

sabermás

Revista de Divulgación

de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

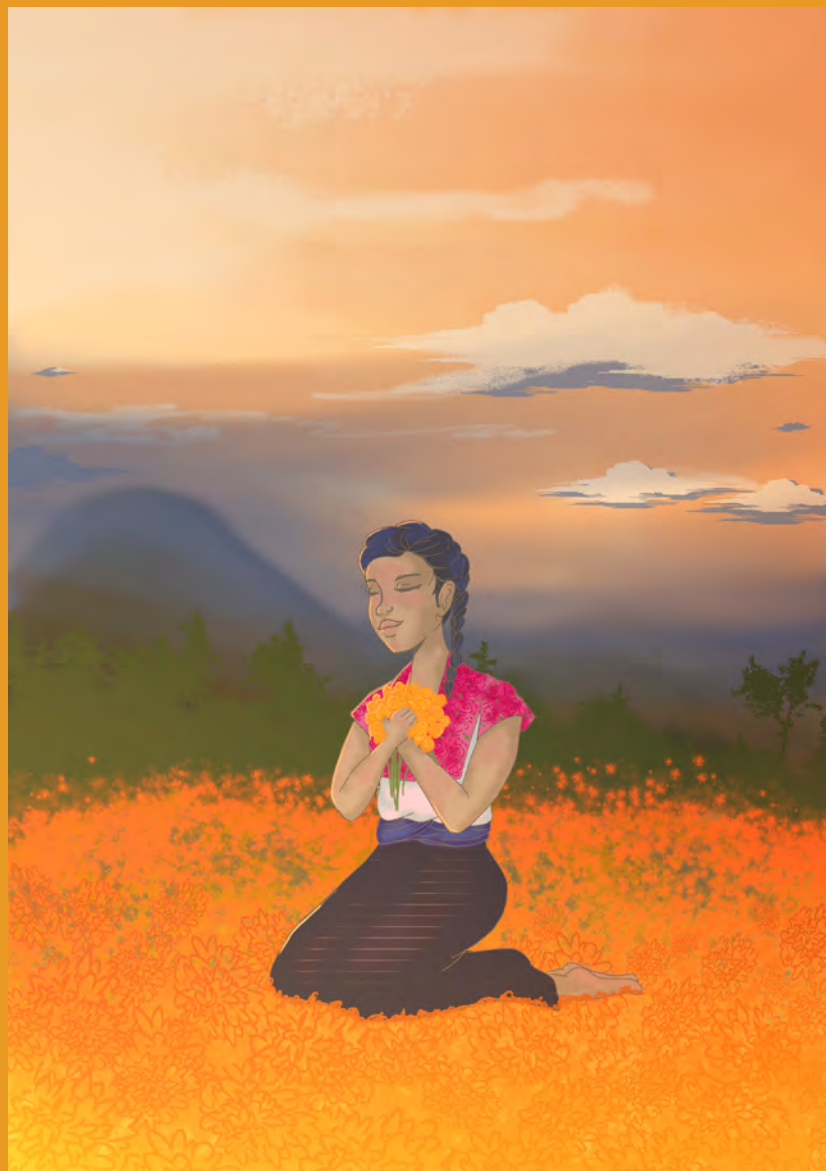


Año 11 / No. 61 enero - febrero/ 2022
Morelia, Michoacán, México
U.M.S.N.H.



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

CONTENIDO



Isabel Padilla García, artista digital
Estudiante de Artes Visuales
Facultad popular de Bellas Artes UMSNH
INSTAGRAM: mercuri4l.art

Cempoalxóchitl: La flor subestimada en México **34**

ARTÍCULOS	Anfibios estresados en un mundo antropizado	14
	El trips del chile: Insecto invasor que afecta los cultivos de berries en México	18
	Los fósiles de hongos también cuentan una historia fascinante	22
	Microbiota intestinal: Su relación con las enfermedades	26
	Las superbacterias: La realidad supera la ficción	30
	Las Rubiáceas mexicanas y sus polinizadores	44
	Utricularia, una planta planctívora	48
	La pitaya: Un fruto colorido, sabroso y nutritivo	52
	El futuro de la ingeniería genética y sus implicaciones éticas	56
	¡Alucinógenos en nuestros bosques! Hongos <i>Psilocybe</i>	61
	Tecnologías computacionales para la prevención del suicidio	65



14



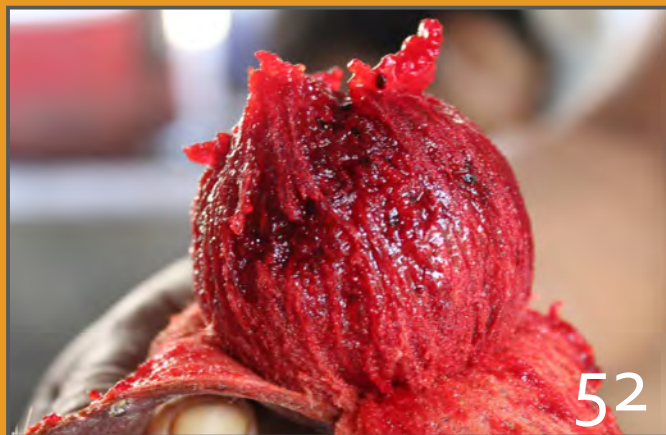
22



30



44



52



61

ENTÉRATE

Saber Más: Diez años divulgando ciencia 6

Ciencia Nicolaita y Dicere: Nueva etapa en publicaciones científicas de la UMSNH 7

Fotografía científica: Fotografías ganadoras en el foro de posgrado de la UMSNH 8

TECNOLOGÍA

Bacterias: Alternativa para el uso de agroquímicos 69

UNA PROBADA DE CIENCIA

¿A qué huele lo que huele? 73

CIENCIA EN POCAS PALABRAS

Macronutrientes en nuestros alimentos: ¿Qué son y cuál es su importancia? 77

LA CIENCIA EN EL CINE

Mar de la tranquilidad 82

EXPERIMENTA

Sin tocar ¡Levanta un cubo de hielo con un hilo! 87

INFOGRAFÍA

Ruy Pérez Tamayo 88



Entrevista a Dr. Pedro Corona Chávez y Dr. Fabián Herrera León

Profesores - Investigadores en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

9

DIRECTORIO



Rector

Dr. Raúl Cárdenas Navarro

Secretario General

Mtro. Pedro Mata Vázquez

Secretario Académico

Dr. Orépani García Rodríguez

Secretaría Administrativa

ME en MF Silvia Hernández Capi

Secretario de Difusión Cultural

Dr. Héctor Pérez Pintor

Secretario Auxiliar

Dr. Juan Carlos Gómez Revuelta

Abogado General

Lic. Luis Fernando Rodríguez Vera

Tesorero

Dr. Rodrigo Gómez Monge

Coordinador de la Investigación Científica

Dr. Marco Antonio Landavazo Arias

SABER MÁS REVISTA DE DIVULGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO, Año 11, No. 61, enero - febrero, 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, 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, 21 de febrero de 2022.

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. Marco Antonio Landavazo Arias
Instituto de Investigaciones Históricas, 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
Dirección de Investigación, Universidad de Morelia,
Morelia, Michoacán. México

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

Con este número, celebramos 10 años de la publicación de *Saber Más*, que aunque se dice fácil, es una ardua labor de trabajo editorial que realizamos para ti, para ofrecerte cada dos meses un nuevo número con artículos de divulgación científica, entrevistas, notas de ciencia, infografías, experimentos y propuestas para leer libros, así como para ver series o películas con temas de ciencia. Te agradecemos por ser parte de nuestro(a) s lector(a)s, pero también a todo(a)s los que colaboran con el envío de sus artículos, que por cierto, hasta hoy hemos publicado 61 números y un número especial sobre COVID-19, con un total de 456 artículos. Desde el número 58, se publican 12 artículos por número, con el propósito de acelerar el tiempo de publicación de estos, ya que en promedio recibimos 10 artículos cada mes, unos 120 por año.

En este número, como todos los anteriores, podrás leer sobre anfibios, insectos, hongos, bacterias y plantas, así como temas de ingeniería genética, de técnicas computacionales para prevención del suicidio y de los alimentos como fuente primordial de nutrientes. El artículo de portada trata sobre el cempoalxóchitl, una flor simbólica de la festividad del día de muertos en nuestro país, en el que los autores nos exponen que su potencial en varios sentidos, está subestimado en México. Además, te invitamos a leer un grupo de tres artículos sobre plantas excepcionales, como las rubiáceas, una planctívora y una cactácea.

En la sección Entérate tenemos tres notas que nos hablan de los diez años de *Saber Más*, de la nueva era digital para la revistas *Ciencia Nicolaita* y *Dicere*, ambas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), y de tres fotografías ganadoras en el concurso de fotografía científica, premiadas en el 12º. Foro de Posgrado de la UMSNH. En la Entrevista, te presentamos a dos investigadores de la UMSNH, los doctores Pedro Corona Chávez y Fabián Herrera León, editores de *Ciencia Nicolaita* y *Dicere*, respectivamente, quienes nos hablan de esta dos revistas, ambas en formato digital.

En la sección Tecnología, el artículo describe el uso de las bacterias en la agricultura y en la Ciencia en Pocas Palabras podrás saber más de los nutrientes importantes de nuestros alimentos. La propuesta en las secciones Una Probada de Ciencia y La Ciencia en el Cine, son el libro "La cocina y los alimentos" y la serie "El Mar de la tranquilidad", ambos con temática científica. También te mostramos en Experimenta cómo con un hilo puedes levantar un cubo de hielo, y esta vez la Infografía está dedicada a Ruy Pérez Tamayo, un mexicano investigador y divulgador de la ciencia.

Les invitamos a seguir leyendo y publicando artículos en *Saber Más*, así como compartir con sus colegas, amistades, familiares, pero sobre todo con estudiantes de cualquier nivel, y ser parte de este proyecto de divulgación de la ciencia. Espera cada dos meses un nuevo número de *Saber Más*.

Dr. Rafael Salgado Garciglia
Director Editorial



ENTÉRATE

Saber Más: Diez años divulgando ciencia



Hace diez años, el 12 de enero de 2012, se publicó desde la Coordinación de la Investigación Científica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, el primer número de *Saber Más. Revista de Divulgación*, en formato digital y con una periodicidad bimestral. Los primeros 12 números constaban de cinco artículos —considerado uno de ellos como la portada de la revista— y de las secciones Entrevista, Entérate, Tecnología, Una probada de ciencia, La ciencia en pocas palabras y Experimenta. A partir del número 13 se adicionó la sección La ciencia en el cine y en el número 38 se incorporó el Mundo de Áyame, que después se cambió a la Ilustración científica, con la publicación de infografías.

Debido al alto número de artículos que se reciben —en promedio 12 por mes enviados por investigadores, científicos y estudiantes de licenciatura y posgrado de diversas instituciones de nuestro país—, la cantidad de artículos ha ido aumentando, de allí que a partir del número 16 pasaron a seis, en el número 41 a nueve, en el 54 se comenzaron a publicar 10 artículos y desde el número 58 pasaron a ser 12, lo que significa que en el año 2021 se publicaron 66 artículos en los seis números.

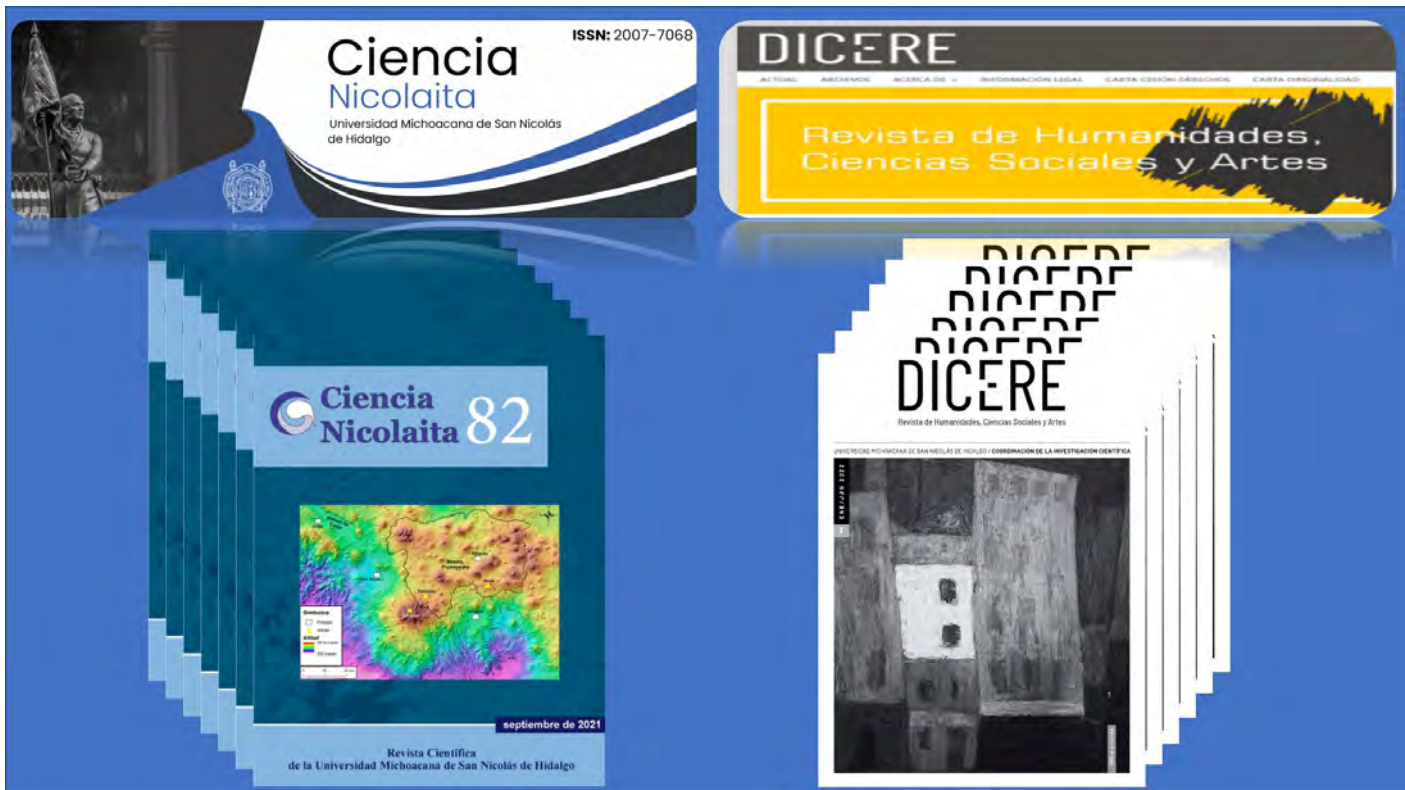
Saber Más ha ido cambiando principalmente para satisfacer a nuestros miles de lectores, no solo de México, sino de otros países como Colombia,

