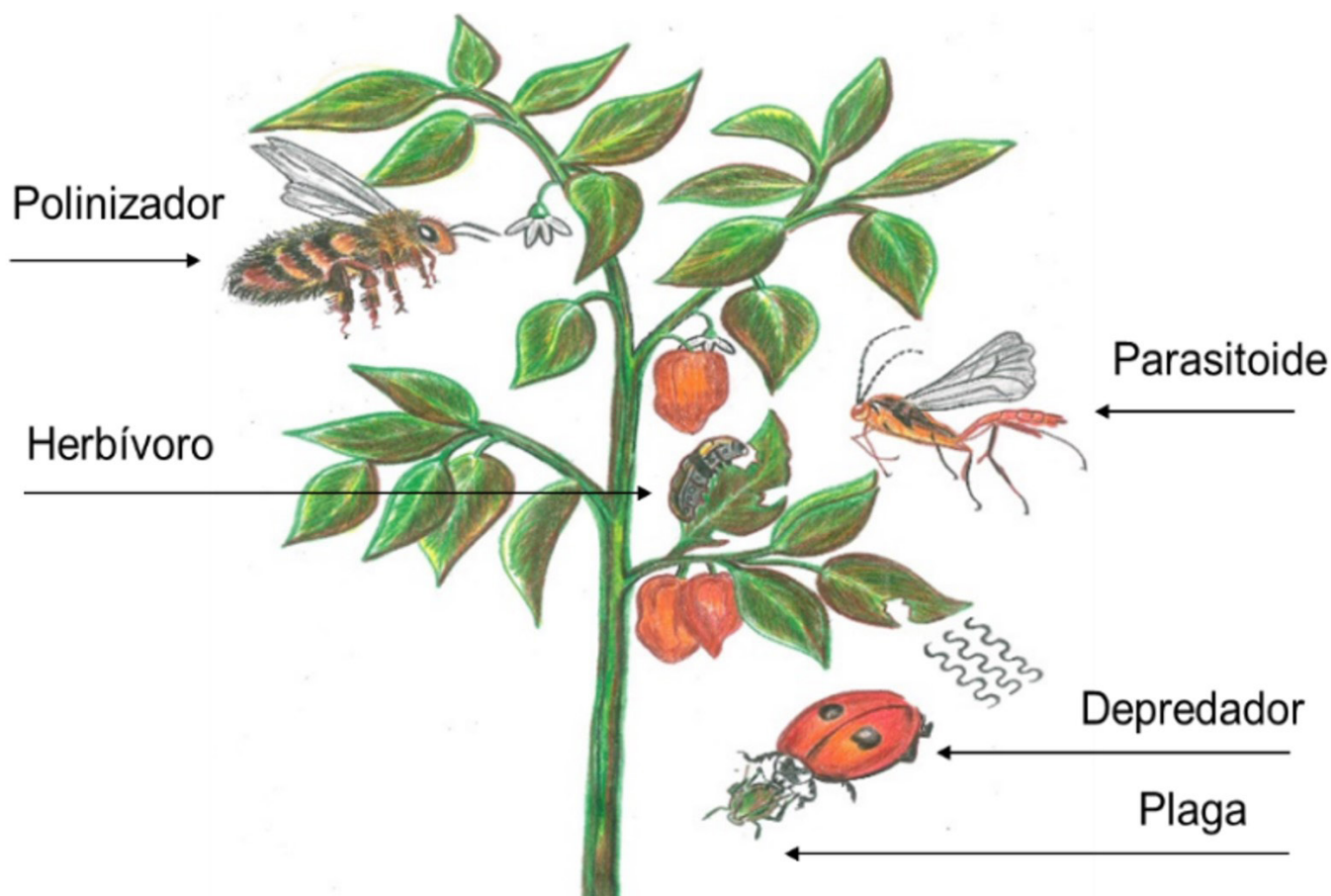
El poco conocimiento que se tiene de estos animales, ha llevado a que un gran número de **especies estén reduciendo drásticamente sus poblaciones**, principalmente por las actividades humanas, lo que ha ocasionado que se rompan interacciones y, en consecuencia, procesos ecológicos de suma importancia. Por ejemplo, se ha comprobado que la reducción poblacional de abejas puede afectar gravemente la producción de frutos y, por lo tanto, la calidad alimentaria. Ante esta visión, surge la necesidad de divulgar el conocimiento, clasificando claramente los **roles ecológicos que juegan los grupos de insectos y arañas en la naturaleza**, esto con el fin de esclarecer que no todos son malos en su entorno.

### Insectos polinizadores y su papel en la producción de alimentos

La polinización es una interacción importante en los campos de cultivo, ya que un amplio número de plantas **dependen de ella para producir sus frutos** y, en consecuencia, que se logren reproducir. Existen múltiples procesos para que ocurra

la polinización, ya sea por el agua, el viento o por los animales. Este último, es considerado como el más relevante y, dentro de estos, **los insectos juegan un papel importante**. Los insectos consumen néctar de las flores (azúcar) y mediante sus visitas a ellas, adhieren a su cuerpo granos de polen los cuales transportan hasta el estigma de la flor. En este proceso el polen llega hasta el óvulo para posteriormente ser fecundado. Con este proceso de interacción entre insectos y flores, se logra la producción de los frutos.

Es importante recalcar que entre el 70 % y el 75 % de los cultivos de los que se alimenta el hombre (cerca de 87 de los 127 cultivos), dependen de la polinización por animales para producir sus frutos; y que **tan solo las abejas polinizan el 73 % de los cultivados en el mundo**. Con esta participación, las abejas resaltan como el grupo polinizador más importante para los cultivos. También hay que recalcar que los frutos provenientes por polinización animal, son ricos en vitaminas (A y C), antioxidantes, minerales, lípidos, calcio, flúor y ácido fólico. Sin embargo, hay que mencionar que



Múltiples formas de interacción de los insectos en las plantas.



[https://pixabay.com/es/photos/search/ara%C3%B1a%20hoja/?manual\\_search=1](https://pixabay.com/es/photos/search/ara%C3%B1a%20hoja/?manual_search=1)

**los polinizadores están desapareciendo a tasas aceleradas**, con lo cual varios procesos ecológicos en los que participan también se están viendo afectados.

Por ejemplo, se ha documentado que, en ausencia de polinizadores, muchas plantas pueden producir frutos (autopolinización o polinización abiótica), pero resultan de baja calidad y sabor, como es el caso de las fresas. En un caso más extremo, la ausencia de polinizadores puede afectar la producción de los cultivos hasta un 100 %. Ante esto, se ha tratado de buscar soluciones, una de ellas es la **liberación de abejas domésticas** (*Apis mellifera*) en los campos de cultivo **con el fin de suplir el servicio ecológico que tienen las abejas silvestres** en la región donde se realiza este tipo de práctica; no obstante, aunque es una solución rápida, todavía se sigue evaluando debido a que es una técnica que se ha visto poco eficiente por el hecho de que las abejas se enfrentan a nuevos cambios ambientales y a nuevos depredadores. Por tanto, es importante concientizar que la re-

ducción de polinizadores a nivel local, puede traer efectos de cascada sobre otros gremios tróficos y esto puede alterar gravemente el funcionamiento de los campos de cultivo y, a su vez, la economía local.

#### **Insectos plaga y sus controladores naturales**

Un insecto **se convierte en plaga cuando su población crece de forma descontrolada** y causan daño de tipo económico, ecológico, entre otros. Estos insectos son perjudiciales debido a que un amplio número de ellos consume hojas, otros succionan savia y otros se alimentan de los frutos de las plantas. En particular, la colonización de las plagas en las plantas **puede traer afectaciones graves**. Por un lado, la planta puede tolerar y resistir la presencia de los insectos plaga, siempre y cuando la población de estos organismos se mantenga estable. Por otra parte, si la población de insectos va en aumento, es probable que la condición de la planta no tolere la frecuencia de daño y esto se vea reflejado sobre su fisiología hasta el grado de causar la muerte.

En los campos de cultivo el control de las plagas en la mayoría de los casos se realiza con insecticidas convencionales que sin duda tienen fuertes implicaciones sobre el ambiente. Sin embargo, estos insecticidas no solo afectan a las plagas, sino que también eliminan a un amplio número de organismos benéficos que actúan como controladores naturales (insectos y arañas). **Dentro del amplio número de controladores de plagas, los insectos y arañas resultan ser los más importantes.** En particular, los insectos benéficos como depredadores y parasitoides son los más estudiados. Un insecto o arácnido depredador se define como un **organismo que en su alimentación requiere de otros organismos**, sea insecto o arácnido, con el fin de saciar su apetito y mediante esta acción ayuda a reducir el daño de la plaga hacia las plantas. Mientras que los parasitoides son insectos voladores que buscan otro insecto o arácnido para inyectar sus huevos en su interior, dado que las larvas del parasitoide se alimentan y desarrollan dentro del huésped hasta causarle la muerte.

La interacción tanto de los depredadores como de los parasitoides es importante, debido a que la ausencia de algún grupo se puede ver reflejado en el crecimiento poblacional de las plagas. Sin embargo, cuando estos organismos están ausentes o su capacidad de control natural está por debajo del crecimiento poblacional de las plagas, se ha llevado a la liberación de organismos depredadores y parasitoides criados en laboratorio para suplir el rol ecológico de los organismos silvestres. Esta actividad denominada control biológico, ha tomado fuerza en los últimos años; no obstante, para integrar a un controlador natural dentro de un programa de control biológico, el conocimiento de su ciclo de vida, eficiencia y modo de acción son de suma importancia. Por ejemplo, se ha observado en un grupo de arañas (*Misumenops pallidus*, *Oxyopes salticus* y *Araneus sp.*) que tienden a seleccionar su alimento, prefiriendo un alto consumo de orugas de mariposa (lepidópteros, 93.3 %), con poco interés en áfidos (25.3 %) y escarabajos (curculiónidos, 11.6 %).

Este es un simple ejemplo de que, aunque logremos la liberación de una sola especie de organismo benéfico, **difícilmente podremos suplir el servicio ecológico que brindan los insectos y arañas silvestres naturales**, ya que la interacción en conjunto tanto de los depredadores y de los parasitoides silvestres, es mucho más eficiente que la liberación de una sola especie en un hábitat determinado.

**Acciones enfocadas a la conservación de los insectos y arañas benéficas**

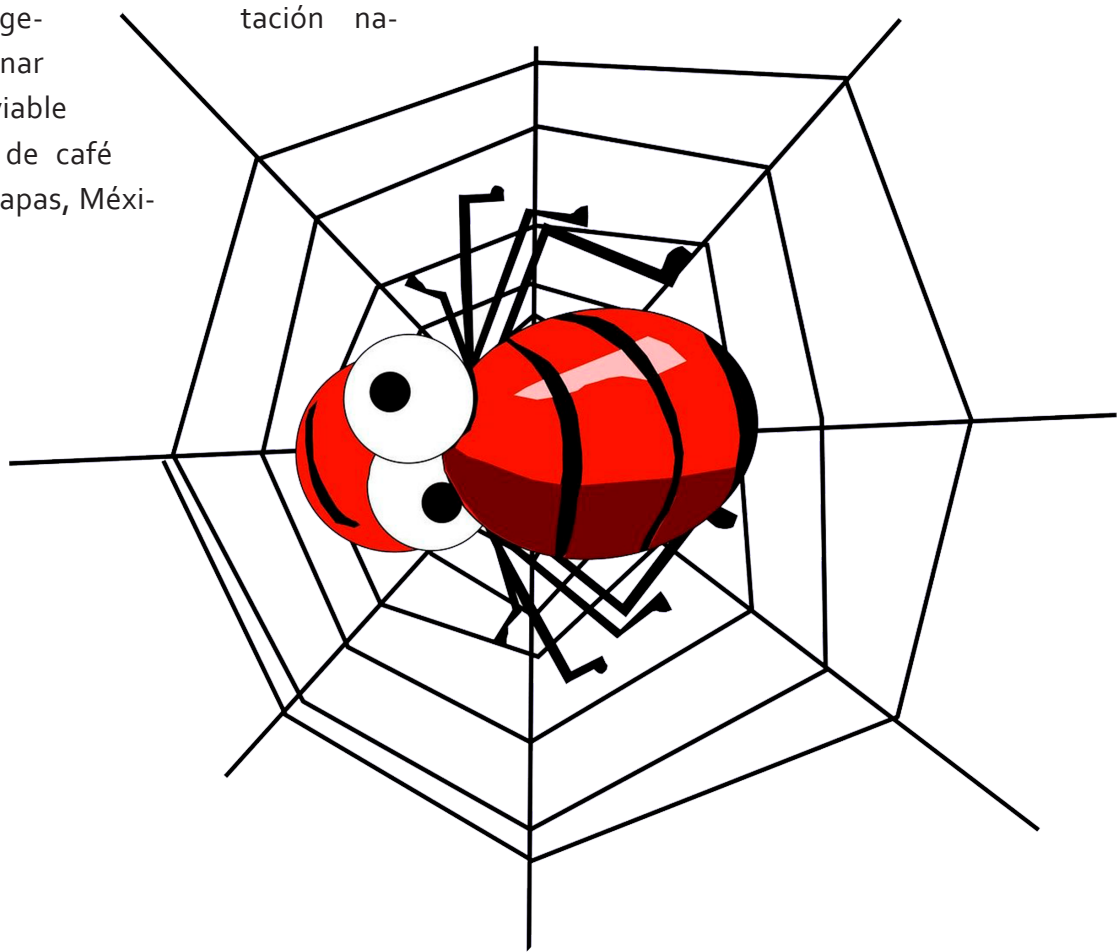


Araña consumiendo una mosca en cultivo de chile habanero en Yucatán.



Los daños ocasionados por la agricultura hacia la biodiversidad natural son constantes, debido a que la agricultura está siendo altamente dependiente del uso de agroquímicos con el fin de mejorar los cultivos. Sin embargo, muchos productores o inversionistas dirigidos a la producción de alimento desconocen que **conservando parte de la vegetación natural cercana a las zonas de cultivo, pueden mejorar su condición y con esto reducir la inversión**. Ello, debido a que los fragmentos de bosque mejoran las condiciones del clima y de esta manera sirve como sitios de anidamiento, de hábitat y de alimento para organismos benéficos que tienen una función importante en la agricultura. Con esta visión se pueden reducir los costos de inversión sin afectar drásticamente la biodiversidad local, incluso intercalar los cultivos con vegetación nativa pueden funcionar como una opción viable (p. ej. producción de café bajo sombra en Chiapas, México).

También se debe sacar ventaja sobre el mejoramiento genético y la selección de variedades resistentes a plagas, esto con el fin de contrarrestar el daño de las plagas en las plantas y su producción (p. ej. uso de variedades resistentes de chile habanero a mosca blanca en Yucatán, México). Ante esta situación, es importante seguir impulsando el conocimiento básico y avanzado de los roles ecológicos que juega la fauna de insectos y arañas en los cultivos, esto con el fin de no afectar la calidad alimentaría a futuro.



Coro-Arizmendi, M. (2009). La crisis de los polinizadores. CONABIO. *Biodiversitas*, (85), 1-5. <https://www.uv.mx/personal/tcarmona/files/2010/08/Coro-2009.pdf>

Armendano, A. y González, A. (2011). Efectos de las arañas (Arachnida: Araneae) como depredadoras de insectos plaga en cultivos de alfalfa (*Medicago sativa*) (Fabaceae) en Argentina. *Revista Biología Tropical*, 59(4), 1651-1662.

<https://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v59n4/a18v59n4.pdf>  
 Urbaneja, A., Ripollés, J.L., Abad, R., Calvo, J., Vanaclocha, P., Tortosa, D., Jacas, J.A. y Castañera, P. (2005). Importancia de los artrópodos depredadores de insectos y ácaros en España. *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas*, (31), 209-223. [https://redivia.gva.es/bitstream/handle/20.500.11939/4068/2005\\_Urbaneja\\_importancia.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://redivia.gva.es/bitstream/handle/20.500.11939/4068/2005_Urbaneja_importancia.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

# ARTÍCULO

## El golpe de calor: Riesgo continuo para nuestra salud

Miguel Santoyo-Martínez y Arcaeli Gabriela Andrade-Servín



istockphoto-946296230-612x612.jpg

**Miguel Santoyo-Martínez.** Investigador independiente, Cautla, Morelos, México.  
[miguel.santoyo425@gmail.com](mailto:miguel.santoyo425@gmail.com)

**Arcaeli Gabriela Andrade-Servín.** Profesora de asignatura de la Facultad de Ingeniería Mecánica, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.  
[arcaeli.andrade@umich.mx](mailto:arcaeli.andrade@umich.mx)

Los cambios en el clima han venido variando en las últimas décadas, siendo más común percibirlos en cualquier parte del planeta, principalmente, como consecuencia de las **actividades naturales** como la intensidad de la luminosidad solar y las erupciones volcánicas, siendo estas causas, generalmente, de menor impacto en la variación climática, ya que los eventos son esporádicos; asimismo, las **actividades humanas** como el cambio de uso de suelo, la quema de combustibles fósiles, la deforestación, entre otros, también son causantes de las variaciones en el clima.

El cambio climático generado en las últimas décadas se ve reflejado en la cantidad de lluvia, heladas, aumento de temperatura, entre otras. Estos cambios generan problemas en diversos ambientes como en el agrícola, donde se ha visto una reducción de productos alimenticios. De igual manera, el incremento en la temperatura ha desencadenado problemas de salud en la población humana.

### Ondas de calor

Las ondas de calor son periodos, usualmente de varios días, en el que ocurren temperaturas significativamente mayores a los promedios registrados. Informes internacionales, como el quinto reporte del **Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC)** en 2012, indica que durante el siglo XXI es muy probable que ocurran **ondas de calor con mayor frecuencia y de mayor duración**. Por su parte, el reporte especial sobre eventos extremos del IPCC es contundente, y declara que es prácticamente seguro que durante este siglo ocurrirán incrementos en la frecuencia y magnitud de temperaturas cálidas extremas y disminuciones en los extremos fríos.

Estudios han revelado que el 37 % de las muertes anuales causadas por olas de calor son conse-

cuencia del cambio climático derivado de actividades humanas. Los resultados, publicados en *Nature Climate Change*, estimaron que en las últimas tres décadas la **temperatura promedio a nivel mundial se encuentra por arriba de 1 °C**, en contraste con el clima que se presentaba previo a la industrialización. Sin embargo, **hay regiones que han alcanzado hasta más de 2 °C** debido a la sobrepoblación.

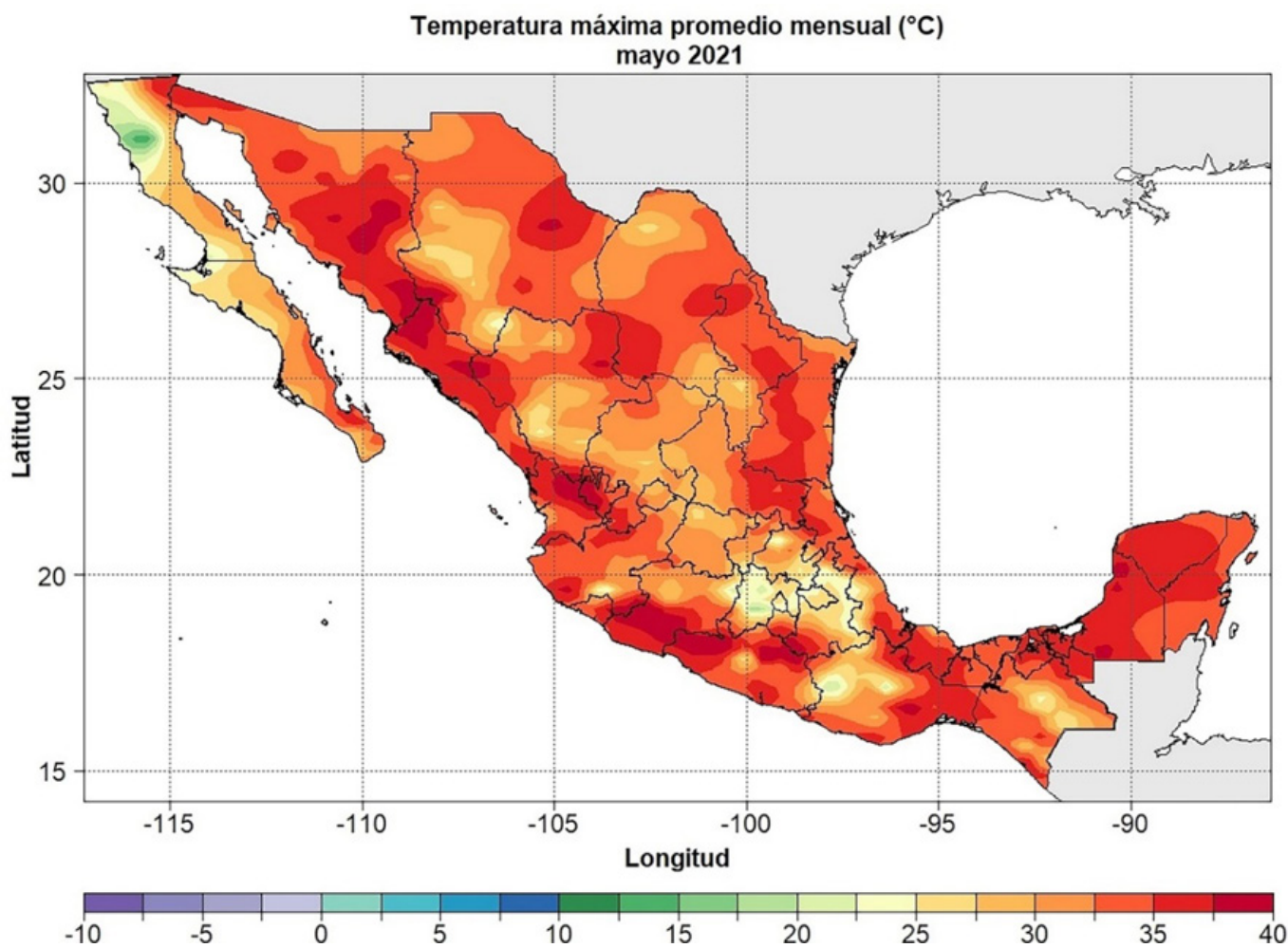
Como efecto de las olas de calor se asocia el «golpe de calor», que se produce cuando la **temperatura corporal en las personas se eleva por encima de los 39.4°**, ya sea por efecto de la temperatura ambiental alta o por una actividad física vigorosa, en la que el organismo es incapaz de regularla.

### Consecuencias del golpe de calor

El calor extremo puede ocasionar diversas afectaciones que van desde quemaduras de piel, calambres, agotamiento, insolación y el golpe de calor, este último de las afectaciones más riesgosas, principalmente porque se le resta importancia; sin embargo, las consecuencias pueden llegar a ser fatales. Dentro de los **síntomas más comunes del golpe de calor** están el dolor de cabeza, la sequedad y el enrojecimiento de la piel, mareos,



Elaboración propia: Miguel Santoyo Martínez.



sensación de debilidad, la sudoración excesiva al principio, ausencia de sudor, hiperventilación, asfixia y ataques con convulsiones. El golpe de calor **presenta síntomas de rápido aumento en el nivel de temperatura del cuerpo, afectando el sistema nervioso central**, por lo que es necesaria la asistencia del personal de salud para realizar un control y verificar el estado del paciente, principalmente en los niveles de temperatura y frecuencia cardíaca.

Las personas que residen en zonas urbanas tienen un mayor riesgo de sufrir los efectos de una ola de calor prolongada que los que residen en zonas rurales, ya que es en las zonas urbanas donde se concentra y se mantiene por mayor tiempo una sensación térmica alta, derivado de los materiales con los que están construidas las avenidas, las viviendas y por la reducción en sus espacios verdes, siendo la población más vulnerable ancianos, niños pequeños, enfermos crónicos y personas con obesidad.

Las recomendaciones que se hacen para reducir las afectaciones por golpes de calor son el uso de ropa ligera, holgada y de colores claros, tomar

abundante agua, uso de sombreros o gorras, permanecer en espacios ventilados, evitar la incidencia de la luz solar entre las 12 y 16 horas, así como reducir la actividad física durante este periodo, sobre todo en primavera y verano. Además, se recomienda colocar termómetros en lugares públicos para tener conocimiento del registro de la temperatura para así reducir los riesgos por las ondas de calor.

### Golpes de calor en México

En México, se estima que la temperatura promedio anual durante los próximos 80 años **podría llegar a aumentar hasta en un 4.8 °C**, con una disminución de las precipitaciones en aproximadamente 10 %, lo que podría afectar la salud, sobre todo en los grupos más vulnerables del país. La estadística del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) registró mil 200 casos de personas atendidas por golpes de calor en 2019, de las cuales 15 perdieron la vida. Si bien nuestro país no se encuentra dentro de la lista de las áreas más afectadas por estos cambios, se recomienda estar alertas ante las olas de calor que se presentan anualmente.

En las proyecciones del cambio climático para México a lo largo del próximo siglo, se estima que las olas de calor serán más frecuentes, intensas y con mayor duración, incluso en regiones en las que actualmente no se presenten olas de calor, por lo que **se necesita plantear el desarrollo de programas para reducir la letalidad de estos desastres de origen meteorológicos.**

Los estados de la República mexicana que presentan los registros de temperatura más altos de acuerdo a la CONAGUA son Campeche, Chiapas, Guerrero, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán, donde la temperatura oscilarán entre los 40 y 45 °C; mientras que, en Colima, el suroeste del Estado de México, Guanajuato, Jalisco, Nayarit, norte y suroeste de Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa y Tamaulipas, se espera una temperatura máxima de 40 °C.

Los estados donde el termómetro puede alcanzar los 35 °C son Aguascalientes, Baja California Sur, Chihuahua, Ciudad de México, Coahuila, Durango, Hidalgo, Nuevo León, Sonora y Zacatecas.

El incremento de la temperatura **se manifiesta en efectos directos e indirectos en el sector económico, industrial, agrícola, ambiental y salud.** Este último, ha repercutido drásticamente en la población a nivel global y nacional, por tanto, se recomienda a la población que se mantenga en espacios frescos y con sombra, hidratados, evitar exponerse al sol durante largas jornadas de tiempo, fo -

mentar la reforestación y el cuidado de áreas verdes para reducir riesgos.



Jáuregui, J., Ávila, M. y Tovar, R. (2020). Cambios en la mortalidad por eventos climáticos extremos en México entre el 2000 y 2015. *Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reducción del Riesgo de Desastres (REDER)*, 4(1), 80-94. <https://www.revistareder.com/ojs/index.php/reder/article/view/43/46>

Palma, A.O., Ceballos, M.R., Reyes, V., Basto, C. y Barzallo, B. (2017). Heat stroke detection system based in IoT. IEEE Second Ecuador Technical Chapters Meeting

(ETCM), Salinas, Ecuador, 1-6. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8247509>

Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC). (2012). Informe especial sobre la gestión de los riesgos de fenómenos meteorológicos extremos y desastres para mejorar la adaptación al cambio climático. Resumen para responsables de políticas. Nueva York: PNUMA. [https://archive.ipcc.ch/home\\_languages\\_main\\_spanish.shtml](https://archive.ipcc.ch/home_languages_main_spanish.shtml)

## ARTÍCULO

# Lipopolisacáridos: Moléculas clave en las interacciones bacterianas

Alma Alejandra Hernández-Esquivel y Ernesto García-Pineda



**Alma Alejandra Hernández-Esquivel.** Estudiante del Programa de Doctorado en Ciencias en Biología Experimental, Instituto de Investigaciones Químico Biológicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán.

[0939557x@umich.mx](mailto:0939557x@umich.mx)

**Ernesto García-Pineda.** Profesor e Investigador del Instituto de Investigaciones Químico Biológicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán.

[egpineda@umich.mx](mailto:egpineda@umich.mx)

Las bacterias son **organismos procariotas** que están presentes en todas las superficies del planeta, viviendo algunas especies en condiciones extremas de temperatura y de presión. Su distribución es tan amplia que tanto los tejidos vegetales como el cuerpo humano, son albergues perfectos para que crezcan dentro y sobre nosotros. Estos microorganismos pueden tener **efectos benéficos o perjudiciales dependiendo de su tipo**, su función o del tamaño de su población.

Las plantas y los animales han desarrollado un sistema inmunológico innato que se encuentra en

constante alerta para responder a una amplia gama de moléculas microbianas para poder prevenir o combatir una infección. Asimismo, la capacidad de percibir las moléculas microbianas es fundamental para establecer las relaciones de simbiosis o de inmunidad.