Argentina, sur de Estados Unidos de América y España. Con el propósito de incorporar otros recursos más atractivos e interesantes para nuestros lectores, *Saber Más* es ahora parte del proyecto Saber Más Media, que implica la presencia en redes sociales (Facebook) y la preparación de contenidos multimedia con cápsulas, entrevistas y videos científicos (YouTube). Además, tenemos el programa Saber Más Radio, que se transmite dos veces por semana en el Sistema Michoacano de Radio y Televisión, y en Radio Nicolaita. Debido a este trabajo, la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), otorgó a *Saber Más* el Premio ANUIES-TIC 2019 en la categoría «Transformación de las prácticas educativas mediante las TIC». *Saber Más* cuenta con más de tres millones de visitas al año en casi todos los países de Iberoamérica, pero también de China, India y algunos países de Europa, además de España. Actualmente, *Saber Más* aparece en índices como latindex, Redib, Dialnet y en 2017 fue aceptada por el CONACyT.

Con el número 61, *Saber Más* continúa ofreciendo una mejora en sus contenidos, una mayor diversidad temática, siempre para saber más del mundo de la ciencia y continuar con el objetivo principal de nuestra revista: contribuir en la formación y consolidación de una cultura científica en la sociedad mexicana.

ENTÉRATE

Ciencia Nicolaita y Dicere: Nueva etapa en publicaciones científicas de la UMSNH



El titular de la Coordinación de la Investigación Científica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), Dr. Marco Antonio Landavazo Arias, dio a conocer una nueva etapa en las publicaciones de ciencia, gracias a la renovación de la revista *Ciencia Nicolaita* y la creación de *Dicere. Revista de Humanidades, Ciencias Sociales y Artes*.

La primera fue creada en 1992 y desde el 2005 se publica en formato digital, con artículos científicos de todas las disciplinas; sin embargo, en esta nueva etapa se enfocará en artículos de ciencia y tecnología, y su publicación se hará en forma cuatrimestral. El primer número de esta renovada revista, se publicó en septiembre de 2021 y consta de nueve artículos de temas de geofísica, peligros naturales y medio ambiente. Al frente de *Ciencia Nicolaita* se encuentra el Dr. Marco Antonio Landavazo Arias como director y el Dr. Pedro Corona Chávez como editor, ambos se apoyan con un Comité Editorial conformado por investigadores nicolaitas y de instituciones nacionales e internacionales. Para consultar esta revista deben ingresar a <https://www.cic.cn.umich.mx/cn>, misma liga web en la que pueden realizar los envíos de los artículos para su evaluación.

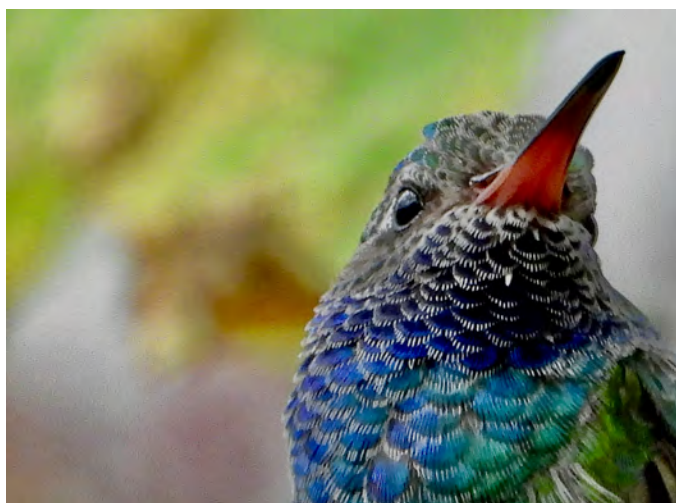
Por otra parte, *Dicere* es una revista de nueva creación, aprobada recientemente por el Consejo Editorial de la UMSNH, que publicará artículos del área de humanidades, ciencias sociales y arte, con dos números por año. El primer número, publicado en enero, cuenta con ocho artículos que pueden leer y descargar al ingresar en <https://publicaciones.umich.mx/revistas/dicere/ojs/>, y en la que encontrarán el acceso para el envío de artículos. El encargado de dirigir esta revista es el Dr. Fabián Herrera León como editor, apoyado por un Comité Editorial conformado por investigadores nicolaitas, especialistas en el área de humanidades, ciencias sociales y arte, así como de un Consejo Asesor Internacional.

Ambas revistas se presentan exclusivamente en formato digital y cuentan con una plataforma OJS (Open Journal System) para la recepción de artículos, los cuales serán evaluados bajo el esquema «doble ciego» que garantiza la calidad de contenidos y la pertinencia académica. Es importante mencionar que la recepción de propuestas de colaboración es permanente en los sitios OJS.

Con estas revistas científicas, la UMSNH pretende posicionarse a nivel nacional e internacional con publicaciones de artículos de ciencia, tecnología, innovación, humanidades y arte.

ENTÉRATE

Fotografía científica: Fotografías ganadoras en el foro de posgrado de la UMSNH



1er. Lugar



2do. Lugar



3er. Lugar

Los eventos de fotografía científica también son un instrumento de divulgación de la ciencia y se realizan muchas veces en simposios, congresos y foros de ciencia. En la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, cada año se realiza el Foro Académico del Posgrado en Ciencias Biológicas y Agropecuarias, en el que estudiantes y profesores del Programa Institucional de Maestría y de Doctorado en Ciencias Biológicas, así como de la Maestría en Ciencias en Ecología Integrativa de las diferentes dependencias involucradas en los programas (Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Instituto de Investigaciones Sobre los Recursos Naturales, Instituto de Investigaciones Químico Biológicas, Facultad de Biología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Facultad de Químico Farmacobiología y la Facultad de Agrobiología «Presidente Juárez»), participan con la presentación de ponencias y carteles, o asistiendo a las conferencias magistrales impartidas por investigadores nacionales o internacionales.

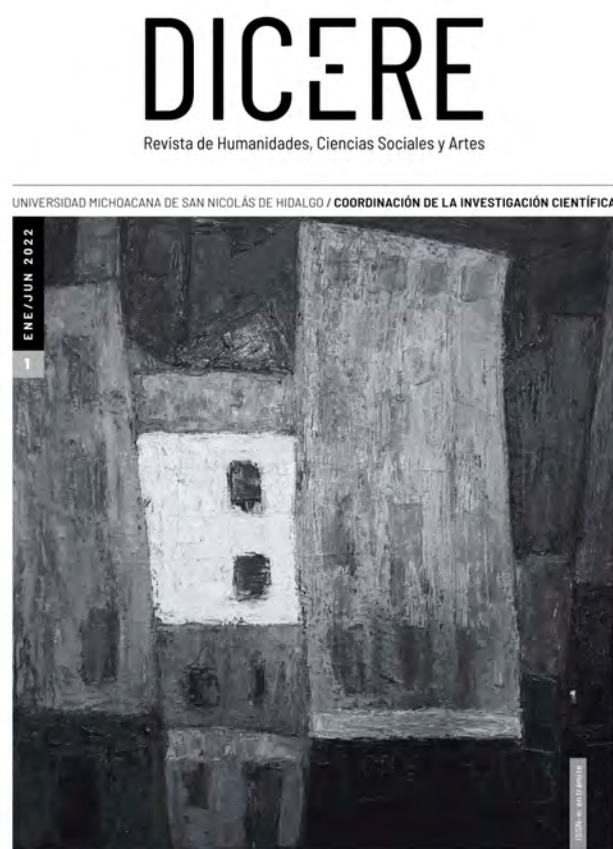
En el 12º Foro Académico del Posgrado en Ciencias Biológicas y Agropecuarias, realizado los días 8, 9 y 10 de diciembre del pasado año (2021), se presentaron fotografías científicas que cumplieron los requisitos de la convocatoria y de las que se eligieron las tres mejores por considerarse originales, propias, inéditas y de una alta calidad fotográfica. El primer lugar fue para la fotografía «Madurando», un juvenil del colibrí (*Cyananthus latirostris*), del Dr. Luis Felipe Mendoza Cuenca; el segundo lugar fue para la fotografía «Reto contra la extinción», un nido artificial en el santuario de las guacamayas (Cabo Corrientes, Jalisco), de la estudiante Selene Asiul Barba Bedolla; mientras que el tercer lugar lo obtuvo la fotografía «*Caesalpinia pulcherrima*» (bigotillo), una planta del bosques tropical, del estudiante Christian Daniel Morán Titla.

En la contraportada de este número de *Saber Más*, está publicada la fotografía ganadora.

ENTREVISTA

Dr. Pedro Corona Chávez y Dr. Fabián Herrera León

Por: Horacio Cano Camacho



La ciencia —más que cualquier otra rama del quehacer humano— depende de la información, y esta circula en las comunidades científicas y académicas a ritmos cada vez más acelerados, generando una gran presión en ellas.

La capacidad de «gestionar» esta información, en gran medida determina el éxito de cualquier investigación. En el mundo, a diario se publican miles de documentos con información científica, humanística, técnica, resultados de investigaciones, análisis de fenómenos, nuevos problemas, etc., en definitiva, miles o tal vez millones de páginas con información de cómo orientarse en este mundo y cómo aprovecharlo.

Hay una competencia terrible entre las publicaciones académicas, con miles de ellas circulando, luchando por un espacio, por mantenerlo o llegar a él, incluso por momentos, podemos sentir que hay demasiadas.

Aun así, seguimos teniendo noticias de nuevos espacios que incentivan y publican la producción académica. En este sentido, nos encontramos con los editores de dos proyectos de comunicación científica y humanística de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, el Dr. Pedro Corona Chávez, editor de la revista *Ciencia Nicolaita* y el Dr. Fabián Herrera León, editor de la revista *Dicere*. Gracias por esta entrevista.

¿Por qué una nueva revista, si pensamos en un ambiente en el que las revistas universitarias parecerían estar en retirada frente a las publicaciones de grupos editoriales y empresas muy poderosas?

Fabián Herrera (FH). Muy interesante pregunta, busca revelar todas nuestras intenciones. Lo que pensamos, en primer lugar, era fortalecer *Ciencia Nicolaita* mediante un perfil mejor definido frente

a las ciencias que podemos llamar duras; y esta ha sido también la oportunidad para dar origen a la revista *Dicere*, pensada para humanidades, ciencias sociales y artes, y que aprovecha todo el aprendizaje editorial de la CIC [Coordinación de la Investigación Científica] a fin de contar desde el origen con una publicación prometedora y con una marcada calidad. De esta manera somos pertinentes, pues todo ha sido proyectado para tener un buen principio y un crecimiento deseable en un mediano plazo.

Pedro Corona (PC). Sin embargo, considero que una nueva revista nunca busca sustituir ni desplazar a ninguna otra. Es siempre bienvenida una nueva propuesta que busque provocar la participación de los creadores de conocimiento, al mismo tiempo que generar nuevos espacios para el debate de ideas.

La Universidad Michoacana tiene una larga tradición de publicaciones académicas; sin embargo, la vida de la mayoría ha sido breve y coyuntural.

¿Cómo asu-



men el reto de que estas dos, en una nueva época, trasciendan la coyuntura actual?

FH. Todo tiene que ver con los compromisos que, en el caso de *Dicere*, se han asumido desde su proyección con el medio académico y de investigación de nuestra universidad, lo mismo frente al Consejo Editorial que frente a los consejeros que respaldan la publicación y quienes figuran como primeros autores. Todos desean el desarrollo sostenido de *Dicere* y esto tenemos que cuidarlo, naturalmente.

PC. Es verdad que la Universidad Michoacana tiene una larga tradición en publicaciones académicas. En este sentido, diría que se debe aceptar que el reto es justo continuar dicha tradición. Nos toca aquí y ahora a nosotros lograrlo ¿Cómo asumirlo? Diría que considerando que los medios para realizarlo y difundirlo son muy diferentes; claro, me refiero al alto potencial de los medios electrónicos, a las redes sociales. Actualmente hay mucha información «de paja» o superficial en las redes sociales, entonces el reto ahora consiste, además de continuar con la tradición de generar publicaciones en papel, en revertir el alud de «desinformación» que prevalece en los medios electrónicos, generando información consistente, que pueda estar en línea y cubra mensajes y comunicaciones de ciencia, y en general académicas.