Las bacterias se pueden clasificar como Gram positivas o Gram negativas, de acuerdo a su reacción a la tinción de Gram. Las **Gram positivas** adquieren una coloración **azul oscuro o violeta**, mientras que las **Gram negativas** una coloración **rosa**. Lo anterior es importante en el mundo de la medicina, ya que permite elegir un **antibiótico adecuado al momento de combatir una infección**. La diferencia en coloración se debe a la estructura de su envoltura celular: en bacterias Gram positivas, esta comprende una membrana citoplasmática y una pared celular compuesta por una gruesa capa de peptidoglicano que ayuda a la retención del colorante; mientras que las Gram negativas poseen dos membranas lipídicas entre las que se localiza una fina pared celular de **peptidoglicano** que permite el escape del colorante. En estas bacterias se encuentran ancladas en la membrana externa moléculas llamadas lipopolisacáridos (LPS).

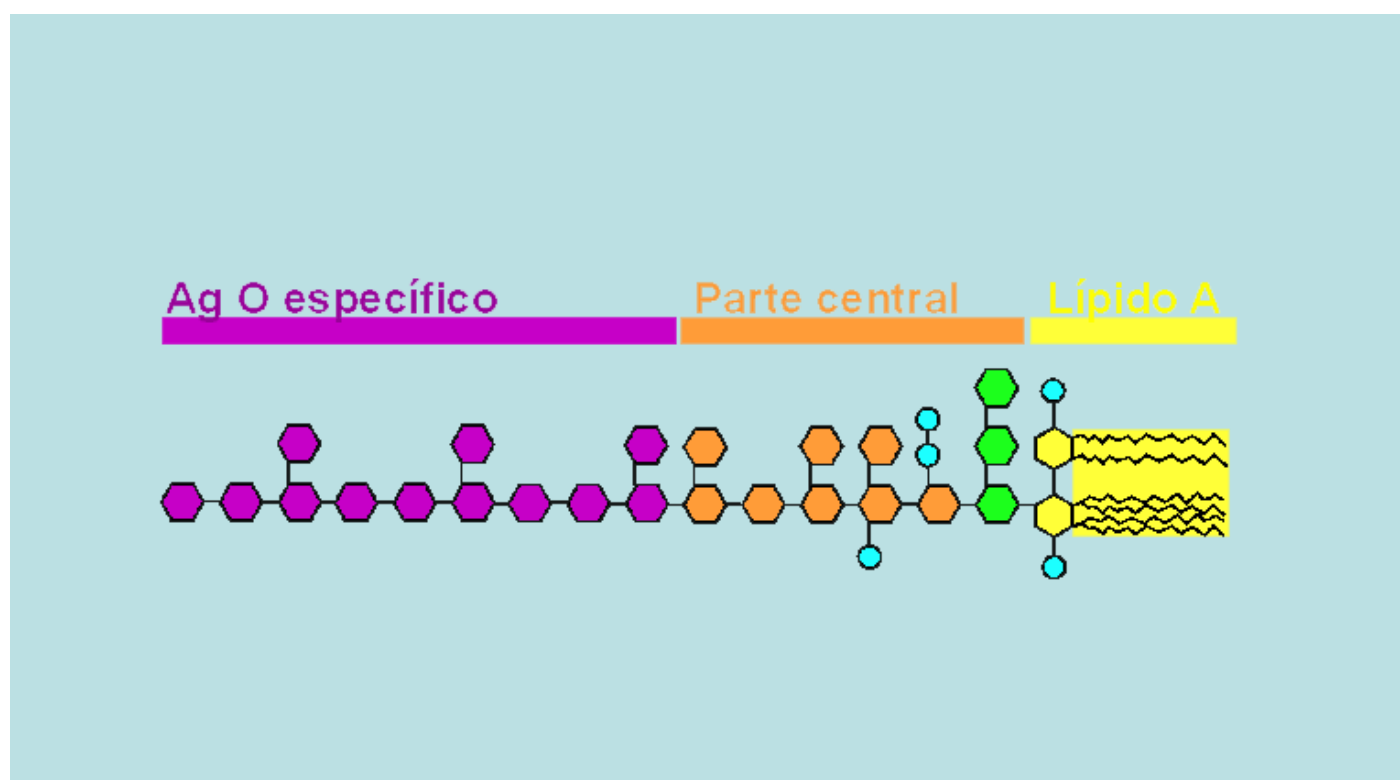
En las últimas décadas se han realizado importantes avances para entender la participación de los lipopolisacáridos en las interacciones bacte-

rianas con organismos eucariotas. Estos incluyen los mecanismos de reconocimiento y las respuestas que desencadenan, las cuales resultan interesantes de conocer ya que todos los días nos encontramos expuestos a ellos.

### ¿Qué son los lipopolisacáridos?

Los lipopolisacáridos **son moléculas formadas por lípidos y carbohidratos**, de ahí su nombre. A la porción lipídica se le denomina **lípidio A**, mientras que los carbohidratos se dividen a su vez en dos regiones, un núcleo con un número variable de azúcares unido a una larga cadena de unidades repetidas de monosacáridos conocida como **antígeno O**.

La función principal de los lipopolisacáridos es **mantener la rigidez de la membrana externa** bacteriana haciéndola menos permeable, creando una barrera para protegerla de detergentes, antibióticos y toxinas, pero a la vez **manteniendo la fluidez** para permitir el paso de nutrientes. Al encontrarse en el exterior de la superficie celular, participan en la **interacción de las bacterias con otras células**, siendo reconocidos como toxinas por el sistema inmune de los animales. La **región lipídica** es la parte de la molécula que **reconoce el sistema inmune** del hospedero, mientras que la **región del núcleo** y del **antígeno O**, intervienen en los procesos de **adhesión al huésped**, promoviendo su virulencia.





Se tiene evidencia de que los lipopolisacáridos de bacterias que carecen del antígeno O y de su núcleo de oligosacáridos, son menos virulentas y casi no pueden sobrevivir dentro de sus huéspedes. Además, la región del antígeno O presenta variaciones en el número y en la composición de azúcares entre especies bacterianas, confiriéndoles una especificidad serológica que permite su identificación y clasificación en serotipos, lo cual ayuda a diferenciar a las bacterias a nivel de subespecie.

#### **Detección de los lipopolisacáridos en humanos**

En mamíferos se ha estudiado con detalle el proceso de reconocimiento de los lipopolisacáridos. Se sabe que para ser reconocidos por el sistema inmune son desprendidos de la membrana bacteriana por acción de la proteína de unión al lipopolisacárido **LBP** (*Lipopolysaccharide Binding Protein*) presente en el suero humano, formando un complejo LBP/LPS que se une a una proteína de membrana, la **CD14** (*Cluster of Differentiation 14*), y dependiendo del tipo celular, puede funcionar como un receptor y activar una respuesta, o trans-

ferirlo a un complejo proteico **TLR4/MD-2** (*Toll-like Receptor 4 / Myeloid Differentiation 2*). La proteína **TLR4** pertenece a un grupo de receptores que reconocen moléculas componentes de la estructura de los microorganismos. Por esta característica, se denominan Receptores de Reconocimiento de Patrones moleculares o **PRR** (*Pattern Recognition Receptor*), los cuales están ubicados en la superficie de la célula y en citosol, y son requeridos para activar las respuestas de defensa inducidas por lipopolisacáridos como la inflamación, fiebre, activación de fagocitos (células inmunitarias encargadas de destruir organismos patógenos) y, en casos severos, sepsis o choque séptico como resultado de una respuesta inflamatoria exagerada.

#### **Detección de los lipopolisacáridos en plantas**

En las plantas, el proceso de reconocimiento de lipopolisacáridos es poco conocido. En *Arabidopsis thaliana* se encontró una proteína a la que se llamó Estimulación Reducida Específica por Lipooligosacárido, **LORE** (*Lipooligosaccharide-Especific*



*Reduced Elicitacion*), la cual se requiere para percibir lipopolisacáridos de dos géneros de bacterias *Pseudomonas* y *Xanthomonas*. Esta proteína se identificó como un receptor tipo PRR, que requiere la molécula completa de lipopolisacárido o la región del lípido A para inducir la respuesta inmune de las plantas. Sin embargo, se desconoce si los lipopolisacáridos se tienen que encontrar dentro o fuera de la célula para hacer más accesible su unión al receptor, y si estos se unen directamente a LORE, o si se requiere la presencia de un correceptor, como en el caso de los mamíferos.

Recientemente, en plantas de arroz fue reportado otro receptor PRR involucrado en el reconocimiento de lipopolisacárido llamado Receptor Cinasa 1 del Elicitor Quitina, **CERK1** (*Chitin Elicitor Receptor Kinase 1*). Anteriormente, esta proteína se había reportado como un receptor de la quitina (un carbohidrato que forma parte de la pared celular de los hongos) y posee un dominio involucrado en la percepción del Lípido A, pero **ha sido poco estudiado**.

Una diferencia sorprendente entre la detección de lipopolisacáridos en mamíferos y plantas es que para las plantas se requieren altas concentraciones, a saber, en un rango de 50 a 100 microgramos por mililitro, en contraste con las concentraciones picomolares de lipopolisacáridos en mamíferos, es decir, un millón de veces menos para que se active el sistema inmune.

### Efectos de lipopolisacáridos de bacterias patógenas en las plantas

En las plantas, los lipopolisacáridos inducen la **producción de compuestos antimicrobianos** y la **resistencia a las infecciones microbianas**, a través de un fenómeno conocido como respuesta hipersensible que se caracteriza por la estimulación de la muerte celular en tejidos cerca de la infección para evitar la propagación de patógenos en los tejidos vegetales.

Los lipopolisacáridos de bacterias patógenas de los géneros *Erwinia*, *Ralstonia*, *Xanthomonas*, *Xylella*, *Burkholderia* y *Pseudomonas*, estimulan el **aumento del flujo de iones calcio** al interior de la membrana, es decir al citosol, donde el calcio actúa como un segundo mensajero que desencadena una cascada de **respuestas de defensa** como la producción de especies reactivas de oxígeno, una de ellas es el óxido nítrico que participa en la expresión de genes de defensa y en la activación de proteínas relacionada con la patogénesis (*PRP; Pathogenesis-Related Proteins*) **para atacar y eliminar a las bacterias**. Además, aumentan la acumulación de compuestos fenólicos que funcionan como agentes antimicrobianos, a la vez que participan en el **reforzamiento de la pared celular** para evitar que las bacterias penetren en las células sanas. Los lipopolisacáridos de las bacterias patógenas *Pectobacterium astrosepticum* y *Pectobacterium carotovorum*, inducen respuestas diferentes en comparación con



bacterias no patógenas de plantas, como la inducción de la muerte celular programada, la alcalinización en el medio, el tiempo de generación de especies reactivas de oxígeno y la inducción de genes de defensa, lo que sugiere que los lipopolisacáridos de bacterias patógenas y no patógenas, **activan diferentes respuestas en las plantas.**

### Efecto de lipopolisacáridos de bacterias benéficas de plantas

Los lipopolisacáridos provenientes de bacterias promotoras del crecimiento vegetal estimulan el **crecimiento de las plantas y mejoran su productividad.** Por ejemplo, en las relaciones simbióticas de leguminosas con bacterias del género *Rhizobium*, los lipopolisacáridos favorecen el establecimiento de la interacción para la formación de nódulos que son las estructuras donde viven las bacterias. En plantas de trigo, la aplicación de lipopolisacáridos de *Azospirillum brasilense*, en condiciones de invernadero, aumentó la longitud de la lámina foliar, de la raíz y el peso fresco. También se aceleró la formación de espigas y la división celular en las raíces. Además, se estimularon algunas respuestas bioquímicas relacionadas con la defensa como la actividad de las enzimas peroxidasas, la producción de especies reactivas de oxígeno y el flujo de calcio. En otro estudio con lipopolisacáridos de *Azospirillum*, se reportó que estimulan la morfogénesis de tejidos no diferenciados de trigo. Además, se ha observado que la promoción del crecimiento vegetal por lipopolisacáridos de bacterias benéficas, está relacionado con la estimulación de rutas bio-

químicas que **regulan el metabolismo celular** que conduce a la proliferación celular, el crecimiento y el desarrollo celular.

### ¿Hacia dónde avanzan las investigaciones con lipopolisacáridos?

Las investigaciones actuales con lipopolisacáridos están enfocadas en conocer su **participación en enfermedades como el cáncer**, ya que se ha revelado que la activación inmunitaria por los lipopolisacáridos puede ser perjudicial debido a que el receptor de LPS, el TLR<sub>4</sub>, desempeña un papel clave al permitir que las células cancerosas crezcan y promueve la metástasis.

Asimismo, su efecto inmunoestimulante se utiliza para el **desarrollo de vacunas** y otros tratamientos inmunoterapéuticos. Los lipopolisacáridos pueden servir como un marcador de **diagnóstico temprano para infecciones.** En la investigación clínica, las preparaciones de lipopolisacáridos son útiles para dilucidar la biosíntesis, el metabolismo, la inmunología, la fisiología y la toxicidad de estas moléculas. También se han estudiado para identificar posibles objetivos e **inhibidores de anticuerpos.**

En plantas, estas moléculas se utilizan para estudiar las **respuestas de defensa**, así como la **promoción del crecimiento** y para descifrar las vías que son activadas durante las interacciones planta-lipopolisacáridos. El análisis de plantas con mutaciones en los componentes de señalización, puede permitir una evaluación de su contribución en la **resistencia a enfermedades de las plantas**, evitando así pérdidas económicas en los cultivos.