Ambas revistas surgen de un proyecto común, preexistente. ¿Por qué se decidió separarlas y cuál será el «nicho» que van a ocupar?

PC. En realidad la propuesta de separar las revistas en dos grandes áreas de conocimiento, la hizo el coordinador de la Coordinación de la Investigación Científica, el Dr. Marco Landavazo. Sin embargo, esta idea parte de un aspecto que muchos habíamos ya notado acerca de la revista *Ciencia Nicolaita*, en el sentido de ser muy genérica y cómo, poco a poco, fue perdiendo el sentido original para la cual había sido creada hace 35 años con el *Boletín de la Coordinación de la Investigación Científica*. Incluso, podría decir que también había ido creciendo un cierto desinterés y desdén por parte de los mismos académicos de la propia Universidad Michoacana.

FH. Pienso que ambas publicaciones habrán de reflejarse como dos importantes corrientes de investigación y pensamiento, de modo tal que pueda crearse una sinergia muy positiva conforme se vayan tendiendo puentes de colaboración y mejor comprensión de la labor compartida que llevamos a cabo en esta universidad como docentes, investigadores y colegas con inquietudes comparables. Quiero decir, por poner un ejemplo, que la colaboración con Pedro desde el año pasado ha sido muy positiva y de aprendizaje para mí, y me alegro por ello.

Ciencia Nicolaita es el esfuerzo más grande y duradero de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo para la comunicación de los resultados de la investigación científica, las ciencias sociales y las humanidades; sin embargo, mostraba todos los problemas de las revistas universitarias, en particular las de América Latina. ¿Cuál será su «sello» ahora y qué la distinguirá de su predecesora?

PC. Sin duda, este punto que mencionas es crucial. Cualquier revista científica hoy compite con los monopolios de las revistas comerciales, de lucro, en donde se publica y vende la obra intelectual sin pagar un centavo por los derechos de autor. Es más, de manera silenciosa se han vuelto dueños del patrimonio intelectual de las universidades en todo el mundo. Su crecimiento se debe, sin duda, a una gran capacidad de distribución y manejo de revisión con rigor por pares académicos que, dicho sea de paso, hacemos gratis para estas revistas. Sin embargo, han crecido porque logran acaparar el gusto e interés de los investigadores, pues se ha asumido como un único instrumento meritocrático para legitimar la ciencia. Este hecho es muy peligroso y siempre lo he dicho, adoptar un «único sistema» de evaluación, es cuando menos controversial y las consecuencias, sin duda, no son visibles para todos, las veremos a futuro y, a la postre, ojalá no haya que lamentar la entrega de nuestro trabajo a las revistas comerciales para entender el sentido real del quehacer de un investigador o científico universitario.

Bueno, pero aunque esto es el origen del reto para cualquier revista institucional, sería motivo de otra charla. Regresando a la revista *Ciencia Nicolai-*



ta,
des-
de el
año pasa-
do he-
mos lanzado la
propuesta para
que publique artículos
de educación, reseñas, pero sobre todo, su eje
transversal consiste en proponer números mono-
gráficos o temáticos. Me explico. La idea es que
ahora el equipo editorial, que está constituido por
editores de sección de todas las áreas de ciencia e
ingeniería, se encargue de convocar, dirigir y asu-
mir la publicación de temas de sus propias áreas
de conocimiento que consideren relevantes. Por
ejemplo, en septiembre del año pasado se publicó
un número especial llamado «Geofísica, peligros
naturales y medio ambiente», un tema de Cien-
cias de la Tierra; el tema del volumen es, hoy por
hoy, trascendente. La respuesta fue muy buena y
se recibieron seis contribuciones de alta calidad, las
cuales fueron publicadas con otros artículos, ya que
la recepción de otras contribuciones se maneja, es
decir, se reciben para ser publicadas con los artícu-
los del volumen especial.

FH. *Dicere* también busca una identidad, y qué mejor que sea la de los universitarios que actualmente dan vida y pertinencia a la investigación y a la colaboración desde la Universidad Michoacana, desde la universidad pública.

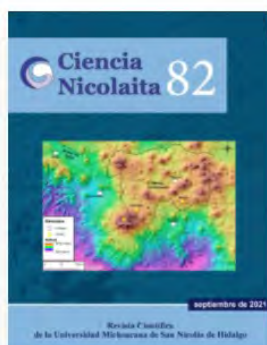
Comentaba que hay un fenómeno de alta concentración de las publicaciones académicas. Las editadas, publicadas y comercializadas por grupos y compañías editoriales que cuentan con todo el respaldo financiero y la instalación de la cadena editorial completa, van ganando claramente el terreno, mientras que las editadas y publicadas por instituciones públicas, como universidades y centros de investigación, parecen estar «en retirada». ¿Cómo ven ustedes este fenómeno y qué importancia tiene el sostener el esfuerzo de publicaciones de trabajos científicos en las universidades?

FH. Las revistas de calidad y de libre acceso en el caso de las humanidades, las ciencias sociales y las artes, pueden apreciarse como más ventajosas que las restrictivas en tanto que favorecen la circulación pertinente en tiempo y forma del conocimiento; además, corresponde a la naturaleza de una universidad pública en la que trabajamos y que con nuestra labor procuramos planos libres de diferencias, accesibles y plurales. Así que nuestras publicaciones, al no otorgar un valor injusto a la capacidad material de pago —sea para publicar o para leer—, ya que han sido creadas con fondos públicos

orgullosamente destinados por los mexicanos a su universidad pública, llevan en definitiva una ventaja y portan una bandera que consideramos muy adecuada en nuestra época.

PC. Creo que esta pregunta la he respondido en parte antes, me anticipé un poco, pero agregaría que el desafío de cualquier revista universitaria pareciera ser el competir con los monopolios de revistas comerciales; sin embargo, no es así, se tiene un punto de fuerza que se ha olvidado. Me refiero a la experiencia del día a día que cualquier universitario logra al tener un contacto directo con los estudiantes; ellos son al mismo tiempo, grandes receptores y generadores del conocimiento, por lo que sin lugar a duda se tiene la oportunidad de impulsar publicaciones que favorezcan la enseñanza, no solo desde grandes resultados y debates científicos, sino también generando materiales didácticos, pedagógicos y, naturalmente, desarrollando la otra gran vertiente: la difusión o socialización del conocimiento científico.

Luego de sus respuestas anteriores, quisiera terminar esta entrevista con una pregunta un tanto extraña. ¿Cómo invitarían a los académi-



Número completo

Volumen especial “Geofísica, peligros naturales y medio ambiente”

Ana Teresa Mendoza Rosas y Ricardo Vázquez Rosas
Editores invitados

Más

ACTUAL ARCHIVOS ACERCA DE INFORMACIÓN LEGAL CARTA CESIÓN DERECHOS
Q BUSCAR

CARTA ORIGINALIDAD

Revista de Humanidades, Ciencias Sociales y Artes

NÚMERO ACTUAL

Núm. 1 (2022)



DICERE - Revista de Humanidades, Ciencias Sociales y Artes

Es una publicación académica en formato electrónico, especializada en humanidades, ciencias sociales y artes. Su edición semestral es responsabilidad de la Coordinación de la Investigación Científica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, con el propósito de incentivar la producción académica científica en estas áreas distintivas de nuestra universidad.

Los textos enviados a *Dicere* son sometidos a un procedimiento de evaluación doble ciego que garantiza la calidad de contenidos y la pertinencia académica. La recepción de propuestas de colaboración es permanente en el sitio OJS de la revista.

Portada: Óleo sin título y sin autor, cortesía de la familia Álvarez Fraile, Madrid, España

Diseño editorial y formación: Itzel Álvarez

PUBLICADO: 20-01-2022

PALABRAS CLAVE



ENVIAR UN ARTÍCULO

NÚMERO ACTUAL

OTDR 3.0

PSE 5.0

PSE 1.0

IDIOMA

[Español \(España\)](#)

[English](#)

cos, dentro y fuera de la Universidad Michoacana, a publicar en sus revistas? ¿Por qué deberían hacerlo (porque yo estoy convencido que deben hacerlo)?

FH. Porque *Dicere* se trata de un proyecto nuestro, de la universidad que representamos en la actualidad, además de lo satisfactorio que es ver publicada una colaboración valiosa en el tiempo y forma deseados. Invito de una manera muy amistosa a nuestra comunidad a ocupar las primeras páginas de esta nueva revista de alta calidad y de enorme valor para la academia nicolaita.

PC. De ninguna manera encuentro extraña tu pregunta. Además de las ideas y razones que se han dicho aquí, que sin duda merecerían una discusión abierta para tratar de comprender todos los significados y esencia de una revista universitaria, yo rescataría que la tradición de las publicaciones académicas representa el dejar memoria de un

patrimonio del conocimiento que tenemos, que debe ser activo y dinámico. Sin duda, publicar en una revista universitaria no solo representa el poder comunicar, mostrar lo que hacemos, sino también dejar memoria de nuestro andar en la Universidad Michoacana.

¿Desean agregar algo más?

PC. Agradecerte el espacio que como siempre nos ofrece el Departamento de Comunicación de la Ciencia, e invitar a los lectores de *Saber Más* a correr la voz a los colegas y estudiantes de estos cambios y nuevas propuestas para las revistas de la Coordinación de la Investigación Científica de la Universidad Michoacana.

FH. Nada. Muchas gracias por la entrevista.

ARTÍCULO

Anfibios estresados en un mundo antropizado

Yurixhi Maldonado-López y Pablo Cuevas Reyes



Yurixhi Maldonado-López. Cátedras Conacyt-Inirena, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

yurixhi.maldonado@umich.mx

Pablo Cuevas Reyes. Investigador en el Laboratorio de Ecología de Interacciones Bióticas, Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

pablo.cuevas@umich.mx

Dependiendo de nuestras actividades y de las características de nuestro entorno, podemos llegar a sentirnos estresados de vez en cuando. El estrés es la forma y/o mecanismo por el cual el cerebro y el cuerpo responden a cualquier factor adverso. La Organización Mundial de la Salud (OMS) define el **estrés** como el conjunto de reacciones fisiológicas que preparan al organismo para la acción en **respuesta a un estímulo adverso**. El propósito de todas estas funciones es la supervivencia, pero el estrés también puede afectar la salud de muchos organismos. Los humanos no somos los únicos seres vivos que nos estresamos, ya

que esta respuesta es común en algunos grupos de invertebrados y en todos los vertebrados. **Los animales silvestres también sufren de estrés**, ya sea por causas naturales o antropogénicas, y es que el cambio climático global —resultado de la pérdida y perturbación de los hábitats naturales— lleva a que se produzcan alteraciones abruptas en los ecosistemas naturales.

El estrés en los anfibios

Los anfibios son un grupo especialmente susceptibles al estrés ambiental debido a que su piel —que es semipermeable— está desprotegida y expuesta al ambiente, ya que viven entre la tierra y el agua, hábitats que han sido altamente degradados por actividades humanas. Esto los ha llevado a ser de los animales más amenazados en el mundo con el 41 % de sus especies en peligro de extinción.

El cambio climático es un factor de estrés que afecta en gran medida a los **anfibios**, ya que son muy **sensibles a las altas temperaturas**. La pérdida de sus hábitats por deforestación, urbanización y el cambio de uso de suelo para agricultura y ganadería, ha provocado la pérdida de los cuerpos de agua, desecación de humedales y arroyos, contaminación de agua y suelo por plaguicidas, fertilizan-

tes y aumento de la radiación ultravioleta, factores que dañan la piel de los anfibios. Asimismo, la introducción de especies exóticas aumenta el riesgo de depredación y la infección por patógenos emergentes.

Todo comienza con las hormonas

Sin importar la fuente de estrés, los anfibios reaccionan con respuestas que son reguladas por su cerebro, activando la producción de hormonas llamadas glucocorticoides, principalmente la **corticosterona**. La corticosterona responde rápidamente ayudando a los anfibios a reducir o evitar el impacto negativo del estrés ambiental; sin embargo, cuando el estrés se mantiene durante mucho tiempo, se vuelve crónico y la respuesta que en un principio fue positiva se vuelve nociva, teniendo graves consecuencias como la aparición de úlceras, afectación en el sistema inmune, crecimiento y reproducción. **La corticosterona en los anfibios se puede medir en muestras de sangre y orina**. En el caso de la muestra de sangre, esta se recolecta fácilmente de la cola con una aguja o haciendo un ligero raspado y se mide en el laboratorio mediante distintas técnicas.



Ambystoma dumerilii, especie en peligro crítico de extinción. Fotografía: Berenice Ramírez López.

El estrés ambiental también oxida

Si el estrés ambiental es crónico, provoca que el metabolismo se acelere, lo que implica la sobreproducción de especies reactivas de oxígeno, que son moléculas altamente tóxicas que dañan a las células oxidando los lípidos y proteínas que constituyen las células. La forma más letal del **estrés oxidativo** ocurre cuando las especies reactivas de oxígeno **atacan al ADN** (ácido desoxirribonucleico), oxidándolo, produciendo mutaciones y la muerte del anfibio. Por ejemplo, la salamandra ajolote (*Ambystoma mexicanum*) que es una especie endémica en México y en peligro crítico de extinción, está frecuentemente expuesta a los sedimentos lacustres contaminados del lago de Xochimilco, lo que le provoca la oxidación de los lípidos que afectan directamente las membranas de sus células.