Ormeño-Orillo, E. (2005). Lipopolisacáridos de Rhizobiaceae: estructura y biosíntesis. *Revista Latinoamericana de Microbiología*, 47(3-4), 165-175. [https://www.medigraphic.com/pdfs/lamicro/mi-2005/mi05-3\\_4l.pdf](https://www.medigraphic.com/pdfs/lamicro/mi-2005/mi05-3_4l.pdf)

Renato, M. (2015). El sistema inmunitario de las plantas. *Scilogs. Investigación y Ciencia*. <https://www.in->

[investigacionyciencia.es/blogs/medicina-y-biologia/53/posts/el-sistema-inmunitario-de-las-plantas-12979](https://investigacionyciencia.es/blogs/medicina-y-biologia/53/posts/el-sistema-inmunitario-de-las-plantas-12979)

Farhana, A. (2021). Biochemistry, Lipopolysaccharidae. *Statpearls content is king*. <https://www.statpearls.com/ArticleLibrary/viewarticle/24323>

## ARTÍCULO

# Los hongos, una maravillosa sinfonía de colores

Erick López-Vázquez y Jorge Álvarez-Cervantes



Fotografía de: ERICK LÓPEZ VÁZQUEZ

**Erick López-Vázquez.** Profesor e Investigador en Ingeniería Mecánica Automotriz, Universidad Politécnica de Pachuca, Hidalgo, México.  
[erick\\_lopez@upp.edu.mx](mailto:erick_lopez@upp.edu.mx)

**Jorge Álvarez-Cervantes.** Profesor e Investigador del Posgrado en Biotecnología, Universidad Politécnica de Pachuca, Hidalgo, México.  
[jorge\\_ac85@upp.edu.mx](mailto:jorge_ac85@upp.edu.mx)

**S**eguramente, alguna vez has tenido la oportunidad de visitar algún bosque —particularmente en temporada de lluvias— y observar entre hojas secas o en algunos troncos caídos una variedad de coloridos, vistosos y llamativos hongos, los cuales muchas veces se encuentran agrupados y de manera aislada. Estos pueden ser de diversos tamaños y algunos son cautivadores por sus diferentes colores. Ciertamente, no todos los hongos son comestibles, pero en otro artículo podríamos detallar más al respecto.

México es considerado rico en biodiversidad de plantas, animales y por supuesto de **hongos**, de los cuales **existen más de ciento veinte mil especies** y, aunque no todas han sido estudiadas, se sabe que desempeñan una **función ecológica muy importante** como degradadores de madera y con asociación con las raíces de los árboles, algunos son comestibles, otros medicinales y existen los que son tóxicos para el ser humano y que muchas veces su coloración se ha confundido con su efecto positivo o negativo, es por ello que te vamos a platicar a qué se debe su coloración.

Los colores están presentes en los hongos por varias razones: **confundirse con el medio ambiente para evitar ser consumidos** por los depredadores y para **atraer insectos polinizadores** que, al pararse sobre ellos, liberan las esporas de los hongos para que estos se puedan seguir reproduciendo. Estos pigmentos forman parte de un grupo especial de moléculas llamadas de manera general metabolitos secundarios. Dentro de las reacciones bioquímicas que el hongo realiza se producen metabolitos primarios y secundarios. Los pigmentos no son los únicos metabolitos secundarios que los hongos producen, incluso existen algunos que pueden ser medicinales para el humano o bien potentes venenos.

### **Pero, ¿por qué distinguimos los colores?**

Es importante que analicemos un poco cómo funciona nuestra vista, porque a partir de

ahí será posible comprender los colores presentes en los hongos. En este sentido, lo principal que debes saber es que **podemos ver porque existe la luz natural**, mejor conocida como luz visible. Recordemos que la luz, cuando se hace pasar por un prisma, se descompone en los siete colores del arcoíris, desde el violeta hasta el rojo; cada color tiene asociada una diferente **longitud de onda**, desde el violeta (390-430 nanómetros) hasta el rojo (650-800 nanómetros). Un nanómetro (nm) es la millonésima parte del milímetro, así que te podrás dar una idea de que las longitudes de onda de los colores que vemos son extremadamente pequeñas.

Por otro lado, la luz visible interactúa con un material colorido el cual, en su composición química, contiene **moléculas** que son las **responsables de dicha coloración**. Estas moléculas poseen una estructura química, es decir, un armado entre sus átomos que logran diferentes interacciones con la luz, en función de ese armado molecular. Es muy apasionante saber que las formas microscópicas que a simple vista no distinguimos, repercuten en aquellas propiedades que podemos distinguir con nuestros sentidos, como en este caso, el color.

La luz, particularmente la visible, compuesta con sus distintas longitudes de onda, ilumina el hongo; sin embargo, se absorben todos los colores de la luz visible, excepto el color reflejado, es decir, el color que llega a nuestros ojos y en ellos, a través de nuestros fotorreceptores, son capta-



Fotografías de: ERICK LÓPEZ VÁZQUEZ



Fotografías de: ERICK LOPEZ VÁZQUEZ

dos y transformados en un **conjunto de señales eléctricas** que llegan hasta nuestro cerebro y este lo interpreta como alguno de los colores que tiene guardado en su **banco de memoria**, ya sea como color azul, rojo, amarillo, etc.

De esta manera, podemos apreciar una sinfonía de distintas coloraciones, una bella acuarela que pinta nuestros bosques en épocas de lluvias a través de los distintos colores de los hongos.

#### **Algunos hongos coloridos y moléculas responsables de su coloración**

Como hemos dicho anteriormente, existe una gran variedad de hongos y la gran mayoría no han sido estudiados, incluso hay especies que hasta el momento son desconocidas, ciertamente, poseedoras de una belleza única ya sea por su forma, sus colores o ambas, que los ha hecho meritorios a ser mencionados en este trabajo.

A continuación, describiremos algunos hongos conocidos, además de por sus bellos colores, por ser consumidos principalmente por personas de campo en la temporada de lluvias, reconociendo plenamente que son solo algunos de una extensa variedad.

***Lactarius índigo***. Conocido como hongo azul por su vistosa coloración azul. Es un hongo comestible que tiene la particularidad de presentar una secre-

ción viscosa de látex azul y si se le rebana presenta una abundante coloración índigo, a la cual se le atribuye su nombre. La molécula responsable del color se llama azuleno y, aunque este color no es permanente, pues al contacto con el aire se torna verde, le da una hermosa vista al hongo.

***Russula sardonía***. Es un hongo con sombrero color morado, posee un sabor extremadamente picante por lo que no se considera comestible. Este hongo genera una secreción en su sombrero que da la sensación de humedad que, al combinarse con la luz, produce una bella coloración morada. Al momento se desconoce cuál es la molécula responsable de tal coloración, por lo cual resulta interesante seguir investigando.

***Amanita muscaria***. Es un hongo extensamente conocido por su apariencia de sombrero rojo con manchas blancas, muy presente en relatos mitológicos, incluso ha sido adoptada en videojuegos y, de manera tradicional, en algunas culturas ha sido asociado con duendes, además se ha consumido por su efecto alucinógeno. El vistoso color rojo se debe a un compuesto orgánico que incluye vanadio en su composición llamado amavadina, así como a las betalainas.

*Hypomyces lactifluorum.*

Este hongo muy apreciado culinariamente y llamativo por su característico color naranja, es también conocido como el hongo langosta por su similitud en la coloración, la cual se debe a la molécula de skirina.



Fotografías de: ERICK LÓPEZ VÁZQUEZ

Existen más hongos que no hemos descrito y que tienen unos colores sumamente atractivos y cautivadores; sin embargo, vale la pena aclarar que **no todos los hongos coloridos son venenosos y no todos los hongos sin una coloración llamativa son comestibles**. Observar y disfrutar los

colores que la naturaleza nos regala, particularmente en los hongos, suele ser apasionante y, sin duda, ahora conocemos un poco más acerca de la presencia de estas coloraciones que nos permitirá valorar, cuidar y apreciarlos más.



Álvarez, F.P., Gama, O.E.H., Valadez, J.A.A., Navarro, J.S.H., Hernández, I.T. y Escobosa, A. R.C. (2021). Biosíntesis y potencial aplicación de pigmentos fúngicos. *Jóvenes en la Ciencia*, 10. <https://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/3372>

Hernández-Rico, G.N. y Moreno-Fuentes, Á. (2010). Hongos comestibles del género Amanita en el mercado de Acaxochitlán, Hidalgo, México. *Etnobiología*, 8(1), 31-38. <https://revistaetnobiologia.mx/index.php/etno/article/view/219/220>

Thomé-Ortiz, H., Molina-Castillo, S. y Espinoza-Ortega, A. (2019). Conocimiento ecológico tradicional y aprovechamiento de los hongos comestibles silvestres en el centro de México. *Agro Productividad*, 12(5), 3-8. <https://www.revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/1394/1135>

Agradecimiento por el procesado de las imágenes, al P.D Gráfico Joshua Gómez Robles.

## ARTÍCULO

## ¿Qué comen los peces?

Omar Beltrán-Vinalay



[https://pixabay.com/es/photos/search/comida%20para%20peces/?manual\\_search=1](https://pixabay.com/es/photos/search/comida%20para%20peces/?manual_search=1)

### ¿Alguna vez te has preguntado qué comen los peces en la naturaleza?

Quien ha tenido un pez como mascota o conoce a alguien que tiene uno, ha observado que son alimentados con bolitas, churritos u hojuelas. El nombre genérico de este tipo de alimentos es «**pellets**», aunque en más de una ocasión en los acuarios o tiendas de mascotas, he escuchado a los niños decir al encargado: ¡¿Me da unas croquetas para peces?! Y las reacciones pueden ser varias, algunos tratan de no reír, en otros se dibuja una sonrisa en sus rostros y no falta quien corrija que se llama alimento para peces, aunque en el fondo tenga duda si puede ser llamado así.

**Omar Beltrán-Vinalay.** Estudiante del Programa de Doctorado en Ciencias Biológicas y de la Salud, Laboratorio de Peces, Universidad Autónoma Metropolitana, Ciudad de México.  
[obv13@hotmail.com](mailto:obv13@hotmail.com)

Este tipo de alimento industrializado se arroja sobre el agua, algunos están diseñados para flotar o hundirse y se mantienen casi inmóviles hasta ser consumidos frenéticamente. En un principio, es entretenido ver cómo los peces al percatarse que los pellets están presentes en el agua, nadan veloces e impacientes para devorarlos, pero después de un par de semanas ya no lo es.

Cuando escuchamos el tan famoso dicho «El pez grande se come al chico», inmediatamente nuestra imaginación se activa y pensamos en un pez grande en persecución de uno pequeño, o de uno oculto que toma por sorpresa a otro. Esta opción es mucho más interesante que ver a nuestros peces alimentados con pellets inmóviles.

Después de imaginar esta escena típica de un documental sobre la vida salvaje de los océanos, pueden llegar a nosotros las siguientes preguntas: **¿En dónde habitan los peces? ¿De qué se alimentan los peces en la naturaleza?** Déjame platicarte en las siguientes líneas de qué se alimentan, dónde

viven y algunas características que están ligadas a su alimentación.

### Los peces y su hábitat

Los peces son un grupo de vertebrados muy abundantes, ya que suman alrededor de 28 000 especies conocidas y se piensa que podrían ser aún más. Están muy bien adaptados a casi todos los ambientes acuáticos y los podemos encontrar habitando en grandes profundidades como en las fosas de las **Marianas en el Océano Pacífico**, a una profundidad de ocho mil metros, donde podemos encontrar al **pez caracol** (*Pseudoliparis swirei*). En contraste, el **carachi amarillo** (*Orestias luteus*) es uno de los peces que habitan en el **Lago Titicaca** que se encuentra a 3 812 metros sobre el nivel del mar. Este lago se ubica en América del Sur, entre Perú y Bolivia, y se considera el lago navegable a mayor altitud del mundo, por lo que la concentración de oxígeno en el agua es baja.



Manglar en la Laguna Grande-chica Vega de Alatorre Veracruz, México. Fotografía: Omar Beltrán-Vinalay.





[https://pixabay.com/es/photos/search/salm%C3%B3n%20r%C3%ADo/?manual\\_search=1](https://pixabay.com/es/photos/search/salm%C3%B3n%20r%C3%ADo/?manual_search=1)

Asimismo, podemos encontrarlos en **lagunas costeras y estuarios**, en estas zonas el agua salada del mar se mezcla con el agua dulce proveniente de los ríos. Estos ecosistemas abundan en las bellas costas que enmarcan a nuestro país, donde vive una gran variedad de peces, aves, crustáceos, entre otros. Las lagunas costeras y estuarios son vitales para el desarrollo de muchas especies de peces, debido a que son como «guarderías naturales» donde las crías —o como las llaman los biólogos: larvas, alevines y juveniles (dependiendo del estado de madurez)— se desarrollan y se alimentan para posteriormente vivir cerca de las costas o en mar abierto.

Estos ecosistemas proveen una **gran variedad de microambientes** como fondos arenosos, fondos lodosos, vegetación sumergida, conchales y manglares que son aprovechados como refugios, zonas de alimentación o desove. Los peces que podemos encontrar en los estuarios y lagunas costeras han desarrollado la capacidad de regular su salinidad interna, mediante un proceso denominado **osmorregulación**, proceso donde intervienen el riñón y las branquias.

### **Adaptación de los peces a diferentes ambientes**

La osmorregulación es una **adaptación** que permite a los peces **sobrevivir en agua con menor concentración de sal** que el agua marina; sin embargo, no todos tienen esta capacidad tan desarrollada, por lo que los peces cuya capacidad es mínima, nadan solo en la zona más cercana al mar, mientras que los peces que tienen esta capacidad más desarrollada, se adentran en zonas con salinidad menor o incluso a los ríos. Por ejemplo, se han capturado algunos ejemplares de tiburón toro (*Carcharhinus leucas*) en el río Amazonas, en Brasil, y en el río Misisipi, en Estados Unidos de Norte América. Aunque esto no es común, por lo que la probabilidad de que encuentres un tiburón en tu río favorito, es casi imposible.

El estudio de esta adaptación junto con otras más, ha ayudado a los científicos a comprender **cómo surgieron los peces de agua dulce a partir de los marinos**, que fueron colonizando ríos y lagos a lo largo de millones de años. En los ríos y en los lagos, la mayoría de los peces están adaptados al agua dulce, pero existen algunas especies que su **ciclo de vida se desarrolla en agua dulce y salada;**

a estas especies se les denomina peces migratorios, las más conocidas son el salmón y la anguila. El Salmón inicia su vida en agua dulce, donde se desarrolla aproximadamente por tres años, posteriormente emprende su viaje al mar y ahí permanece por cinco años alcanzando su madurez, pero necesita regresar a los ríos o lagos para reproducirse, por lo que emprende el más difícil y último viaje, puesto que tiene que nadar contracorriente para regresar al lugar que lo vio nacer. En contraste, la anguila europea se reproduce y nace en el mar de los Sargazos; las larvas son llevadas por las corrientes oceánicas hacia las costas de Europa y del norte de África, ahí crecen y se transforman en angulas, en esta fase habitan en estuarios, posteriormente viven en los ríos hasta alcanzar su madurez, pero para reproducirse tienen que regresar al mar donde nacieron.