Entre más estresado más riesgo de infección

Los anfibios estresados tiene más riesgo de enfermarse debido a una disminución en su capacidad de defenderse contra patógenos como *Batrachochytrium dendrobatidis*, causante de la quitridiomicosis, un hongo que amenaza las poblaciones de anfibios a nivel mundial, o *Aeromonas hydrophila*,

causante del síndrome de la «pata roja», una de las enfermedades más contagiosas y mortales en anfibios. También se vuelven más susceptibles a infectarse por parásitos como *Ribeiroia ondatrae*, causante de malformaciones en las extremidades.

El principal componente del sistema inmune de los anfibios está conformado por los leucocitos, que son las células blancas de la sangre. **Los anfibios tienen cinco tipos de leucocitos:** heterófilos, eosinófilos, basófilos, linfocitos y monocitos. **El aumento o disminución de alguno de ellos, refleja la presencia de enfermedades y expresa el grado de estrés al cual está sometido.** Por ejemplo, cuando están estresados se incrementa la cantidad de neutrófilos, que son células que responden al estrés ambiental y disminuyen la cantidad de linfocitos, células que modulan el sistema inmunológico. Por lo tanto, en los anfibios, el nivel de estrés en frotis de sangre se puede medir como la proporción de neutrófilos a linfocitos (N/L), así como el recuento total de glóbulos blancos. Otro ejemplo es la salamandra de montaña (*Ambystoma ordinarium*), presente en arroyos muy perturbados, las cuales muestran altos niveles de estrés y de infección por parásitos que deterioran su estado de salud.



Ambystoma mexicanum albino en cautiverio.

Tomada de: <https://www.fanmascotas.com/ajolote-mexicanum-axolote/>

Anfibios asimétricos

El estrés ambiental en los anfibios también provoca **inestabilidad en sus patrones de desarrollo**, esto quiere decir que el organismo pierde la capacidad de reducir o amortiguar los errores que se producen durante su desarrollo. Como consecuencia, el anfibio no presenta el fenotipo o la morfología ideal, sino que muestra anormalidades en su forma. Una manera de analizarlo es a través de la **asimetría fluctuante** que mide precisamente estas desviaciones que ocurren entre el lado izquierdo y derecho de rasgos bilateralmente simétricos de un organismo, como el abdomen o la cabeza de los anfibios. Se han reportado altos valores de asimetría fluctuante en anfibios estresados por contaminación, acidificación y pérdida de hábitat. Por ejemplo, la especie de sapo de caña (*Rhinella marina*) es muy adaptada a vivir en lugares perturbados; sin embargo, cuando se desarrollan cerca de los basureros se vuelven asimétricos.

Evitemos la extinción de los anfibios

Los anfibios tienen una función importante en la naturaleza y la extinción paulatina de algunas especies —y drástica en otras—, afecta el balance y funcionamiento del ecosistema. Son importantes como depredadores de especies nocivas como los mosquitos que transmiten enfermedades como el dengue o la malaria, o insectos que son plagas de cultivos. Incluso, los anfibios son muy importantes para la salud humana, ya que **su piel tiene una gran variedad de compuestos químicos que son analgésicos o antibióticos**.

Alrededor del 10 % de los premios Nobel de Medicina han resultado de estudios anfibios. Por ejemplo, Greider, de Medicina en 2009, utilizó ranas de la especie *Xenopus* para entender cómo funciona la telomerasa: proteína de la «eterna juventud». En 2012, John Gurdon, ganó el premio Nobel de Medicina empleando la rana *Xenopus laevis* para intentar encontrar «el talón de Aquiles» de las células cancerígenas.



con
Por
Carol
Nobel

Sin embargo, y a pesar de su importancia, **los anfibios van camino a la extinción** y, aunado a su alta sensibilidad a los cambios ambientales, se suma la mortalidad masiva por patógenos emergentes, falta de protección de sus áreas naturales vitales para su ciclo biológico y falta de planes de protección de los cuerpos de agua como arroyos y ríos. En un mundo totalmente antropizado, existe una gran necesidad de monitorear la salud de los anfibios con herramientas rápidas, útiles y económicas. La asimetría fluctuante, por ejemplo, es un buen indicador de salud que detecta problemas antes de que las poblaciones de anfibios comiencen a desaparecer; asimismo, las concentraciones de hormonas del estrés y leucocitos pueden ser útiles para identificar anfibios en alto riesgo debido al estrés crónico.



Burraco P. y Gomez-Mestre I. (2016). «Physiological stress responses in amphibian larvae to multiple stressors reveal marked anthropogenic effects even below lethal levels». *Physiological and Biochemical Zoology*, 89(6), 462-472. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27792531/>

Cabagna Zenklusen M.C., Lajmanovich R.C., Attademo A.M., Peltzer P.M., Junges C.M., Biancucci G.F., Bassó A. (2011). «Hematología y citoquímica de las células sanguíneas de *Rhinella fernandezae* (Anura: Bufonidae) en

Espinal y Delta-Islands del río Paraná, Argentina». *Revista de Biología Tropical*, 59(1), 17-28. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v59n1/a02v59n1.pdf>

Rollins-Smith L. (2017). «Amphibian immunity stress, disease, and climate change». *Developmental and Comparative Immunology*, 66, 111-119. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27387153/>

ARTÍCULO

El trips del chile: Insecto invasor que afecta los cultivos de berries en México

Netly Leal Leal, Carlos Illescas Riquelme y Samuel Pineda Guillermo



Netly Leal Leal. Estudiante del Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas, Opción Ciencias Agropecuarias, Ambientales y Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
1837828k@umich.mx

Carlos Illescas Riquelme. Catedrático-Investigador del Conacyt/Departamento de Biociencias y Agrotecnología, Centro de Investigación en Química Aplicada, Saltillo, Coahuila.
carlos.illescas@ciqa.edu.mx

Samuel Pineda Guillermo. Profesor-Investigador en el Laboratorio de Entomología Agrícola del Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
samuel.pineda@umich.mx

Hablemos de trips, plagas potenciales e invasoras

Una especie invasora es cualquier organismo exótico que se ha introducido a una zona o región en la cual no se distribuye de forma natural y que, al establecerse, afectan a la biodiversidad nativa. En México, existen algunos insectos como las **especies de tisanópteros** invasores, conocidos comúnmente como trips. En el grupo de los tisanópteros existen dos subórdenes: Tubulifera y Terebrantia, con una y ocho familias respectivamente. En Terebrantia se encuentra la familia Thripidae, misma que contiene a las especies de trips fi-

tófagas más devastadoras para la agricultura, tales como el trips occidental de las flores (*Frankliniella occidentalis*), el trips oriental (*Thrips palmi*), el trips de la cebolla (*Thrips tabaci*) y el trips del chile (*Scirtothrips dorsalis*). Estas especies tienen una amplia distribución mundial, son altamente polífagas, se adaptan a nuevos ecosistemas, poseen alta tasa reproductiva y sus ciclos de vida son muy cortos. Estos atributos biológicos contribuyen a que estas especies de trips **puedan desarrollar resistencia** a los insecticidas químicos utilizados para su control, lo que complica su manejo.

***Scirtothrips dorsalis*: una plaga reciente en México**

El trips del chile (*S. dorsalis*) es una plaga invasora que se alimenta de aproximadamente 225 especies de plantas, incluyendo cultivos hortícolas, ornamentales y frutales de importancia económica. Aunque este insecto es originario de la India, actualmente se distribuye en varios países de Asia, África, Oceanía y América. En el continente americano se encuentra en Colombia, Venezuela, Islas del Caribe

y Estados Unidos. En México, el **trips del chile se registró por primera vez en 2020** en cultivos de berries como el arándano, la zarzamora y la frambuesa en los municipios de Tangancicuaro y Zamora, Michoacán. Desde entonces, existe gran preocupación por parte de los productores, autoridades fitosanitarias e investigadores, debido a que este insecto puede causar severos daños a los cultivos de berries y disminuir su producción si no se desarrollan estrategias para su manejo.

Ciclo de vida de *Scirtothrips dorsalis*

Las hembras del trips del chile insertan el huevo en el tejido vegetal, por debajo de la cutícula y por encima de la epidermis, en el haz y envés de hojas o sobre los tallos de los brotes tiernos de las plantas hospederas (Fig. 1a), en ocasiones de manera parcialmente expuesta. Los huevos son ligeramente ovalados o de forma arrionada (0.075 mm de longitud × 0.070 mm de ancho), de color blanco cremoso y eclosionan entre cuatro y seis días de incubación. El estado de ninfa pasa por dos instares que carecen de paquetes alares con una duración de seis a siete días. El primer instar mide entre 0.37 y 0.39

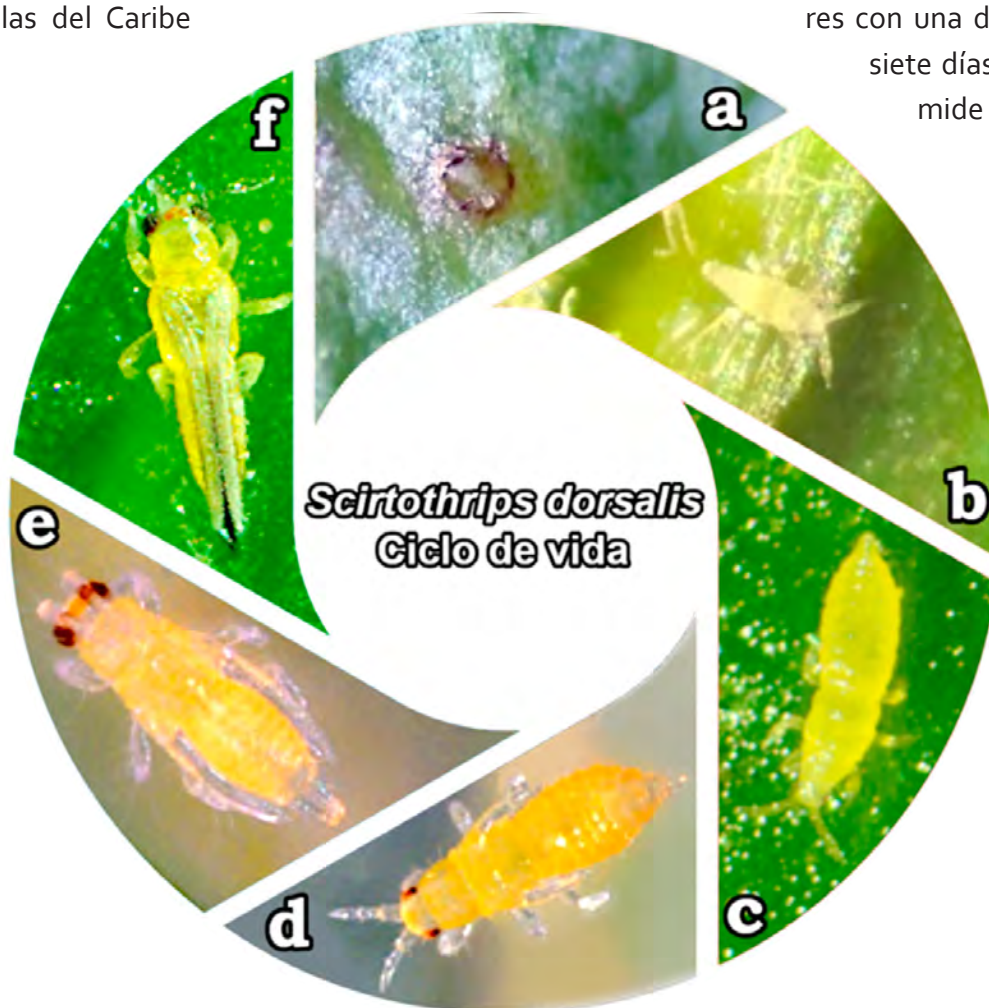


Figura 1. Ciclo de vida de *Scirtothrips dorsalis*; a, huevo; b y c ninfas de primer y segundo instar, respectivamente; d y e, prepupa y pupa, respectivamente; f, adulto.