El mar de los Sargazos se encuentra entre las costas de Estados Unidos y Cuba. Era muy temido por los navegantes de barcos de vela de la antigüedad, debido a que las corrientes son casi inmóviles

y la gruesa capa de algas que flota en el agua puede llegar a ser de un metro de espesor, por lo que los navíos podrían quedarse atrapados.

### Hábitos de alimentación de los peces y la variación morfológica del tubo digestivo

Desde el preescolar sabemos que los hábitos alimenticios de los animales —incluidos los peces— se clasifican en carnívoros, omnívoros y herbívoros. Particularmente en los peces, se presentan además variantes especializadas en consumir un tipo de alimento. Los **ictiólogos** —científicos especializados en peces— han observado que la forma de la boca, dientes, estómago e intestino, puede relacionarse con los hábitos alimenticios.

De acuerdo con ellos, los peces de hábitos **carnívoros** generalmente tienen dientes cónicos bien desarrollados, estómago grande y un intestino de longitud menor a la del cuerpo del pez. Un ejemplo es el pez ronco (*Bairdiella chrysoura*) que pertenece a la misma familia que la totoaba o corvina blanca (*Totoaba macdonaldi*), la cual se encuentra



P  
i  
x  
a  
b  
a  
y

en peligro de extinción debido a su cotizado y mal llamado buche, ya que se trata es de la vejiga gaseosa. En contraste, **los herbívoros** pueden presentar o no dientes de tipo incisivo, estómago corto e intestino largo que supera por más de tres veces la longitud del pez; el cirujano azul (*Acanthurus coeruleus*) que habita en los arrecifes mexicanos, es un ejemplo de ellos. Por su parte, los peces omnívoros presentan un estómago mediano y un intestino que representa de dos a tres veces su longitud, un ejemplo de este es la tilapia (*Oreochromis niloticus*), una especie muy popular en los restaurantes de pescados y mariscos bajo el nombre de mojarra. Además, también podemos mencionar al bagre o pez gato (*Ariopsis felis*).

### Peces especializados

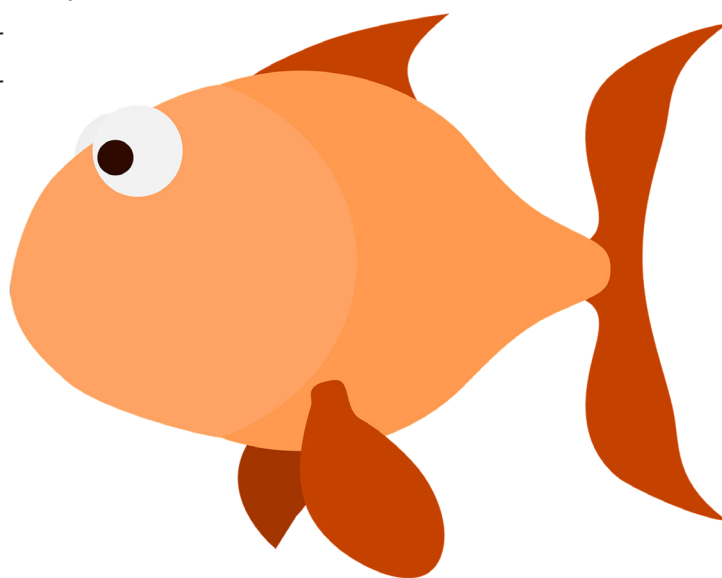
Los peces **piscívoros o ictiófagos** consumen principalmente peces, tienen dientes cónicos y largos, los músculos de sus mandíbulas son muy fuertes, presentan un estómago grande y algunos desarrollan el ciego estomacal que aumenta la capacidad del estómago, tal como la Barracuda mexicana (*Sphyraena ensis*).

Los **durófagos** consumen presas duras como almejas, cangrejos y caracoles. En estos peces las modificaciones más notables son la fusión de los dientes en placas y unas mandí-

bulas dotadas de fuertes músculos que le permite consumir presas duras; ejemplo es el pez erizo (*Diodon holocanthus*).

Los **detritívoros** desarrollan branquiespinas muy finas que les ayudan a separar las partículas de materia orgánica, poseen un estómago corto o modificado en molleja y el intestino es considerablemente largo. En este tipo de peces podemos mencionar a la lebrancha (*mugil curema*).

Los peces **planctofágos** normalmente no presentan dientes, poseen branquiespinas muy largas y cercanas, su estómago es corto y puede estar modificado en molleja como en las aves. Sus numerosas, finas y largas branquiespinas funcionan como un filtro, donde el plancton es retenido. Como ejemplo podemos mencionar la lacha escamuda (*Brevoortia patronus*), las mantarrayas y el tiburón ballena. El plancton del cual se alimentan está compuesto por organismos microscópicos animales (zooplancton) y vegetales (fitoplancton).



Aguilar-Medrano, R., Kobelkowsky, A. y Balart, E.F. (2015). Anatomical description of the Cortés damselfish *Stegastes rectifraenum* (Perciformes: Pomacentridae). Key structures for omnivore feeding. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86(4), 934-946. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2015.09.008>

Kobelkowsky, A. y Rojas-Ruiz, M.I. (2017). Anatomía comparada del sistema digestivo de los lenguados *Syacium papillosum* y *Syacium gunteri* (Pleuronectiformes: Paralichthyidae). *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 52(2), 255-273. <https://www.redalyc.org/pdf/479/47952503006.pdf>

Kobelkowsky, A. y Castillo-Rivera, M. (1995). Sistema digestivo y alimentación de los bagres (Pisces: Ariidae) del Golfo de México. *Hidrobiológica*, 5(1-2), 95-103. <https://hidrobiologica.izt.uam.mx/index.php/revHidro/article/view/585>

Pérez-Hernández, M.A., Torres-Orozco, B. y Roberto, E. (2000). Evaluación de la riqueza de especies de peces en las lagunas costeras mexicanas: estudio de un caso en el Golfo de México. *Revista de Biología Tropical*, 48(2-3), 425-438. [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-7744200000200014](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-7744200000200014)

# TECNOLOGÍA

## Moviendo objetos con la fuerza de nuestra mente

David Manuel Carmona-Peña



<https://pixabay.com/es/illustrations/hombre-cerebro-pensamiento-1276242/>

**David Manuel Carmona-Peña.** Estudiante del Programa de Maestría en Ciencias y Tecnologías Biomédicas, Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica, Puebla, México.  
[david.carmona@inaoep.mx](mailto:david.carmona@inaoep.mx)

¿Será posible mover objetos con la fuerza de nuestra mente como lo hacen los Jedi o los Sith en las películas de Star Wars? La respuesta es que sí es posible hacerlo en la vida real, pero solo por medio de una **interfaz cerebro computadora** (BCI, por sus siglas en inglés) que es un sistema que **traduce la actividad electrofisiológica**, la cual es generada por los cambios electroquímicos de las neuronas (potenciales eléctricos) en señales que pueden ser medibles por un dispositivo electromecánico.

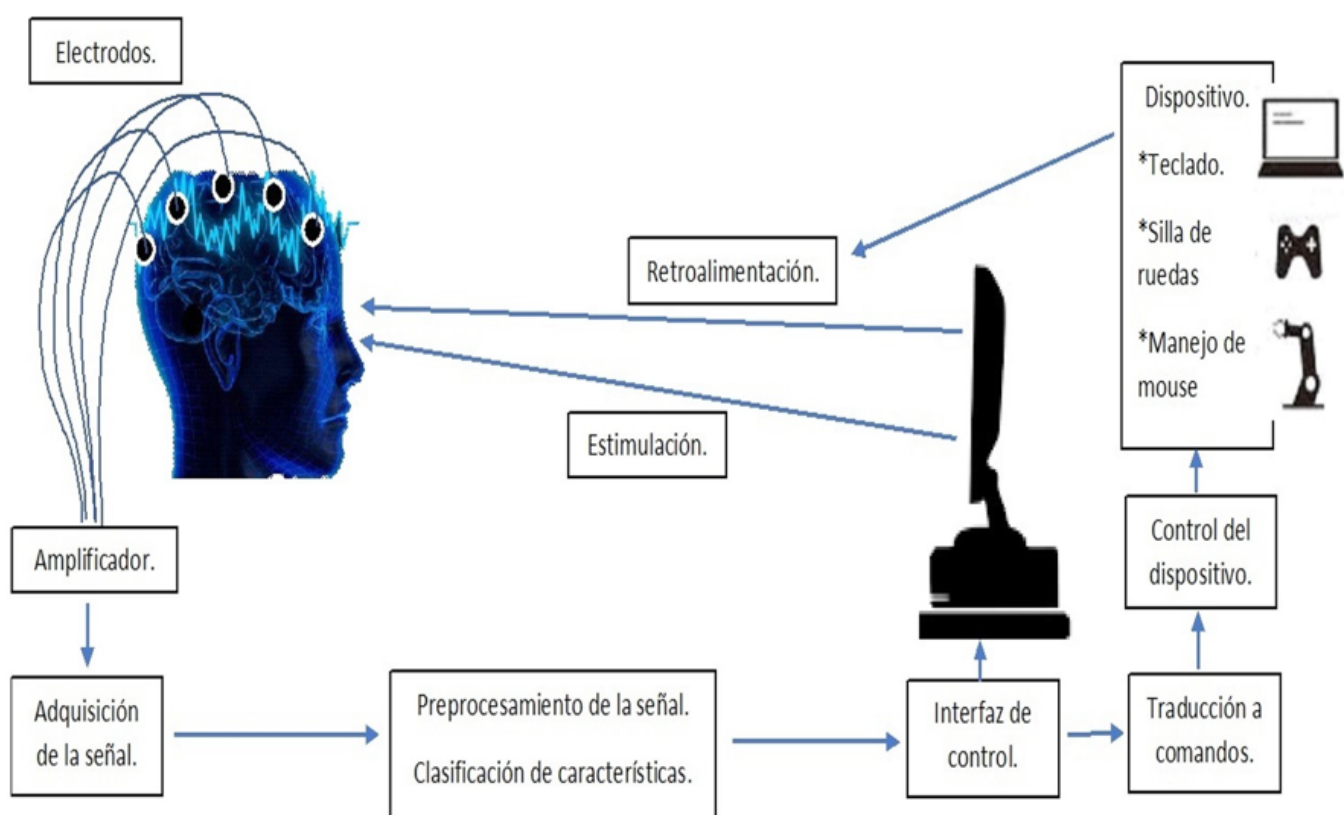
Es decir que tiene como objetivo proporcionar un canal de **comunicación no muscular** y tener una **interacción entre la actividad eléctrica del cerebro y una computadora**, con la cual podremos procesar las señales para tomar ciertas características y, por medio de algoritmos, **controlar los dispositivos externos** como sillas de ruedas, brazos robóticos, selección de objetos en un teclado virtual para la comunicación, o bien el control de un videojuego.

Existen varios métodos, invasivos y no invasivos, para medir estos potenciales eléctricos o actividad cerebral. Por ejemplo, un método invasivo es el **electrocorticograma (ECoG)** que es un implante de electrodos en la corteza cerebral; mientras que entre los métodos que se consideran no invasivos están la **magneto encefalografía (MEG)**, la **tomografía por emisión de positrones (PET)**, la **imagen de resonancia magnética (fMIR)** y la **imagen óptica cercana al infrarrojo (fNIR)**; no obstante, estos métodos requieren de instalaciones y de equipos de mayor costo. En este sentido, una opción no invasiva, portátil y de bajo costo, es el **electroencefalograma (EEG)**, por lo que es el más usado para BCI e investigaciones científicas.

## El electroencefalograma

Un **electroencefalograma** nos permite **comprender la función cerebral**, así como el diagnóstico de estados disfuncionales en la neurología y en la psiquiatría, mediante la observación de las diferencias entre las **señales eléctricas** procedentes de los diferentes lugares en el cuero cabelludo. Gracias a esto, se puede monitorear la actividad eléctrica cerebral y ver qué partes son eléctricamente activas durante diferentes tipos de actividades, y qué tan alto es el potencial eléctrico de la actividad; la adquisición de estas señales son el **primer paso para el diseño de una BCI**.

Estas diferencias de potenciales eléctricos pueden ser leídas por medio de **electrodos colocados** en partes estratégicas **en el cuero cabelludo**. La ubicación está basada en el sistema 10-20 (llamado así por la distancia entre cada electrodo), donde 10 hace referencia al 10 % de la distancia total entre estos cuatro puntos fundamentales, mientras que el 20 % se refiere a la distancia total entre cada electrodo. También existen sistemas 10-10 o 5-5 que implican un mayor número de electrodos, pero estos son más usados en casos clínicos.



Unión entre el cerebro y la computadora.



Idea general de una interfaz cerebro computadora.

Los electrodos se ubican en cuatro puntos principales, a saber: el «**nasion**» que es donde termina la nariz entre las dos cejas, el «**inion**» que es la región anterior del cráneo y los dos últimos puntos son los **preauriculares**. Al colocarse los electrodos en cuero cabelludo, estos **se identifican con una letra y un número**: la letra corresponde a la zona del cráneo, haciendo alusión al lóbulo donde está el electrodo colocado (lóbulos frontal, temporal, parietal y occipital); la parte superior donde se hace un corte coronal (enfrente y atrás) se le coloca una C haciendo alusión a esta sección, ya que no hay ningún lóbulo que se llame central. Por su parte, los números pares se colocan del lado derecho, mientras que los impares van del lado izquierdo.

Los electrodos regularmente están hechos de cloruro de mercurio o plata de 1 a 3 mm de diámetro con conductores largos y flexibles que son contados a un amplificador y, generalmente, se utiliza un gel entre el electrodo y el cuero cabelludo para aumentar la conductancia, aunque ya se están usando electrodos secos que evitan el uso de gel.

El ancho de banda del electroencefalograma va de 0.5 Hz a 100 Hz y se encuentra en un rango de

o a 300 mV, la mayor parte del tiempo son asíncronas y no presentan un patrón; sin embargo, cuando sí hay presencia de patrones, regularmente se asocia con la existencia de patologías cerebrales o con ciertas ondas de funcionamiento normal.

#### Interfaz cerebro computadora (BCI)

Una BCI debe de ser capaz de **detectar patrones específicos de las señales provenientes del cerebro en un ordenador y procesarlas recolectando la señal resultante**. Este proceso se lleva a cabo de la siguiente manera: primero se hace un preprocesamiento que consiste en la eliminación del ruido (señales que no se quieren estudiar ya sean musculares y cardíacas, principalmente), extracción de características, caracterización, clasificación, traducción y retroalimentación. Para ser considerado un sistema BCI debe cumplir las siguientes características:

- Capaz de **adquirir la actividad cerebral** que puede ser de manera invasiva o no invasiva.
- Proveer una **realimentación** al usuario.
- La realimentación debe ser **en tiempo real**,

es decir, transcurrir en el preciso momento cuando se esté ejecutando.