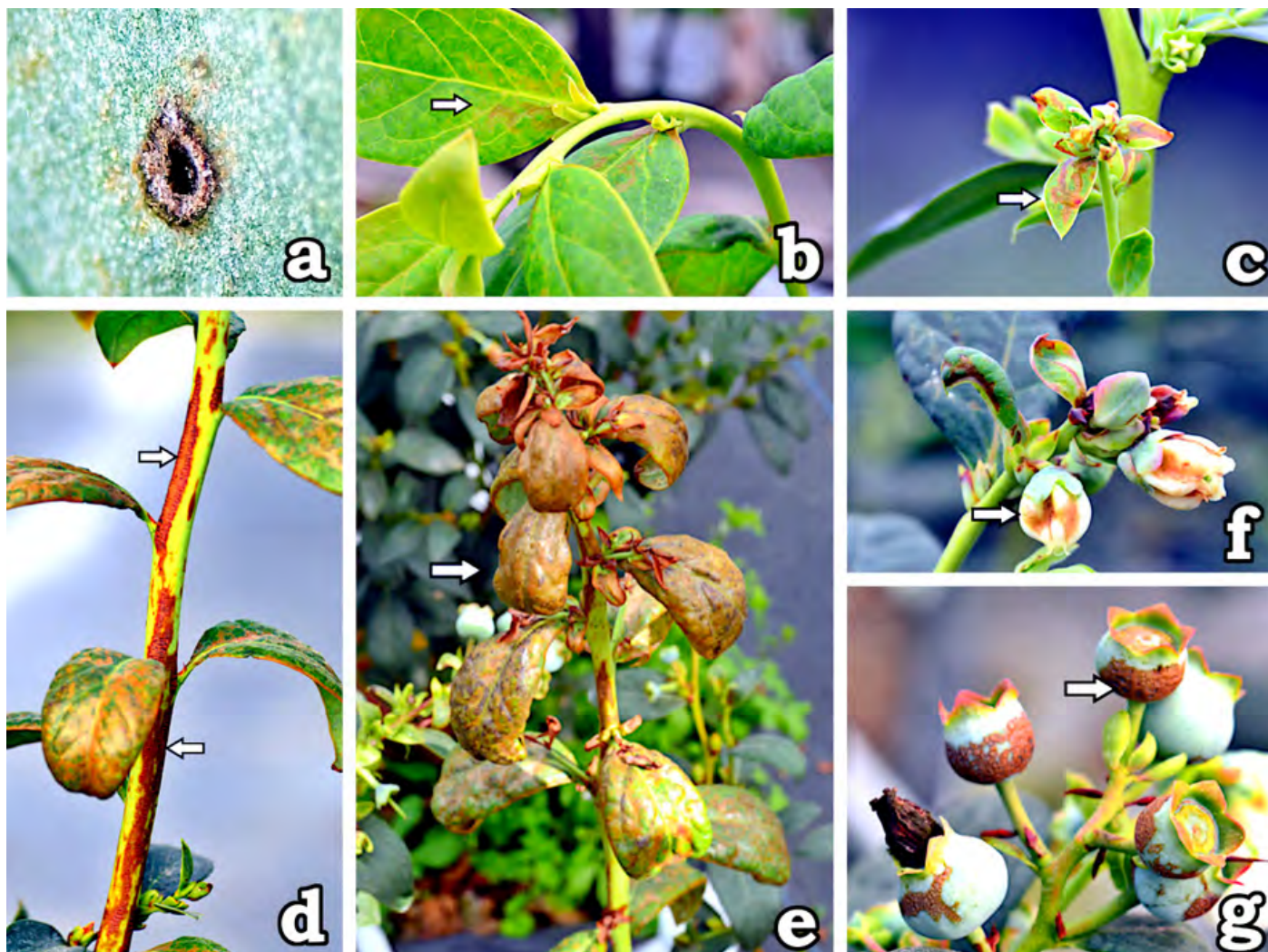


Figura 2. Daños causados por *Scirtothrips dorsalis* en plantas de arándano. a) Daño por oviposición, b) Manchas de color café en haz de hojas, c) Manchas y tejido necrosado en yemas y brotes, d) Manchas y cicatrices en tallo, e) Daño severo en hojas, brotes y tallos, f) Manchas y necrosis en botones y flores, g) Cicatrices en frutos.

mm, es de color blanco amarillento, tiene ojos de color rojo y la parte posterior de su cuerpo termina en punta (Fig. 1b). La ninfa de segundo instar, es de color amarillo pálido y mide entre 0.68 y 0.71 mm (Fig. 1c).

El trips del chile presenta **dos etapas de vida en reposo: prepupa y pupa**. En la prepupa, las antenas se dirigen hacia el frente de la cabeza en forma de «V» y tiene paquetes alares que pueden llegar hasta la mitad del abdomen (Fig. 1d). En la pupa, las antenas se pliegan dorsalmente sobre el cuerpo, los paquetes alares pueden alcanzar más de dos tercios del abdomen y los ojos son de color marrón-rojizo (Fig. 1e). Los estados de prepupa y pupa miden entre 0.78 y 0.80 mm y su duración es de uno y dos a siete días, respectivamente, que puede variar de acuerdo al hospedante, temperatura y humedad en el ambiente. Estos estados de desarrollo se pueden encontrar en hojas, en las inserciones de los pedúnculos con el tallo, bajo los cálices de flores y frutos y entre la hojarasca en el suelo.

En el estado adulto mide alrededor de 1.5 mm, posee dos pares de alas plumosas y oscuras, cuerpo de color amarillo claro con bandas oscuras en la parte superior del abdomen y el primer segmento antenal de color claro que contrasta con el resto de los segmentos oscuros y viven de 20 a 25 días a 25 °C (Fig. 1f).

Daños causados por el trips del chile

Como la mayoría de las especies de trips que se alimentan de plantas cultivadas, *S. dorsalis* puede causar dos tipos de daños: directo e indirecto. El **daño directo** lo ocasionan las ninfas y adultos al alimentarse de las plantas y por la inserción del ovipositor de las hembras y posterior emergencia de las ninfas (Fig. 2a). Hasta el momento en México, los daños más severos se presentan en los cultivos de arándano y zarzamora. Por su alimentación for-

man manchas de color café en la epidermis del tejido vegetal, en el haz o envés de las hojas jóvenes (Fig. 2b), en yemas y brotes tiernos (Fig. 2c) y en tallos (Fig. 2d). En infestaciones altas, las manchas pueden cubrir totalmente las hojas jóvenes y maduras, las cuales presentan enrollamiento, rizado y muerte apical de los brotes (Fig. 2e). Posteriormente, existe defoliación de la planta. Además, el trips chile puede provocar lesiones en pétalos y necrosis de los botones florales (Fig. 2f) con el consecuente aborto floral. En frutos en formación y desarrollados se observan cicatrices epidermales de color gris, café o negro (Fig. 2g). Todos estos daños retrasan el crecimiento y debilitan a la planta, además de reducir su producción.

Los **daños indirectos** causados por el trips del chile se deben a que esta especie puede transmitir diferentes enfermedades causadas por tospovirus, tales como el virus del bronceado del tomate (TSWV), virus del rizado de la hoja del chile (CLCV), virus de la mancha amarilla del melón (MYSV), virus de la necrosis del cacahuate (PBNV), virus del abanico clorótico del cacahuate (PCFV) y virus del rayado del tabaco (TSV). Sin embargo, hasta ahora no se ha reportado la presencia de algún virus en los cultivos de berries debido a la acción de *S. dorsalis*.



Riesgo de dispersión y perspectivas de manejo

Existe alta probabilidad de que *S. dorsalis* invada nuevos agroecosistemas en México. La movilización de implementos agrícolas y material de propagación infestados por este insecto, así como trabajadores dentro de los sectores de los cultivos de berries, facilitan su dispersión. Por ello, es importante que, para el establecimiento de nuevas superficies de cultivos de estas frutillas, los productores utilicen plantas certificadas libres de *S. dorsalis*. Esta plaga invasora es un problema fitosanitario reciente en México; por lo tanto, hace falta **generar información** respecto a su biología y comportamiento con el objetivo de **proponer estrategias** para su manejo.

En el Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (El Trébol, Tarímbaro, Michoacán) y en el Centro de Investigación en Química Aplicada (Saltillo, Coahuila) se realizan diversas investigaciones relacionadas con el control biológico, resistencia a insecticidas, semioquímicos (atrayentes y repelentes), sistemas de monitoreo y trampeo masivo con el objetivo de incorporar estrategias, ecológicamente viables, para programas de manejo integrado del trips del chile.



Liburd O.E., Panthi B.R. y Phillips D.A. (2020). Chilli Thrips on Blueberries in Florida. EDIS. 2020(6): 4-4.
Morse J.G. y Hoddle M.S. (2006). Invasion biology of trips. Annual Review of Entomology. 51: 61-89. 10.1146/annurev.ento.51.110104.151044

Seal D.R., Klassen W. y Kumar V. (2010). Biological parameters of *Scirtothrips dorsalis* (Thysanoptera: Thri-

pidae) on selected hosts. Environmental Entomology. 39(5): 1389-1398. 10.1603/EN0923

Ortiz J.A., Infante F., Rodríguez D. y Toledo-Hernández R.A. (2020). Discovery of *Scirtothrips dorsalis* (Thysanoptera: Thripidae) in blueberry fields of Michoacan, Mexico. Florida Entomologist. 103(3): 408-410. 10.1653/024.103.0316

ARTÍCULO

Los fósiles de hongos también cuentan una historia fascinante

Isaac Alejandro Salmeron Santiago y Ana Tztzqui Chávez Bárcenas



Isaac Alejandro Salmeron Santiago. Estudiante del Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas, Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. o453758e@umich.mx

Ana Tztzqui Chávez Bárcenas. Profesora-Investigadora de la Facultad de Agrobiología «Presidente Juárez», Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. tztzqui.chavez@umich.mx

Es muy probable que, al leer fósiles, pienses inmediatamente en grandes dinosaurios que poblaron la Tierra, cuyos restos atrapados en distintos materiales terrestres permiten conocer cómo eran. Este conocimiento ha fascinado a muchísimos investigadores, y desde pequeños, a muchos investigadores en potencia. Gracias a los fósiles podemos reconstruir con gran precisión la estructura y comportamiento de organismos complejos y de gran tamaño como los dinosaurios, pero también la de otros tan pequeños como los microorganismos.

Dentro de los microorganismos que se tiene registro fósil, están los **hongos microscópicos**,

lo que ha servido para determinar que estos organismos poblaron la Tierra desde hace más de 700 millones de años. Además, se considera que estos hongos fueron componentes esenciales de los **ecosistemas primigenios**, que modificaron las **condiciones de la Tierra primitiva**, hasta permitir el **desarrollo de formas de vida complejas** como las que conocemos hoy.

La palabra «hongo» normalmente se asocia con setas en platillos deliciosos o con procesos de descomposición, malos olores o incluso enfermedades de humanos, animales y plantas. Sin embargo, **los hongos cumplen funciones clave en el reciclaje de los nutrientes**, indispensable en todos los ecosistemas de la Tierra. En este artículo te platicaremos de los fósiles de algunos hongos y cómo su descubrimiento puede cambiar drásticamente nuestro conocimiento sobre el origen y evolución de todos los organismos de nuestro planeta.

Pero, ¿qué es un fósil?

Los fósiles son **restos de fragmentos de organismos o huellas de estructuras de vida orgánica impresos en otros materiales como resinas o arcillas**, que por procesos químicos o geológicos absorben minerales, quedan petrificados y de esta manera son protegidos de la degradación por la intemperie. Por ello, los fósiles pueden «contar» la historia de formas de vida que poblaron la Tierra hace muchos años y dar pistas sobre los orígenes de las formas de vida actuales.

La **paleontología** es el área de la Biología que **estudia los fósiles**. Los científicos dedicados a esta área, o paleontólogos, usan diferentes técnicas para estimar la edad de los fósiles. Algunos de estos estudios consisten en el análisis atómico de los materiales propios del fósil y de la capa de la corteza terrestre que lo alberga, lo que ha permitido definir la edad de la Tierra en diferentes eras geológicas y cuya duración se ha estimado en tiempo; cada era geológica comprende millones de años.

Descubrimiento de un hongo fósil

En una zona del ártico de Canadá, en 2019, un grupo de científicos descubrió el fósil de un hongo que provenía de la era Proterozoica y que fue identificado como *Ourasphaira giraldae*, con una edad estimada entre 1010 y 890 millones de años. La era Proterozoica es un eón geológico perteneciente al Precámbrico que abarca desde hace 2500 millones de años hasta 542 millones de años. Posteriormente, en África, se descubrieron estructuras fósiles filamentosas de un hongo cuya edad se valoró entre 715 y 810 millones de años, que también coincide con la era Proterozoica. **Estos descubrimientos cambiaron drásticamente nuestro entendimiento respecto al origen de los hongos y otros organismos.**

Todos los seres vivos se clasifican por sus características morfológicas, bioquímicas y genéticas en grupos con valor jerárquico. Uno de estos grupos de clasificación se conoce como Opisthokonta (opis-



Fotografía: Isaac Alejandro Salmeron Santiago.

tocontos) y en él se agrupa a los hongos, algunos protozoarios (organismos unicelulares) y a todos los animales, incluyendo al ser humano.

Los hongos son el grupo más ancestral que comparte características morfológicas, bioquímicas y genéticas con otros opistocontos. Los registros fósiles previos al de *Ourasphaira giraldae* de 2019, se habían asociado a etapas posteriores a la era Proterozoica, por lo que el descubrimiento de fósiles de hongos con más de 700 millones de años no solamente redefine el origen de los hongos actuales en etapas tempranas de la edad de la Tierra, sino que también hace reconsiderar que el grupo de Opisthokonta tuvo un origen geológico más antiguo de lo que se creía.

Un momento importante en la historia de la Tierra, y que ayudó a moldear las condiciones que permitieron el desarrollo de la vida como la conocemos, fue la transición de hábitat de los organismos fotosintéticos, de ser enteramente acuáticos a desarrollarse sobre la corteza terrestre. Nuevamente, los restos fósiles de plantas ayudan a estimar que este proceso debió ocurrir hace 470 millones de años durante el periodo conocido como Ordovícico.

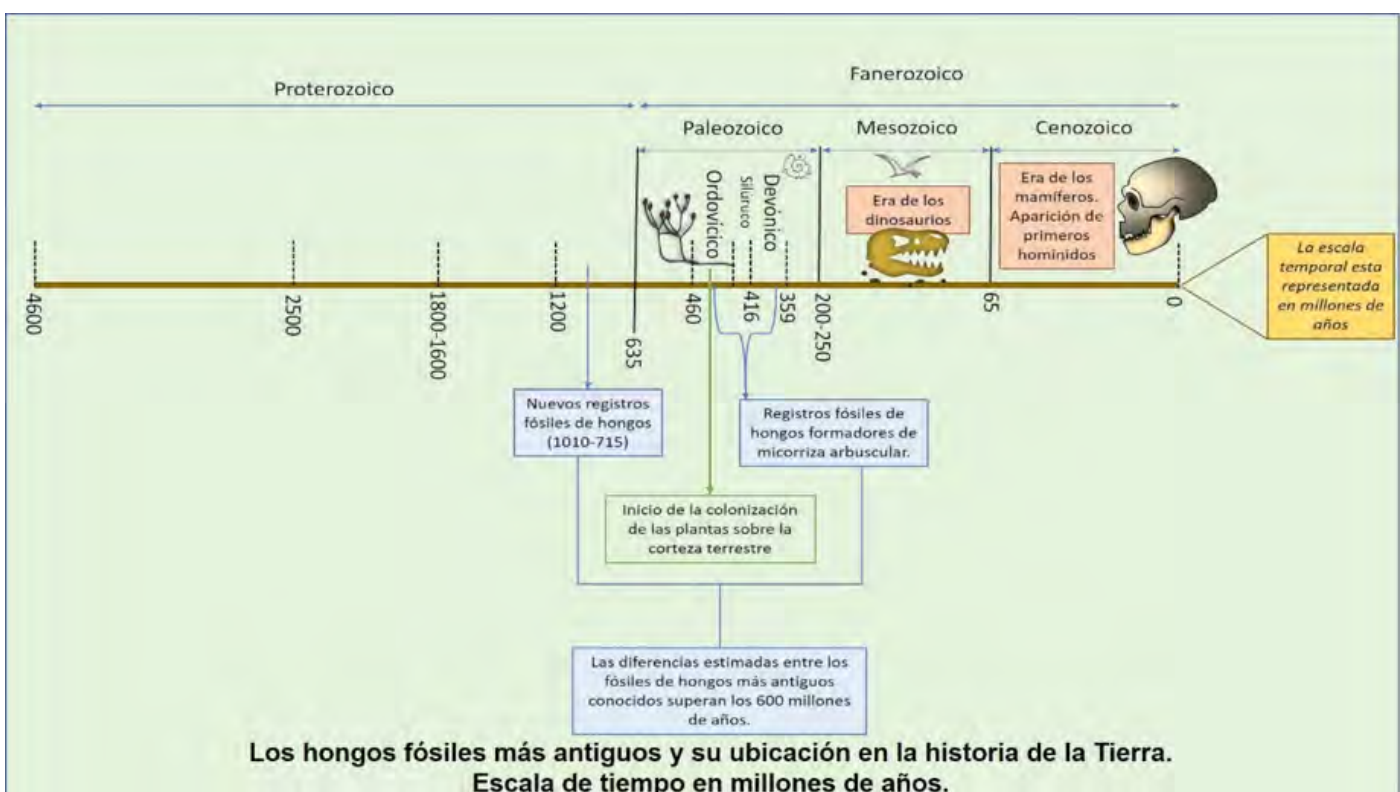
¡El reto de este cambio de hábitat fue enorme!

Pero, no solo por la baja disposición de agua en un ambiente terrestre, sino por la obtención de

nutrientes a partir del suelo. Los científicos consideran que la intervención de los hongos en este escenario tuvo una gran relevancia, esto es debido a que actualmente casi todas las plantas mantienen relaciones con hongos en sus raíces, formando una asociación que se llama micorriza y que proporciona beneficios a ambos organismos para adaptarse a distintos medios. Por ejemplo, las micorrizas permiten que las plantas puedan aprovechar mejor los nutrientes disponibles en el suelo, mientras que el hongo se beneficia porque la planta le brinda productos derivados de la fotosíntesis.

Algunos de los fósiles de las plantas más antiguas que se conocen fueron descubiertos en un yacimiento de la ciudad de Rhynie, en Escocia. Se estimó que estas plantas son de hace más de 400 millones de años, de la era geológica denominada Devónico. En las raíces de fósiles de estas plantas se encontraron estructuras de hongos formadores de micorrizas arbusculares, un grupo de los hongos micorrícicos más abundantes en la actualidad y que colonizan hasta en un 70 % a las plantas.

Fósiles semejantes a las esporas de hongos actuales formadores de micorriza arbuscular, también se han descubierto en Wisconsin, Estados Unidos, y su edad se ha estimado en 460 millones de años, que coincide con la era geológica del Ordovícico. Además, la descripción de fósiles de hongos



idénticos a los hongos formadores de micorriza arbuscular, indican que **esta asociación mutualista entre plantas y hongos ha permanecido en la Tierra por más de 400 millones de años.**

La relevancia de los registros fósiles de hongos

Gracias a los estudios realizados en la actualidad, se sabe que las plantas que forman una micorriza arbuscular, pueden adaptarse a condiciones ambientales adversas con mayor facilidad que las plantas que no establecen este tipo de interacción. Es por ello que muchos científicos hipotetizan que la formación de micorriza arbuscular, permitió a las plantas primitivas adaptarse a las condiciones atmosféricas que imperaban en la Tierra durante el Ordovícico y les ayudó a acceder de manera más eficiente a los recursos minerales disponibles en la corteza terrestre.

La colonización de las plantas sobre la corteza contribuyó, entre otras cosas, a la reducción de dióxido de carbono (CO₂) de la atmósfera —un gas de efecto invernadero— y al aumento de la cantidad de oxígeno (O₂) debido al proceso de fotosíntesis. **Las modificaciones de la química de la atmósfera terrestre trajeron consigo cambios a escala glo-**



Fotografía: Isaac Alejandro Salmeron Santiago.

bal que permitieron el establecimiento, desarrollo y diversificación de otras formas de vida.

Como puedes ver, los registros fósiles indican que, además de otorgar pistas sobre el origen de los seres vivos actuales, los hongos también fueron participantes activos en los ecosistemas primitivos que moldearon las condiciones que permiten sustentar la vida en la Tierra, tal como la conocemos hoy.



Camargo-Ricalde S., Montañón N., Rosa C de la. y Montañón S. (2012). «Micorrizas: Una gran unión debajo del suelo». *Revista Digital Universitaria*, 13(7), 3-19. <http://www.revista.unam.mx/vol.13/num7/art72/>

Gómez-Aguilera L.I., Olalde-Portugal V., Rubí-Arriaga M. y Contreras-Alonso R. (2007). «Micorrizas arbusculares». *Ciencia Ergo Sum.*, 14(3), 300-306. <https://www.redalyc.org/pdf/104/10414307.pdf>

Marco-Brown L. (2004). «Los hongos fósiles o la paleomicrobiología». *Interciencia*, 29(2), 94-98. <https://www.redalyc.org/pdf/339/33908907.pdf>

Loron C., François C., Rainbird R., Turner E., Borensztajn S. y Javaux E. (2019). «Early fungi from the Proterozoic era in Arctic Canada». *Nature*, 570, 232-235. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1217-0>

ARTÍCULO

Microbiota intestinal: Su relación con las enfermedades

Beatriz Cabezas Núñez y Virginia Angélica Robinson Fuentes



Beatriz Cabezas Núñez. Estudiante del Programa Institucional de Maestría en Ciencias de la Salud, Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas «Dr. Ignacio Chávez», Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
beatriz.cn2609@gmail.com

Virginia Angélica Robinson Fuentes. Profesora-Investigadora responsable del Laboratorio en Desarrollo Analítico de la División de Posgrado, Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas «Dr. Ignacio Chávez», Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
virginia.robinson@umich.mx

Una gran diversidad de bacterias, hongos y virus habitan por todo nuestro cuerpo y se les denomina **microbiota**. En este artículo hablaremos en particular de los que se encuentran en el intestino y que se conocen como **microbiota intestinal**. Podemos considerar que son «bichos buenos» que se pueden modificar por viajes, factores ambientales, enfermedades, actividad física, alimentación, por la administración de microorganismos benéficos conocidos como **probióticos**, por componentes alimenticios no digeribles llamados **prebióticos** y por **trasplante fecal**.

Dentro del intestino se alojan los «bichos buenos», necesarios para realizar funciones de fermen-

tación, formación de productos metabólicos como los ácidos grasos de cadena corta y las vitaminas B₁₂ y K; también funcionan como barrera ante microorganismos patógenos y toxinas, así como para mantener la homeostasis del sistema inmunitario a nivel intestinal y sistémico. Una alteración en la microbiota intestinal, produce un estado patológico denominado *disbiosis* que se caracteriza por la **disminución de la diversidad microbiana** y está asociada a la aparición y desarrollo de diferentes enfermedades como depresión, obesidad, gastritis, colitis, síndrome de intestino irritable, entre otras.

¿Cómo mantener una microbiota intestinal saludable?

Para referirse a una microbiota intestinal «saludable» o en equilibrio, se emplea el término *eubiosis*, estado en el cual la composición de la microbiota intestinal es óptima. La alimentación juega un papel muy importante en el mantenimiento de esta microbiota. Es así como las dietas muy altas en grasas, azúcares y bajas en fibra conducen a la *disbiosis*, es decir, a un desequilibrio entre los «bichos buenos» y los microorganismos patógenos (ma-

los), predominando estos últimos; mientras que, las dietas bajas en grasas, azúcares y altas en fibra, pueden promover la **homeostasis energética** adecuada y la respuesta inmune para reducir el riesgo de presentar enfermedades y promover la salud en general.

La **microbiota intestinal es un sistema modulable** que se puede cambiar a través de una alimentación balanceada, lo cual generará un gran impacto en nuestro ecosistema microbiano, pero más allá de los cambios en la alimentación, existen otras formas de modular nuestro ecosistema, por ejemplo, con el **consumo de probióticos** que son microorganismos vivos que si son consumidos en cantidades adecuadas, proporcionan un efecto beneficioso. Los que más se consumen son las bacterias del género lactobacilos y bifidobacterias, que se encuentran en alimentos fermentados como el yogurt, jocoque y kéfir.

Otra forma de modular es por medio del **consumo de prebióticos** que son componentes alimenticios que no son digeribles y que en el colon, favorecen el crecimiento de bacterias que nos hacen bien y evitan el crecimiento de aquellas que



<https://www.doctorponce.com/la-microbiota-intestinal-y-su-relación-con-los-estados-de-salud>



nos hacen mal. Los podemos encontrar en alimentos con alto contenido en fibra como la avena, quínoa, frijoles, manzana, plátano, cítricos, ciruelas y verduras de color verde oscuro principalmente.

Otra de las terapias de modulación de la microbiota intestinal es el **trasplante fecal**, el cual consiste en la colocación de material fecal de una persona sana a una persona que tiene una patología —que se siente mal o tiene un trastorno—, con el objetivo de sembrar una semilla de una microbiota intestinal sana a una persona enferma.

Función de la microbiota intestinal en la obesidad

Existen dos principales mecanismos por los que la composición de la microbiota podría ser un promotor de la obesidad. El primer mecanismo afectaría **la predisposición del organismo a aprovechar una mayor cantidad de calorías de los alimentos** y, por tanto, al desarrollo de obesidad y de mayor adiposidad. El segundo mecanismo que hace referencia a un **proceso de inflamación general**, se debe a una dieta rica en grasas lo que conduce a un aumento de los lípidos, generando su translocación desde el interior del intestino hasta la circulación, lo que se relaciona con la inflamación

crónica y con otras enfermedades metabólicas asociadas a la obesidad, por ejemplo, diabetes *mellitus* tipo 2, niveles altos de colesterol, triglicéridos, principalmente.

En los últimos años se ha sugerido el uso de probióticos como un coadyuvante en el tratamiento de la obesidad; no obstante, cabe destacar que lo primordial es un **cambio en el estilo de vida**, realizar 150 minutos de actividad física a la semana, mejorar la alimentación y un tener un adecuado descanso.

La microbiota intestinal e inflamación intestinal

La enfermedad inflamatoria intestinal es un trastorno crónico que afecta principalmente el intestino y que genera, entre otros síntomas, dolor abdominal y diarrea crónica, ocasionando colitis ulcerosa y enfermedad de Crohn. Estas se caracterizan por respuestas inmuno-inflamatorias exageradas contra microorganismos no patógenos de la microbiota intestinal. Las personas que padecen alguna **enfermedad intestinal** presentan **pérdida de riqueza y diversidad microbiana**, debido a las frecuentes diarreas que se presentan en la fase aguda de la enfermedad. La rotura del equilibrio en

la microbiota intestinal conduce a la selección de especies resistentes al oxígeno con potencial inflamatorio.

Cuanto mayor es la inestabilidad microbiana, mayor es el riesgo de presentar de nuevo el brote, por tanto, la alimentación y la microbiota intestinal son importantes para el tratamiento y prevención de la enfermedad inflamatoria intestinal. **Si se modifica la alimentación** (con alimentos más saludables) **se modificará la microbiota intestinal**, de forma tal que la inflamación intestinal que ocurre es controlada con mejor respuesta del sistema inmunológico.