- El usuario debe de ser capaz de **realizar una actividad mental** de manera intencional.

Los sistemas BCI se pueden clasificar en dos tipos: endógenos y exógenos, de acuerdo con la adquisición de los potenciales de las señales relacionadas con eventos.

**Sistemas BCI endógenos.** Están basados en los ritmos cerebrales, señales que van a depender del usuario sobre una actividad electrofisiológica originada internamente, las cuales pueden ser como la amplitud del electroencefalograma de la banda de frecuencia sobre un área del cuero cabelludo específico. Este sistema necesita tiempo de entrenamiento extenso. Asimismo, se clasifica en imágenes motoras y potenciales corticales lentos.

**Imágenes motoras** (ritmos sensoriomotores). Están relacionadas con el movimiento de cualquier músculo u órgano del cuerpo, haciendo un cambio en la actividad cerebral en el córtex, incluso la imaginación del movimiento de un músculo en particular u otras tareas mentales como la rotación de un

cubo o la realización de cálculos aritméticos. Estos estímulos se registran sobre la zona somatosensorial y motora de la corteza cerebral.

**Potenciales corticales lentos.** Son ciertos cambios de voltaje generados en el córtex cerebral que ocurren entre los 0.5 s a 10 s, se asocian típicamente con el movimiento y otras funciones que implican una activación cortical. Los usuarios pueden aprender a controlar los potenciales corticales lentos con el uso de retroalimentación sonora o visual, pero el tiempo de entrenamiento es muy extenso, entre dos semanas a meses con un mínimo de dos horas diarias para obtener un 75 % o más de acierto.

**Sistema BCI exógeno.** Son sistemas basados en potenciales relacionados con eventos que dependen de la actividad electrofisiológica originada externamente, dicha actividad es evocada por un estímulo en específico. Este sistema no necesita un entrenamiento muy extenso, pero sí un entorno estructurado para producir estos estímulos. A este grupo pertenecen los potenciales P300, basados en potenciales por eventos visuales, en potenciales por eventos visuales de estado estable (SSVEP) y en potenciales por eventos auditivos.



Los **eventos P300**, usualmente son estímulos visuales que parpadean en una secuencia aleatoria, este estímulo va a evocar una característica llamada P300 que aparece en la región parietal y central del córtex cerebral. Estos estímulos de interés, al no ser frecuentes y estar mezclados con otros estímulos mucho más comunes, provocan la aparición del potencial; a los 300 ms se puede captar la respuesta evocada, de ahí el nombre. No ocupan demasiado tiempo de entrenamiento y se logran elevados porcentajes de precisión.

Los **potenciales por eventos** visuales son cambios eléctricos del cerebro generados por una respuesta de estímulo visual, mostrando las propiedades cuyas características dependen del tipo de estímulo visual. Estos potenciales se pueden captar en la zona occipital del cuero cabelludo y presentan una serie de características definidas en cuanto a la amplitud y a la frecuencia, relajando el mecanismo de procesamiento de información a nivel visual en el cerebro. Los que corresponden a bajas tasas de estímulos son categorizados como transitorios.

Los **potenciales por eventos visuales de estado estable (SSVEP)** requieren de un estímulo visual que está relacionado a un comando para realizar una acción. Son estímulos que parpadean repetidamente a diferentes frecuencias en un rango entre 5 y 6 Hz o mayor, la amplitud y la fase de los SSVEP son altamente sensibles a los parámetros de los estímulos, tales como la tasa de repetición, el contraste o la profundidad de modulación, así como la distancia entre los estímulos y la frecuencia espacial, estos parpadeos alteran la actividad neuronal y así se

modularan estos eventos. Se pide que el usuario contemple de forma fija una pantalla donde los estímulos se presentan por periodos cortos de tiempo (unos pocos minutos). Se sugiere que cuando se centra su atención selectivamente en un estímulo particular, se va a observar una actividad neuronal elevada, proporcionando una mejor respuesta de este potencial. Los estímulos se dan por medio de pantallas LCD, tableros tipo ajedrez, estímulos con líneas o parpadeos con luces LED.

Los **potenciales por eventos auditivos** se detectan en el electroencefalograma sobre la zona auditiva de la corteza cerebral; si se presenta al usuario sonidos fuertes a diferentes frecuencias y se le pide que se concentre en alguno de estos estímulos, genera un potencial a la misma frecuencia que el estímulo.

Actualmente existen varios dispositivos comerciales para la lectura del electroencefalograma, cada uno con diferentes características, dependiendo de lo que se quiera estudiar, como la posición y cantidad de electrodos, de acuerdo con el sistema 10-20, así como el tipo de electrodos que tienen. Sus principales usos comerciales van para la implementación BCI, así como para controles de videojuegos basados en el electroencefalograma, en aplicaciones para deportes, entre otros.

Para obtener estas señales es necesario estudiar las características físicas y el software de los dispositivos en el mercado. Actualmente, los más populares por su precio y características son los de la empresa **Emotiv** (<https://www.emotiv.com>), así como los de **OpenBCI** (<https://openbci.com>).



Fraga, S.M.F. (2018). Diseño de algoritmos basados en inteligencia colectiva animal para el diseño de interfaces cerebrales basadas en neuro-mecanismos por eventos visuales. Tesis. <http://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/1255>

Peña-Álvarez, A.M. (2015). Desarrollo de interfaz cerebro-máquina basada en el análisis de EEG y potenciales visuales evocados en estado estable para el control de

un objeto. Tesis. <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/17442/0713614.pdf?sequence=1>

Villegas-Méndez, B.M. y Rojas-Fernández, M.G. (2019). Interfaz cerebro ordenador BCI mediante el uso de Emotiv Insight. *Acta Nova*, 9(1), 3-31. [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1683-07892019000100002&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1683-07892019000100002&script=sci_arttext)



# UNA PROBADA DE CIENCIA

## *La utilidad de lo inútil*

Horacio Cano Camacho



**Horacio Cano Camacho**, Profesor Investigador del Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología y Jefe del Departamento de Comunicación de la Ciencia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.  
[horacio.cano@umich.mx](mailto:horacio.cano@umich.mx)

**H**oy vamos a platicar de un libro magnífico, *La utilidad de lo inútil* de Nuccio Ordine (El Acantilado, 2013), el cual les recomiendo ampliamente porque le viene muy bien a lo que les quiero compartir hoy.

Semanas atrás me invitaron a dar una charla sobre divulgación de la ciencia y su comunicación pública, en el Posgrado de la Facultad de Derecho de la Universidad Michoacana. Me sorprendió gratamente el interés y la muy entusiasta respuesta mostrada por estudiantes y profesores.

Cuando pasamos a las preguntas, uno de los asistentes intervino haciendo una que, a primera vista, podría parecer muy simple, incluso boba, pero que en realidad es muy compleja y sofisticada: ¿Por qué una persona cualquiera debe interesarse por saber cómo funciona una aspirina y para qué le sirve eso?

Y es cierto, uno no requiere comprender el principio activo de un medicamento para que este haga su efecto, ni nuestra vida cotidiana cambiará por conocer lo que es un agujero negro, ni por entender que genéticamente los hongos están más relacionados con nosotros que con las plantas, o que ciertos materiales pueden emitir un electrón bajo el influjo de la radiación electromagnética. Desde esa perspectiva, es más "útil" saber cambiar un tanque

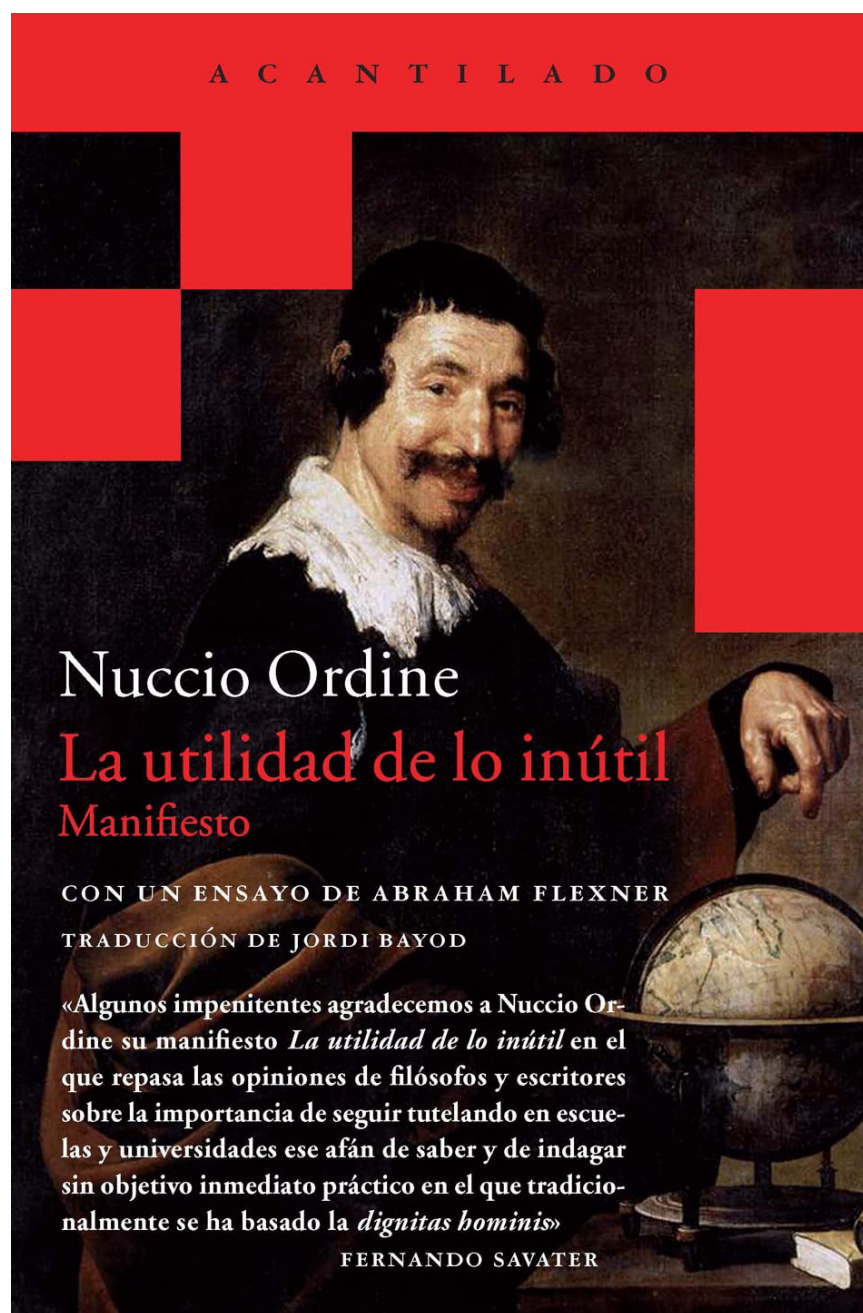
de gas, poner un foco, freír un huevo o tomarse a la hora y con la dosis indicada la medicina.

Vivimos rodeados de información que se emite a cada momento en cantidades abrumadoras y es de todo tipo. Nuestra vida depende más que nunca de la ciencia y de la tecnología, es decir, del conocimiento. Las economías que dominan el mundo lo son porque han aprendido a usar productivamente este conocimiento y, sin embargo, las mayorías vivimos presas de la ideología, la manipulación y las mentiras, precisamente porque no sabemos usar ese conocimiento y porque el poder se ha afanado en convencernos de la tiranía del utilitarismo: solo es útil aquello que te sirve en lo inmediato para resolver un problema, lo demás, es inútil.

Y si en la ciencia el utilitarismo es demoleedor, imaginen lo que significa en la cultura y en las humanidades. ¿Para qué sirve un cuarteto de Mozart, una pintura de Van Gogh, un poema de Lope de Vega, leer la última novela de Fred Vargas o un ensayo como el que aquí presentamos? Para nada, desde la visión utilitaria.

Lo mismo podemos decir de la "inutilidad" del conocimiento sobre la síntesis y el papel del ATP, la secuenciación del genoma de las arqueas de la familia Asgard o la organización de los quarks, los gluones o los bosones. Para los ciudadanos parecería que estos saberes, que escapan de una finalidad utilitarista, son una pérdida de tiempo o, por lo menos, un divertimento poco menos que absurdo.

Cierto, los científicos obtienen este conocimiento de su esfuerzo por comprender la naturaleza, los tecnólogos le buscan aplicaciones particulares en la medicina, las comunicaciones, la energía y más aún, la ciencia,





usa este conocimiento en la generación de más y más preguntas para aumentar la comprensión de esa naturaleza y los ciudadanos algún día recibiremos los beneficios, basta con que confiemos en los saberes del médico, del fabricante de teléfonos o del inventor de lavadoras. Y del músico, del pintor o el poeta... Bueno, si se puede bailar y cantar, seducir o decorar, puede ser divertido, ¡o eso nos han dicho!

Esa separación del "conocimiento útil del inútil" para la sociedad, fue la primera impostura intelectual, la forma en que el poder usó ese mismo saber para tergiversar los hechos (cualquiera, un eclipse, una hierba curativa o la crecida de un río) para adecuarlos a su visión del mundo y luego determinó cómo los medios y los gobiernos podían usar ese poder para confundir y manipular sistemáticamente a esa sociedad.

El valor de saber cómo funciona una aspirina, más allá de los médicos y los laboratorios, es el conocimiento mismo, un elemento que nos hace humanos. ¿Cómo nos impusieron la tiranía del utilitarismo? De niños somos curiosos, tenemos muchas

dudas y todo un mundo por conocer; se nos ocurren preguntas provocadoras y perspicaces; tenemos entusiasmo por aprender y nunca hemos oído hablar de preguntas estúpidas.

Pero entramos a la escuela y nos entrenan en memorizar, por lo que hemos perdido el placer del descubrimiento, del asombro. Aquí ya tenemos miedo de hacer preguntas "tontas", estamos dispuestos a aceptar respuestas inadecuadas porque nos integra con los demás. Cuando somos adultos, ya nunca tenemos tiempo: hemos perdido el vigor y estamos cargados de prejuicios, temores y creencias, no admitimos nuestra ignorancia. Aceptamos las verdades de los credos religiosos, las ideologías y los prejuicios morales que les acompañan. El poder ha triunfado, nos dice que es inútil todo aquello que no produce beneficios inmediatos ¿Para qué perder el tiempo en conocimientos que no me dan nada a cambio?