Nuestro cuerpo, un gigantesco ecosistema que puede ser saludable

El cuerpo humano es un gigantesco ecosistema. Cada una de sus partes — manos, pies, codos, boca e intestinos— tiene un ecosistema propio habitado por criaturas específicas que aprovechan sus recursos y, como en cualquier hábitat, cuando cambian sus condiciones también cambian los microorganismos que habitan en él. Nuestro intestino es como un jardín y



nosotros decidimos qué va a crecer.

Si comemos saludable las bacterias se van a nutrir de estos ingredientes, pero si consumimos grandes cantidades de azúcar, será con esto que alimentaremos a las bacterias, las cuales comenzarán a crecer y a reproducirse quitándole espacio a bacterias benéficas, generando así una disbiosis, lo que origina la presencia de enfermedades o el agravamiento de las existentes.

La evidencia científica resulta insuficiente para distinguir si la disbiosis precede a la enfermedad o si la propia enfermedad y su tratamiento conducen a ella. Aunque las investigaciones han reportado resultados alentadores, **aún falta mucho por explorar de la relación entre la microbiota intestinal y las diversas enfermedades.** Consideramos que entre los aspectos

más importantes que

ameritan ser estudiados están la influencia de los alimentos en la composición de la microbiota intestinal, las estrategias nutricionales para favorecer

el equilibrio en la microbiota intestinal, determinar qué otras enfermedades están relacionadas con la **disbiosis intestinal**, entre otros.



Álvarez J., Fernández Real J.M., Guarner F., Gueimonde M., Rodríguez J.M, Saenz de Pipaon M. Y Sanz Y. (2021). «Microbiota intestinal y salud». *Gastroenterología y Hepatología*, 44, 519-535. <https://doi.org/10.1016/j.gastrohep.2021.01.009>

Icaza-Chávez M.E. (2013). «Microbiota intestinal en la salud y la enfermedad». *Revista de Gastroenterología de México*, 78(4), 240-248. <http://www.revistagastroente->

rologiamexico.org/es-microbiota-intestinal-salud-enfermedad-articulo-S0375090613001468

Singh R.K., Chang H.W., Yan D. et al. (2017). «Influence of diet on the gut microbiome and implications for human health». *J. Transl. Med.*, 15(73), 1-17. <https://translational-medicine.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/s12967-017-1175-y.pdf>

ARTÍCULO

Las superbacterias: La realidad supera la ficción

Bianca Yareli Román Cárdenas y Martha Isela Ramírez Díaz



Bianca Yareli Román Cárdenas. Estudiante del Programa de Maestría en Ciencias en Biología Experimental, Instituto de Investigaciones Químico Biológicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

bian_yc@hotmail.com

Martha Isela Ramírez Díaz. Profesora-Investigadora del Instituto de Investigaciones Químico Biológicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

marthaisela_ramirez@hotmail.com

En esta época en donde los personajes de las historietas o los héroes de las películas de acción describen a hombres, e incluso a seres de otros planetas con poderes o habilidades asombrosas y por lo cual son calificados como «superhéroes», no es de sorprendernos el escuchar la palabra «superbacterias». Este término es empleado para referirse a bacterias resistentes a varios tipos de antibióticos, medicamentos que se emplean para combatir las enfermedades que estas causan. Sin embargo, a diferencia de los superhéroes que son personajes de ficción, **las superbacterias son tan reales que cada vez son más comunes.**

Durante muchos años, los antibióticos han sido empleados para el tratamiento de enfermedades causadas por estos microorganismos. Pero, en las últimas décadas se han identificado algunas consideradas superbacterias por lo difícil de combatir con las medicinas actuales, principalmente porque los antibióticos han perdido su efectividad contra ellas.

Las superbacterias y nuestra salud

Las superbacterias representan un problema de salud a nivel mundial, tanto que la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha reportado hasta un 3.5 % de bacterias relacionadas con la tuberculosis que no pueden ser combatidas con los antibióticos disponibles actualmente. Por otro lado, según los Centros para el Control y Prevención de Enfermedades de Estados Unidos, se estima que tan solo cada año en ese país, las **bacterias resistentes** a los medicamentos infectan a más de dos millones de personas y **matan a por lo menos a 23 mil**. De forma impactante y alarmante, la OMS estima que para el año 2050, la resistencia a antibióticos será la principal causa de muerte en el mundo.

¿Cómo surgen las superbacterias?

La resistencia a los antibióticos es casi tan antigua como los propios antibióticos, aunado a que,

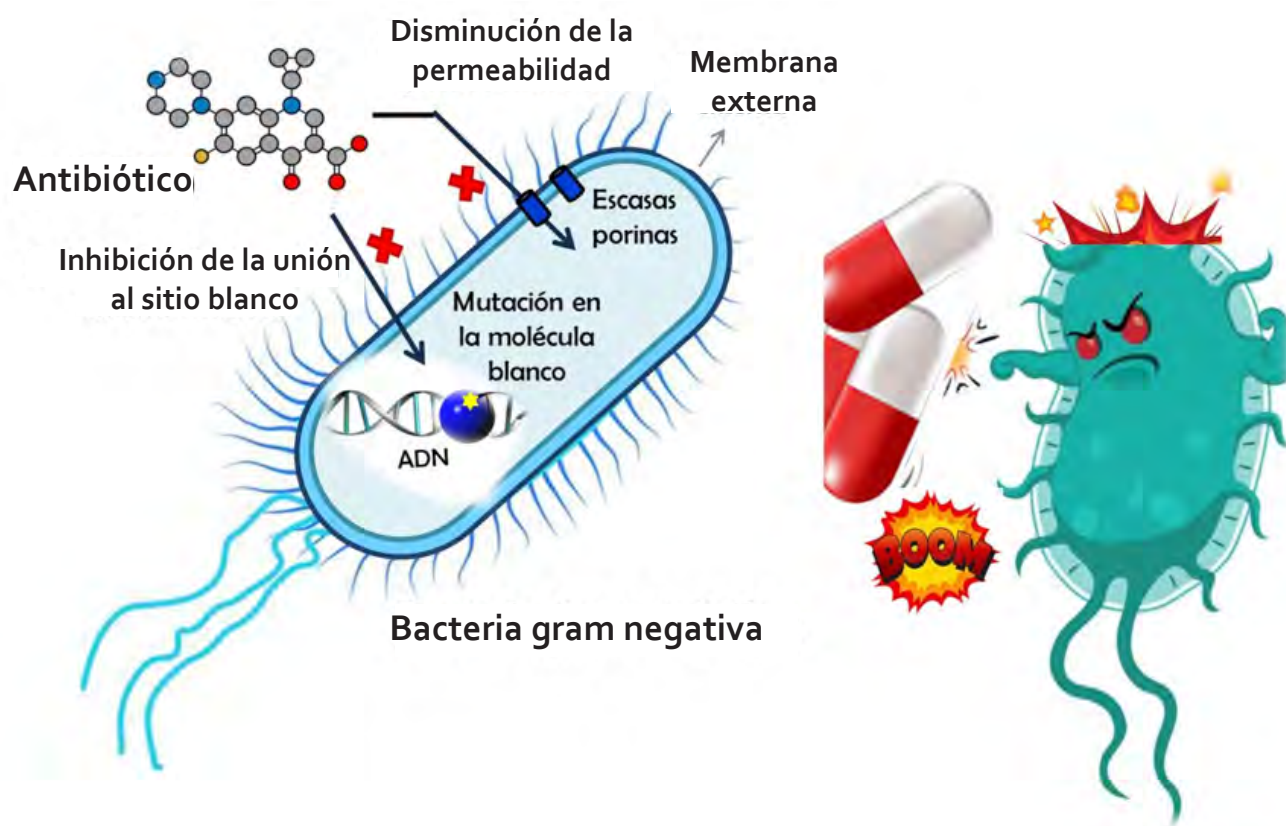
básicamente, cualquier bacteria puede obtener resistencia a uno o a varios antibióticos. La resistencia a antibióticos ocurre cuando **las bacterias dejan de responder a los medicamentos**, lo que hace más difícil el tratamiento de las infecciones, se incrementa el riesgo de propagación de enfermedades y la aparición de formas graves de estas, e incluso la muerte.

Cuando hablamos de superhéroes, en la mayoría de los casos **el origen de sus «poderes» se debe a mutaciones** (cambios en su material genético), o bien, a que a estos personajes se les ha donado algún objeto (anillo, piedra, etc.) que los transforma. Pues algo similar ocurre en las bacterias y resulta sumamente interesante observar que, a través de mecanismos similares a la de los superhéroes, organismos tan pequeños como las bacterias adquieren habilidades que les permiten ser resistentes.

Mutaciones en el material genético

Uno de los mecanismos más comunes para la adquisición de la resistencia bacteriana a antibióticos es a través de mutaciones en el ADN (material genético) de una bacteria sensible. Varios antibióticos actúan al unirse a moléculas de la célula bacteriana (denominadas moléculas blanco), afectando sus funciones normales y conduciendo a la deten-





ción del crecimiento o muerte de la bacteria. Por lo que, cambios en la estructura química de las moléculas blanco (generado por mutaciones) pueden impedir el reconocimiento y la unión del antibiótico, permitiendo que la bacteria continúe con su funcionamiento normal.

Por otra parte, de manera general, **algunas bacterias son menos permeables que otras para el ingreso de los antibióticos**, esto se debe a que poseen una membrana externa (denominadas bacterias Gram Negativas) que forma una barrera impermeable a muchos compuestos químicos, incluyendo a los antibióticos. No obstante, varios antibióticos pueden atravesar estas membranas a través de proteínas de membrana llamadas porinas que permiten un aumento en la concentración del antibiótico al interior de las bacterias y, por lo tanto, un mayor daño celular. El transporte de antibióticos al interior de las bacterias puede verse afectado por mutaciones en el ADN de una bacteria, teniendo como consecuencia la disminución en la expresión de los genes que codifican a las porinas, lo que conduce a una baja en el número de estas proteínas sintetizadas, disminuyendo así la permeabilidad de la membrana externa y la entrada de los antibióticos a la célula, lo que se manifiesta como un aumento en la resistencia a los antibióticos.

Esto implica que durante una infección bac-

teriana puede ocurrir un **fenómeno llamado selección**, en donde de una población de bacterias surgen algunas con una mutación que confiere resistencia y, por lo tanto, a pesar del tratamiento con antibiótico, estas pueden crecer y proliferar. ¡Aquí aparecen las superbacterias!

Adquisición de material genético para resistir antibióticos

Las bacterias sensibles a los antibióticos también pueden convertirse en **resistentes cuando adquieren ADN por la transferencia de material genético** proveniente de una bacteria resistente. De esta manera, las bacterias pueden adquirir mecanismos de resistencia a antibióticos y, a su vez, participar activamente en la **diseminación de la resistencia entre bacterias**. Los sistemas de resistencia a antibióticos adquiridos por la transferencia de genes son variados e incluyen tanto la expulsión de antibióticos como la modificación o degradación de los mismos.

Una gran cantidad de bacterias poseen sistemas que llevan a cabo la **expulsión activa de compuestos que son tóxicos para ellas**, donde se incluyen ciertos antibióticos. Aunque se han descrito sistemas de expulsión altamente específicos que solo expulsan un tipo de antibiótico. Estos sistemas generan la disminución de la concentración

de los antibióticos en el interior de la célula, lo que impide que se generen efectos dañinos o la muerte de la bacteria. Por otra parte, la modificación de la estructura química de los antibióticos por enzimas bacterianas puede ocasionar su inactivación, ya que los cambios generados logran interferir con el reconocimiento y/o la unión con las moléculas blanco, inclusive pueden conducir a que el antibiótico sea degradado por la célula bacteriana.

¿Dónde se encuentran las superbacterias?

Las bacterias resistentes a los antibióticos pueden estar presentes en cada uno de nosotros, en animales, alimentos, plantas y medio ambiente. Cuando los antibióticos se utilizan de manera correcta pueden ayudar a destruir las bacterias que causan las enfermedades, pero sí ha sido mal empleado, por ejemplo, automedicación o no tomar el tratamiento completo, la consecuencia es grave ya que se logra no solo la muerte de una gran cantidad de bacterias sensibles, sino también la de algunas bacterias benéficas —como las esenciales en la digestión de los alimentos—, así como un impacto significativo en la selección de las bacterias resistentes o superbacterias, las cuales prosperan ante este ataque y se propagan, incluso transfieren sus genes de resistencia a otras bacterias.

Si bien es cierto que las superbacterias representan un problema de salud en el mundo, en años recientes se ha constituido una alianza mundial para la investigación y desarrollo de antibióticos, iniciativa conjunta con la OMS, que tiene por objeto elaborar y distribuir **nuevos tratamientos contra**

las bacterias resistentes identificadas actualmente, sobre todo de aquellas que representan una mayor amenaza para la salud humana.

El COVID-19 y las superbacterias

Aunque todavía es demasiado pronto para evaluar su impacto total, hoy en día, la pandemia por COVID-19 ha revolucionado al mundo entero en muchos ámbitos, que van desde el social, económico y educativo, hasta el psicológico y el de salud pública, ya que trajo consigo nuevos desafíos en la resistencia bacteriana. Estudios realizados en distintos centros hospitalarios revelaron la elevación en la tasa de prescripción de antibióticos en pacientes con COVID-19 ya que, aunque los antibióticos no tratan virus como el SARS-CoV-2 (causante de la enfermedad de COVID-19), los pacientes con COVID-19 o con cualquier tipo de virus de la gripe se vuelven susceptibles a contraer una infección bacteriana secundaria, lo que conlleva al uso de antibióticos. Se ha sugerido que una consecuencia potencial de la pandemia por COVID-19, es la propagación a largo plazo de la resistencia a los antimicrobianos en el entorno de cuidados agudos como resultado de una mayor exposición del paciente a los antibióticos, a menudo utilizados de manera subóptima o inapropiada, lo que podría ocasionar un aumento en la aparición de superbacterias.