A mí, saber cómo funciona el ácido acetilsalicílico (aspirina), las vitaminas o lo que sea que conozco, no me ha aportado dinero, ni siquiera me ha permitido encontrar un mejor puesto y, sin embar-

go, me hace más libre. Me permite liberarme de supercherías, de ser manipulado por el mercado y me capacita para tomar decisiones personales informadas, me ayuda a decidir qué camino debo tomar y apreciar el mundo en toda su complejidad.

Me genera miles de preguntas y si me aplico, me proporciona miles de respuestas que, por cierto, también me permiten cuestionarme sobre ese mismo poder que pretende imponerme su visión del mundo. Ese mismo conocimiento me provee una actitud más cívica en mi sociedad, una visión estética de mi entorno, con el que debo ser responsable, así como una coherencia intelectual que me permite ser un mejor ciudadano y no solo un cliente y un consumidor.

Nuccio Ordine defiende la importancia de la cultura y las humanidades, pero es igualmente válido para las "ciencia básica" (si tal cosa existe), argumentando que el conocimiento y la comprensión de las artes, la literatura y la filosofía, son valiosos en sí mismos, independientemente de su utilidad prác-

tica. Ordine sostiene que el enfoque en la utilidad práctica en la educación y en la vida en general, ha llevado a una pérdida de la apreciación por lo inútil y a una disminución en el valor otorgado a las artes y a las humanidades.

Ordine nos presenta una serie de ensayos y discusiones sobre la importancia de la cultura y las artes, explora temas como la relación entre el arte y la vida, la importancia de la lectura, el valor de la poesía y la filosofía, y cómo la educación debe enfocarse en el desarrollo de la mente y el alma, no solo en la adquisición de habilidades prácticas.

En general, *La utilidad de lo inútil*, es un libro estimulante e inspirador que desafía las ideas convencionales sobre la educación y el valor de la cultura. Si estás interesado en la importancia de las artes y la literatura en la sociedad actual, este libro puede ser una lectura enriquecedora e informativa. Me parece especialmente útil para el personal enfocado a la educación de cualquier nivel.



# LA CIENCIA EN POCAS PALABRAS

## Microplásticos, una amenaza invisible

Fernando T. Wakida-Kusunoki y Teresita de Jesús Piñón-Colin



[https://pixabay.com/es/photos/search/pl%C3%A1sticos%20contaminaci%C3%B3n/?manual\\_search=1](https://pixabay.com/es/photos/search/pl%C3%A1sticos%20contaminaci%C3%B3n/?manual_search=1)

**Fernando T. Wakida-Kusunoki.** Profesor Titular de la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Universidad Autónoma de Baja California, Baja California, México.

[fwakida@uabc.edu.mx](mailto:fwakida@uabc.edu.mx)

**Teresita de Jesús Piñón-Colin.** Profesor de Asignatura de la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Universidad Autónoma de Baja California, Baja California, México.

[dpinon@uabc.edu.mx](mailto:dpinon@uabc.edu.mx)

### ¿Qué son los plásticos?

Los plásticos son cadenas largas de átomos de carbono que se enlazan entre sí, junto con átomos de otros elementos químicos. Estas cadenas están formadas por grupos de átomos que se repiten denominados monómeros, de allí que a los plásticos se les llame polímeros. El nombre de muchos plásticos comienza con el  **sufijo poli**, que significa '**muchos**', por ejemplo, el polietileno que es una cadena larga de muchos etilenos.

Los diferentes plásticos tienen distintas propiedades, las cuales influyen en cómo se comportan en el medio ambiente. En este sentido, si tienen una **densidad menor al agua flotarán** y serán fácilmente acarreados por las corrientes de agua, lo que permite que puedan ser transportados a grandes distancias; por el contrario, si son **más densos que el agua**, posiblemente se encontrarán en el **fondo de los mares** u otros cuerpos de agua.

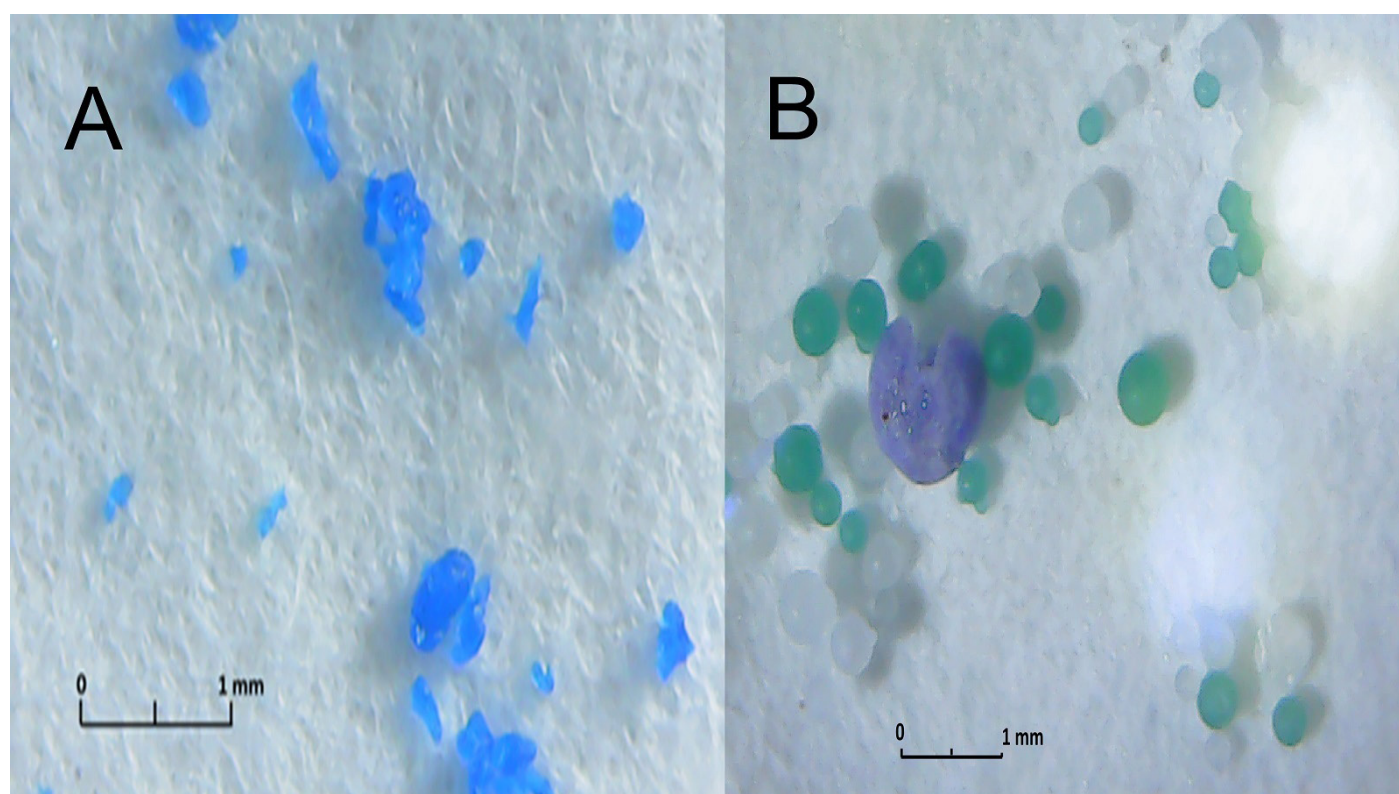
### ¿Y por qué microplásticos?

Los **microplásticos**, como el nombre sugiere, son **plásticos muy pequeños** que miden entre 0.001 a 5 mm, muchos de ellos no son visibles a simple vista. Existe una clasificación de los residuos de plásticos de acuerdo con su tamaño, por ejemplo, los **nanoplásticos** son 100 veces más pequeños que los microplásticos. Los **mesoplásticos** que miden entre 5 a 100 mm (o sea 10 cm) y los megaplásticos que son mayores a 10 cm. Los **microplásticos** pueden clasificarse también en primarios y secundarios. Los **primarios** son aquellos fabricados de tamaño pequeño para ciertos usos, por ejemplo, los encontrados en **productos de belleza** utiliza-

dos para la exfoliación de la piel, o también en la pasta dental y en el champú. Los **secundarios** son el resultado de la desintegración o **desgaste de artículos más grandes** de plástico o las fibras que se generan en el lavado de prendas hechas de nailon, acrílico u otra fibra sintética.

### ¿Cómo son los microplásticos y de dónde provienen?

Como se comentó anteriormente, los microplásticos pueden ser fabricados para ciertos usos específicos. Mencionamos, por ejemplo, que en el caso de los microplásticos primarios estos son utilizados en los productos exfoliadores, los cuales son esféricos menores a 1 mm, mientras que los «pellets» o gránulos usados en el moldeo de artículos de plásticos, pueden medir entre 1 y 5 mm. Cosa diferente sucede con los microplásticos secundarios, los cuales se han clasificado, de acuerdo a su forma, en fibras, filamentos, fragmentos, esferas y películas. La forma más abundante encontrada en los estudios en ambientes acuáticos son las fibras que provienen del lavado de piezas de vestir hechas de fibras sintéticas; se ha estimado que una



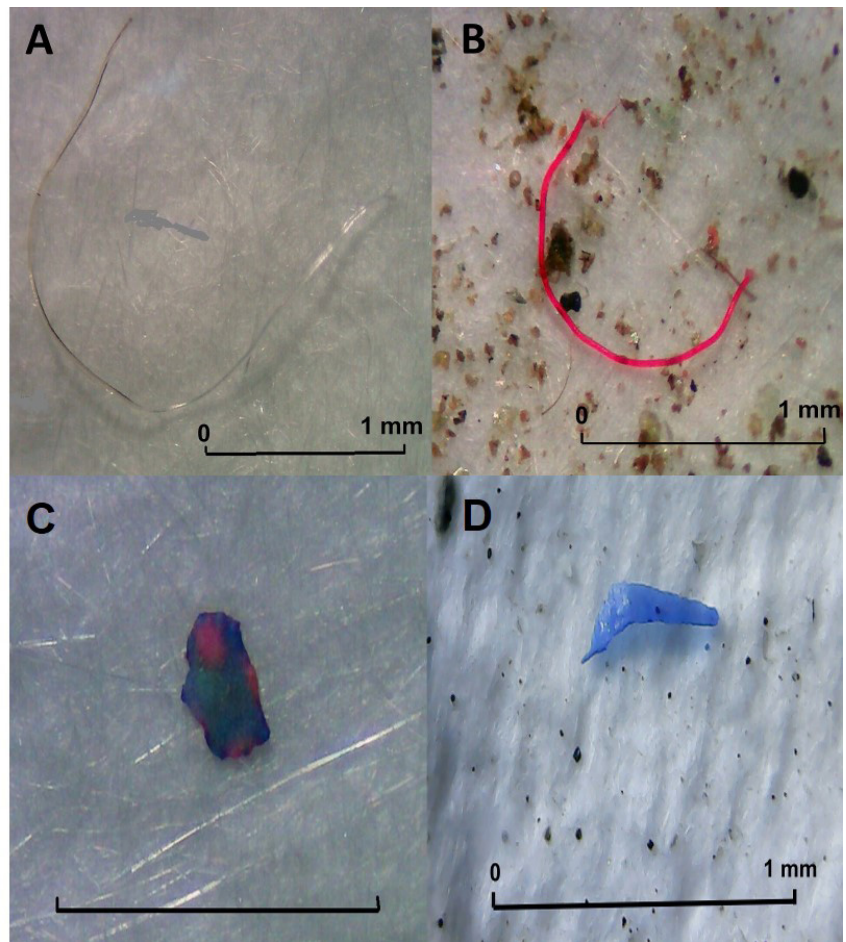
Microplásticos encontrados en artículos de cuidado personal (A). Pasta dental, (B) Champú.

carga de una lavadora puede producir hasta seis millones de fibras. Los filamentos, fragmentos y películas provienen de la segmentación de productos de plásticos, por ejemplo, los filamentos pueden provenir de redes y líneas de pesca, mientras que las películas proceden de bolsas o material de empaques. Además, el mal manejo de la basura urbana y agrícola contribuye a la presencia de microplásticos debido a la fragmentación de los mismos.

### ¿Y cuáles son los daños a los ecosistemas?

Los plásticos, en general, han llegado a ser tan abundantes en algunos ecosistemas marinos que varios organismos vivos **han adaptado estos como su hábitat**, por ejemplo, hay insectos marinos que están usando microplásticos para depositar sus huevos en ellos. Pero, posiblemente, lo más común es que sean **ingeridos por peces e invertebrados**, ya que los confunden con sus presas, de hecho, se han encontrado grandes piezas de plástico (mayores de 10 cm) en atunes. De acuerdo con investigaciones, algunos peces tienen **preferencia por ciertos colores de microplásticos**, como el azul o blanco. El mayor peligro es que estos organismos marinos sufran de obstrucción o abrasión de sus conductos intestinales que les pueden **provocar la muerte**.

Otro potencial impacto es que otros contaminantes que pueden ser absorbidos en la superficie de los microplásticos o sustancias que se le agregan para mejorar sus propiedades, llamados aditivos, sean liberados al ser ingeridos por estos organismos, pudiéndose producir una acumulación en sus cuerpos y entrando estas sustancias químicas en la cadena alimenticia. Este fenómeno se llama **bioacumulación** y, generalmente, afecta a los organismos que se encuentran en la parte más alta de la cadena alimenticia, como los predadores o el ser humano.



Microplásticos (A) filamento transparente, (B) fibra rosa, (C) fragmento multicolor, (D) fragmento azul.

### ¿Cuáles serían los impactos a los seres humanos?

Los seres humanos **estamos expuestos a los microplásticos**, ya que estos se pueden encontrar en el medio ambiente. Entramos en contacto con ellos por ingestión, inhalación o por contacto en la piel. Se han encontrado **microplásticos en bebidas** como agua, cerveza y te; **en la comida** como sal, miel, azúcar, entre otros. Se calcula que **cada persona ingiere cien mil microplásticos por año**. Además, **al respirar**, ya sea en el interior de una habitación o en el exterior, se puede aspirar una gran cantidad de partículas, entre ellas microplásticos, lo cual podría causar problemas respiratorios a personas susceptibles.

Expertos en toxicología han expresado que los microplásticos podrían causar lesiones inflamatorias originadas por su posible interacción con los tejidos. El incremento de algunos padecimientos, como **el cáncer, podría estar relacionado** con la exposición a microplásticos. Sin embargo, hasta el momento, no hay evidencia y se desconoce qué

consecuencias tendrían sobre el ser humano la ingesta o inhalación involuntaria de microplásticos a largo plazo.

**Pero, ¿qué pueden hacer los gobiernos, industria y nosotros los consumidores para tratar de reducir este problema?**

Muchas de las medidas para reducir el problema de los microplásticos deberían tener su origen en **cambios de hábitos de consumo**. Como consumidor, deberíamos evitar el uso de artículos de plásticos de un solo uso, por ejemplo: vasos y platos desechables, botellas para agua y otros productos. De la misma manera, evitar el uso de productos que contienen microesferas o microplásticos como exfoliantes, pastas dentales o champús.

Actualmente en algunos países, la industria está tratando de empezar a usar botellas de vidrio reusables en vez de las de plásticos, de emplear el empaque de algunos productos con plásticos reciclados, además de **reducir los productos de un solo uso**. De la misma manera, cada vez es más común encontrar bolsas hechas de materiales biodegradables. Por su parte, algunos negocios podrían sugerir el uso de contenedores reusables para bebidas, en lugar del uso de vasos de plástico de un solo uso, o en su defecto, utilizar aquellos que son hechos con material biodegradable.

Por último, en Estados Unidos se ha **prohibido el uso de los microplásticos en productos de belleza**, un asunto que en nuestro país todavía no se ha legislado.



Lim, X.Z. (2021). Los riesgos de los microplásticos. Investigación y Ciencia, 540, 50-57. <https://www.investigacionyciencia.es/revistas/investigacion-y-ciencia/qu-es-una-particula-840/los-riesgos-de-los-microplasticos-20210>

National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). (2021). What are the microplastics? <https://oceanservice.noaa.gov/facts/microplastics.html>

Resytrans. (2019). Microplásticos en el océano. <https://www.recytrans.com/blog/microplasticos-en-el-océano/>



# LA CIENCIA EN EL CINE

## *La brigada de la cocina*

Horacio Cano Camacho



**Horacio Cano Camacho**, Profesor Investigador del Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología y Jefe del Departamento de Comunicación de la Ciencia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.  
[horacio.cano@umich.mx](mailto:horacio.cano@umich.mx)

**H**oy no tengo muchas ganas de hablar de eventos postapocalípticos, ni de historias demasiado lloradas o dramáticas, sino de algo más ligero. En realidad, así me sentía en días pasados, de manera que me puse a navegar por los canales del streaming en busca de una película ligera, con cierta dosis de drama —es cierto— y mucho humor, puesto que ¿A quién le importa una película donde todos son buenos, todos son felices y viven una vida idílica? Plaf, ¡seguro que a nadie!

En esa búsqueda encontré una cinta francesa llamada *La brigada de la cocina* (Louis-Julien Petit, Francia, 2022), y leyendo un poco sobre su argumento, me pareció indicada para el momento. Entretenirme un rato sin más y, adicionalmente, como trata de una chef, me terminó de convencer, después de todo a mí me gusta cocinar... Y me llevé una grata sorpresa.

En realidad, no es una película que hable especialmente de comida y cómo se prepara, no es un documental. Tiene un punto de ingenuidad, contiene su dosis de lo social y de lo políticamente correcto. Nos retrata de pasada varias de las contradicciones de la sociedad europea (francesa, en este caso) frente a la inmigración; sin embargo, y a pesar de esos temas, es interesante y divertida, sin pretender demasiado.

Cathy es una cocinera perfeccionista y rígida de 40 años, que aspira a tener su propio restaurante donde pueda dar salida a sus impulsos creativos y a su gran habilidad en la cocina. Pero las cosas no salen según lo planeado y, en un mal día, se confronta con su jefa, una chef muy famosa y estrella de televisión. En medio de una grabación, se permite hacerle una observación sobre un plato: un aliño ácido indicado por la chef, que en su experiencia, no realzará el sabor de los vegetales. La estrella se enoja y de manera muy grosera le ordena —todo frente a las cámaras— seguir las instrucciones al pie. Cathy dice aceptar, pero fiel a su idea, modifica el famoso aliño y presenta el plato a los comensales, a su manera.

La chef se entera y le pone un rapapolvo, haciéndole ver que no importa el plato, no importa

que haya quedado mejor o que el cliente esté satisfecho. En realidad no importa la cocina, lo único que vale es que ella es la jefa. Cathy renuncia por dignidad, pero sus cálculos laborales son errados, pues nadie la contratará después de haber enfrentado a la gran estrella de la tele.

Encara, entonces, una triste realidad: nadie la contrata, ya que al parecer los chefs no quieren ser creativos o cocinar bien, lo que desean es ser famosos. Por las serias dificultades económicas que enfrenta, se ve obligada a aceptar un trabajo como cocinera en una casa de acogida de jóvenes inmigrantes: Adolescentes no acompañados que entraron de manera ilegal a Fran-





cia y que están esperando un dictamen que los acoja o los deporte. El albergue languidece, sosteniéndose únicamente por la férrea voluntad de su director y del personal, pero vive de lo mínimo que el sistema les da.

La cocina del albergue es un desastre, latas y latas de raviolos en salsa de tomate. ¿A quién le importa la comida cuando está en riesgo la permanencia de los chicos en Francia? Que coman raviolos, después de todo, es lo único europeo que conocen.

Para Cathy, que es una auténtica chef con habilidades y pasión por cocinar, esto es inaceptable. Los chicos, por marginales que sean, tienen el mismo derecho a comer bien, por lo que con toda su voluntad y su menguado bolsillo, intenta transformar la cocina. Lava los raviolos de lata para expurgar la horrible salsa y los cocina con todo su amor. Esa primera experiencia es desastrosa, es cierto, ya que a nadie parece importarle lo que se come. Adicionalmente, se da cuenta que es una sola persona para servir a 60 adolescentes, por lo que pide ayuda a Sabine, una bonachona auxiliar del albergue, profesora de francés y tutora de los chicos.

Sabine y Cathy pretenden reclutar a tres de los jóvenes para que ayuden en la cocina. Para su sorpresa, llegan muchos que están sin nada que hacer. Se enfrenta entonces a la falta total de habilidades de los chicos, a sus diferencias culturales y a un abismo profundo entre la realidad y los sueños de esos chicos que llegaron a Francia en busca de trabajo, de oportunidades y con una idea ingenua de la *civilizada y culta Europa*.

Sin pensarlo, Cathy transformará la vida de los chicos y ella misma sufrirá un cambio profundo en sus expectativas. Una película bien hecha, emotiva sin ir más allá. Un aspecto que es muy rescatable es que, sin quererlo, plantea una manera de manejar el talento... Y, por supuesto, nos saca el apetito.

Hasta aquí todo parece ir bien, pero ¿Por qué está *La brigada de la cocina* en la sección de cine y ciencia? En apariencia, solo es un divertimento para una tarde aburrida de domingo, pero a mí me permitió reflexionar acerca de otros temas, estos sí, que vinculan a la cocina con la ciencia, además de la situación actual de la profesión de chef.

Vamos a comenzar por el principio. La famosa chef maltrata a Cathy y le impide desarrollar su

creatividad. Podríamos entender la disciplina necesaria en una cocina profesional y la necesidad de gestionar el liderazgo; sin embargo, esta escena, de manera voluntaria o no, plantea un tema muy interesante, y es que muchos cocineros de gran prestigio y éxito se han “rebelado” contra los sistemas de calificación de su trabajo, fundamentalmente contra los índices y las “guías” que determinan el encumbramiento o la caída de los restaurantes y de los cocineros. Estas guías —dicen los rebeldes— en realidad no responden a los gustos de los comensales o al “espíritu” creativo de la cocina, sino a intereses comerciales, al snobismo de estos y a las ganas de figurar, de ser famosos.

La necesidad de ser calificado genera una enorme presión sobre los restaurantes, las empresas y los propios chefs, quienes se ven obligados a seguir tendencias, a abandonar los elementos de la “cocina fuera de moda”, incluso adaptar procesos e ingredientes absurdos con tal de destacar. Las guías famosas, la televisión y las pasarelas, son las que realmente marcan el devenir de la cocina moderna.

Estas guías se dedican a “clasificar la calidad” de los establecimientos. Un sitio calificado con

una, dos o tres estrellas (como en la *Guía Michelin*, la más afamada), tiene asegurada la publicidad, la fama y, desde luego, la demanda de comensales, así como los precios que pide por sus platos; no obstante, fuera de la limpieza, del orden y de la calidad del servicio, ¿se puede clasificar algo tan subjetivo como un plato?

Revisando la página de la mencionada guía, veo que recomienda de manera destacada un restaurante de comida “mexicana” en California. Por la descripción de los platos, los burritos, los tacos y los cocteles, es evidente que esto no es cocina mexicana, ¡ni de lejos! Imagine una quesadilla con aguacate, col morada, queso provolone, crema y chile poblano, ¿en qué lugar de este país se come eso? Uno de los efectos más nocivos de estas guías es la tergiversación y el abandono de la cocina tradicional, y esto es un fenómeno mundial.

Ferran Adrià, uno de los más afamados chefs mundiales y de los principales impulsores de la llamada “cocina moderna”, alerta sobre este hecho. La cocina ha sufrido un proceso de globalización muy evidente y no necesariamente positivo. Si bien, este fenómeno nos ha permitido “probar” platillos de regiones muy inalcanzables, también





ha generado una homogeneización de lo que se come. Si visitamos un centro comercial o un área de cafés, nos encontraremos las mismas franquicias, los mismos nombres y los mismos sabores. Los platillos locales han perdido terreno ante la “modernidad” o la moda. Adrià dice de manera muy contundente que en España se come más guacamole y sushi que los muy diversos platos de la cocina tradicional española.

Es más fácil encontrar libros de cocina molecular o de grandes nombres de chefs, que recopilaciones de la cocina española, y esto entraña un gran peligro: pérdida de la memoria, de la diversidad de ingredientes y de la preparación de alimentos perfectamente integrados a la producción local. Por desgracia, este no es un problema exclusivo de este país, como decíamos, es un fenómeno global.

La cocina es un proceso integrado a la geografía y a la topografía; a la diversidad biológica y climática, todo unido a la producción local de ingredientes. La cocina de temporada es de las más dañadas. En casa, los platillos estaban integrados a los calendarios cívicos, religiosos y, de manera fundamental, a las cosechas. Así se cocinaba el caldo cosechero, el Tata Juan y las gorditas de maíz quebrado a finales de agosto, al final de la cosecha de maíz; la preparación de chorreadas

venía con la cosecha de trigo. La uniformidad de lo que estamos consumiendo está obviando estos calendarios.

Pero la cocina también es un proceso físico y químico sorprendente. El tiñonde de ingredientes y el orden o forma en que se agregan, responden a estos cambios, mismos que han sido observados a lo largo de los siglos de evolución de lo que comemos, con la llegada de nuevos ingredientes y técnicas para extraer y expresar sabores, aromas y texturas. Además, hay otros principios termodinámicos, de la dinámica de fluidos y de la preparación de soluciones y suspensiones involucradas. Esto no significa que el aprendiz de cocina deba convertirse en un doctor en física o química para desarrollar su arte, aunque los procedimientos y trucos culinarios pueden ser explicados científicamente y no vendría mal sumergirnos un poco en la teoría con la finalidad de entender y mejorar nuestras prácticas.

Sí, cocinar es un asunto de práctica, de prueba, de compartir experiencias, de experimentar y de arriesgar. Y esta práctica, que va evolucionando con la humanidad, puede ponerse en riesgo ante la globalización culinaria y las modas. En ello pensaba mientras veía *La brigada de la cocina*, un buen pretexto para que hagan su propia reflexión. Se las recomiendo.

# NATUGRAFÍA

## Alacrán

\* Miguel Gerardo Ochoa Tovar



Los alacranes son artrópodos muy antiguos, se calcula que existen en nuestro planeta desde hace 400 millones de años. Existen cerca de 1500 especies diferentes y solamente en México habitan alrededor de 221 especies. No todos los alacranes son peligrosos para los humanos. En México existen 8 especies de interés médico. Sin embargo, todos los alacranes contribuyen en el control de plagas potenciales.

# INFOGRAFÍA

## Quehacer Científico Nicolaíta



### Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

#HumanistaPorSiempre

# 31 Tianguis de la Ciencia

**Viernes 21 de abril 8:00 a 16:00**  
**Sábado 22 de abril 10:00 a 17:00**

**Ciudad Universitaria Entrada Libre**

Los días 21 y 22 de abril se llevó a cabo en los pasillos de Ciudad Universitaria el Tianguis de la Ciencia, actividad organizada por el Departamento de Comunicación de la Ciencia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Este es un evento de divulgación del conocimiento de ciencia, tecnología y humanidades que ofrecen estudiantes, profesores e investigadores de su propio quehacer en la docencia y en la investigación científica, y quienes utilizan sus propias colecciones, inventos, tecnologías, así como los materiales y equipos de sus laboratorios de enseñanza y práctica, para presentar experimentos y juegos que atrae a todo tipo de público.

Además de presentarse talleres con temas de todas las áreas de la ciencia —tales como físico-matemáticas, ciencias de la tierra, biología, química, medicina y salud, humanidades y ciencias de la conducta, ciencias sociales y económicas, biotecnología y ciencias agropecuarias, ingenierías y un área de preescolar—, también se tuvo un programa muy

completo con actividades artísticas y culturales que se realizaron en diversos puntos de Ciudad Universitaria, como la presentación de grupos de música, danza y exposición de fotografías de naturaleza.

Este año se presentaron alrededor de 400 talleres de exposición, con más de dos mil actividades, donde participaron más de cuatro mil talleristas entre docentes, investigadore(a)s y estudiantes que contaron con el apoyo de 150 personas en la logística del evento, no solo de nuestra Universidad, sino de otras instituciones como la Universidad Nacional Autónoma de México, campus Morelia, de la Comisión Estatal de Agua y Gestión de Cuencas, de la Comisión Nacional Forestal, del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, del Centro de Investigaciones Biomédicas del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), del Instituto Nacional de Ecología, del Centro de Integración Juvenil de Morelia, de la Policía Municipal de Morelia, del Grupo Guacamayas Calentanas, entre otros.