No obstante, en el panorama descrito con relación a las superbacterias, existe el potencial de ayudar para que los antibióticos empleados en la actualidad sigan siendo eficaces al hacer uso correcto de los mismos y **tomarlos solo cuando sean prescritos y necesarios.**



González-Bello C. (17 de noviembre de 2020). «La resistencia bacteriana a los antibióticos se agrava por la covid-19». *The Conversation*. <https://theconversation.com/la-resistencia-bacteriana-a-los-antibioticos-se-agrava-por-la-covid-19-149659>

National Institutes of Health. (Febrero de 2014). «Temas de Salud: Detengamos la Propagación de las Superbacte-

rias». <https://salud.nih.gov/articulo/detengamos-la-propagacion-de-las-superbacterias/>

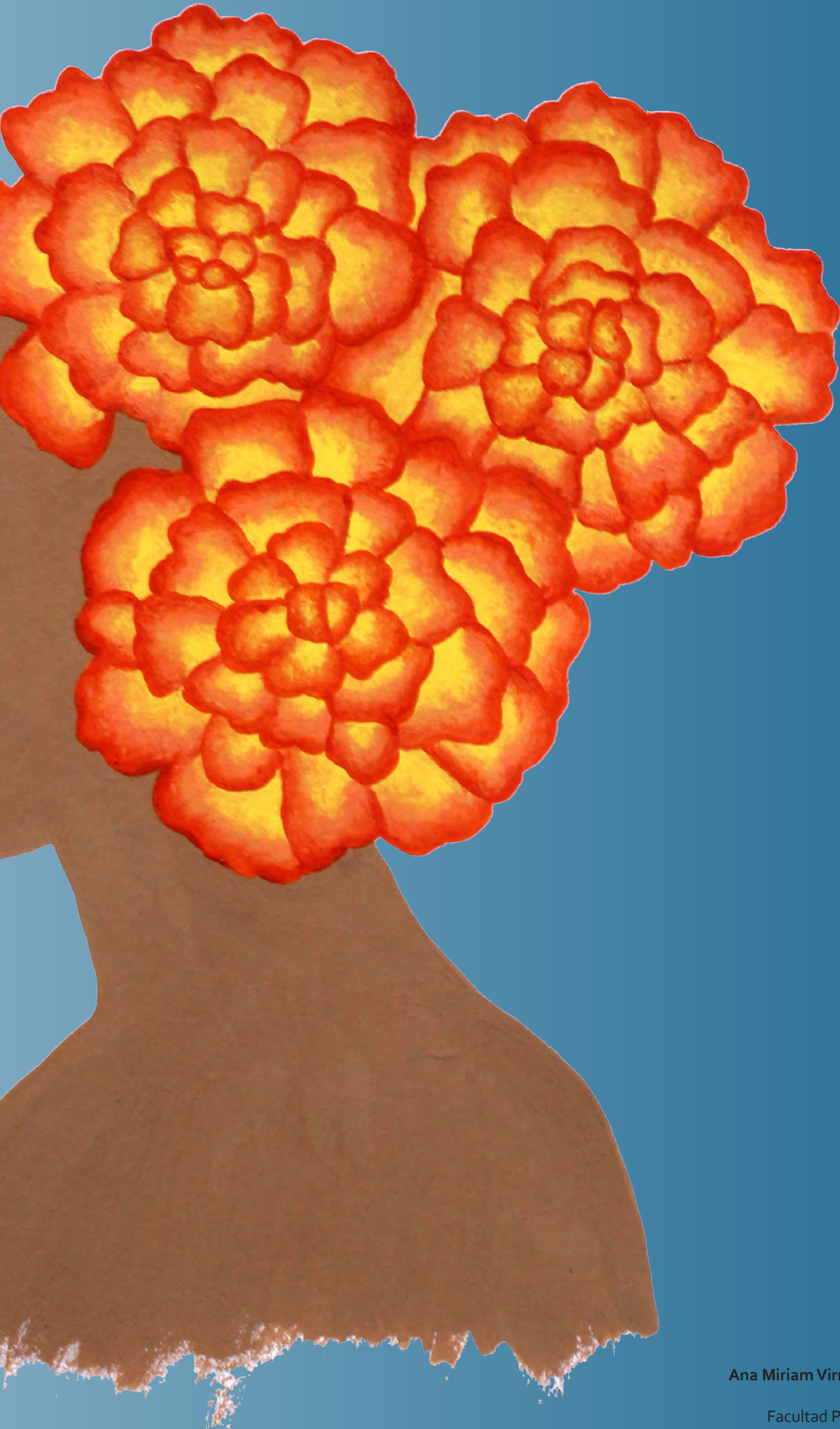
Organización Mundial de la Salud. (13 de octubre de 2020). «Resistencia a los antimicrobianos». <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance>

ARTÍCULO DE PORTADA

Cempoalxóchitl: La flor subestimada en México

Kenia Elizabeth Ortega Jiménez y Johnattan Hernández Cumplido





Ana Miriam Virrueta Guzmán, artista plástico
Estudiante de Artes Visuales
Facultad Popular de Bellas Artes UMSNH
INSTAGRAM: ani_priti



¿Qué piensas cuando escuchas la palabra cempoalxóchitl?

Seguramente en aquella flor naranja intenso, de aroma característico que te transporta al día de muertos, que en México, se celebra el uno y dos de noviembre. La mayor parte del tiempo asociamos esta planta por su uso ornamental o en ceremonias religiosas, por lo que cuesta trabajo relacionarla con algo más, por ejemplo, con la industria agroalimentaria.

Esta planta tiene un gran recorrido a lo largo del periodo de **domesticación** a la que ha estado sujeta. La domesticación es **un proceso de selección artificial** mediante el cual una especie silvestre es **modificada adquiriendo ciertos caracteres heredables** con la finalidad de obtener determinados beneficios en favor del humano. Actualmente se reconocen seis centros de domesticación de plantas en el mundo definidos desde 1935 por Nikolai Vavilov, y **México forma parte del centro mesoame-**

ricano del origen y diversificación de plantas tales como maíz, frijol, aguacate, chile, y claro, el cempoalxóchitl, solo por mencionar algunos. Diversos autores coinciden en establecer como centro de origen del cempoalxóchitl a México, lugar donde presenta mayor diversidad y puede encontrarse tanto silvestre como cultivada.

El proceso de domesticación del cempoalxóchitl data de la **época prehispánica**, en el que los nahuas contaban con especialistas encargados de domesticar, mejorar y cultivar especies según sus intereses. Uno de ellos fue la **búsqueda de flores más hermosas**, dada la selección de caracteres para la obtención de flores más vistosas, colores y aroma más intensos.

Pero, ¿a qué le nombramos cempoalxóchitl?

El grupo náhuatl utilizaba este nombre para referirse a la variedad de plantas con características como hojas y tallos verdes en diferentes tonali-

dades, muy aromáticas, con cabezuelas de pétalos vistosos por sus colores, entre los que destacaban el color anaranjado, amarillo, rojo y sus combinaciones. Este conjunto de características se le confiere al género *Tagetes*, familia Asteraceae, endémica del continente Americano. Por lo tanto, los náhuatl llegaron a identificar diferentes especies y variedades de *Tagetes*. En la actualidad, se tiene registrado un total de **58 especies distribuidas a lo largo del continente americano de las cuales entre 33 y 35 se encuentran en México.**

¿Qué especies conocidas por los náhuatl eran llamadas cempoalxóchitl?

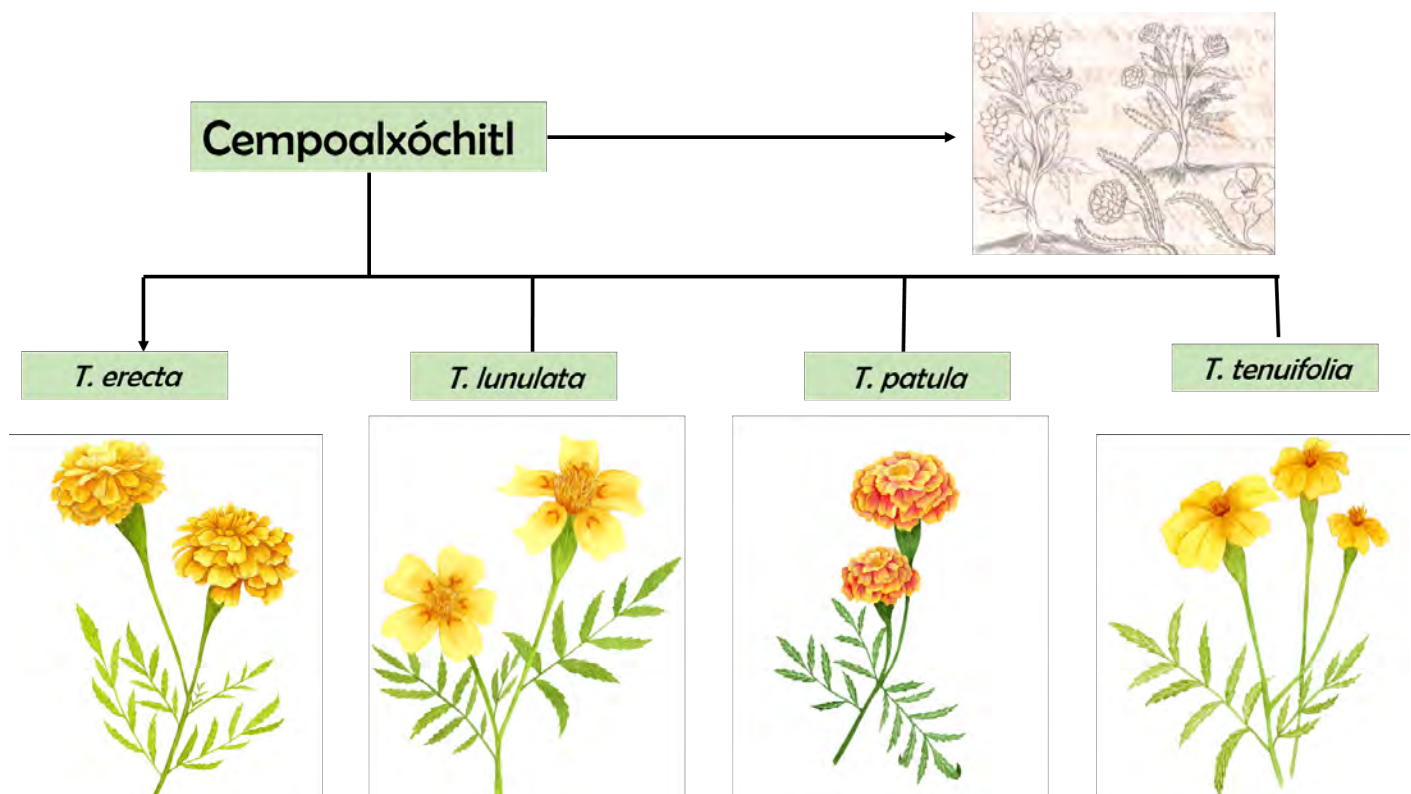
La *Historia General de la Nueva España* de Fray Bernardino de Sahagún, representa uno de los primeros documentos que proporcionan información etnobotánica sobre del género *Tagetes* (Códice Florentino, 1577), así como la obra *Historia Natural de la Nueva España* del protomédico Francisco Hernández (1570). En el Códice Florentino de Fray Bernardino de Sahagún se presentan ilustraciones de las especies del género *Tagetes* y se describen

algunas de sus características (color, olor, sexo de la planta), mientras que en la obra de Francisco Hernández, detalla más a las especies y establece las diferencias por el nombre náhuatl, por el color y tamaño. Ambas obras mencionan la existencia de la condición silvestre y cultivada de las plantas de cempoalxóchitl, indicando que, por un lado se practicaba la siembra y por otro la recolección.

A partir del Códice Florentino, con estudios de botánicas realizados en México, se indica como cempoalxóchitl a las especies *Tagetes erecta* L. y *Tagetes lunulata* Ort. Sin embargo, también las especies cultivadas corresponden a *T. erecta* y *T. patula*, mientras que las especies silvestres de recolección pueden ser *T. erecta* silvestre, *T. lunulata* y *T. tenuifolia*, respectivamente.

Distribución del cempoalxóchitl

En todo el territorio mexicano podemos encontrar *Tagetes*; sin embargo, no todas las especies se distribuyen de manera uniforme, ya que se ha observado una **mayor concentración** de especies distribuidas en el **centro-sur del país** debido a que



En la parte superior se muestra la representación del cempoalxóchitl tomada del código Florentino y en la parte inferior se muestran las especies de *Tagetes* que fueron cultivadas durante ese período.

se intersectan las cadenas montañosas más importantes de México: Sierras Madre Occidental, Oriental y del Sur y Eje Neovolcánico, conjugándose diversos climas, suelos, geología, relieve y diversidad ambiental. Esta diversidad del hábitat predispone una amplia variabilidad morfológica que se observa en las características descritas para las especies de *Tagetes*. Esto se ha podido observar en los mapas realizados de la distribución de 33 especies de *Tagetes*.

Importancia del género *Tagetes*

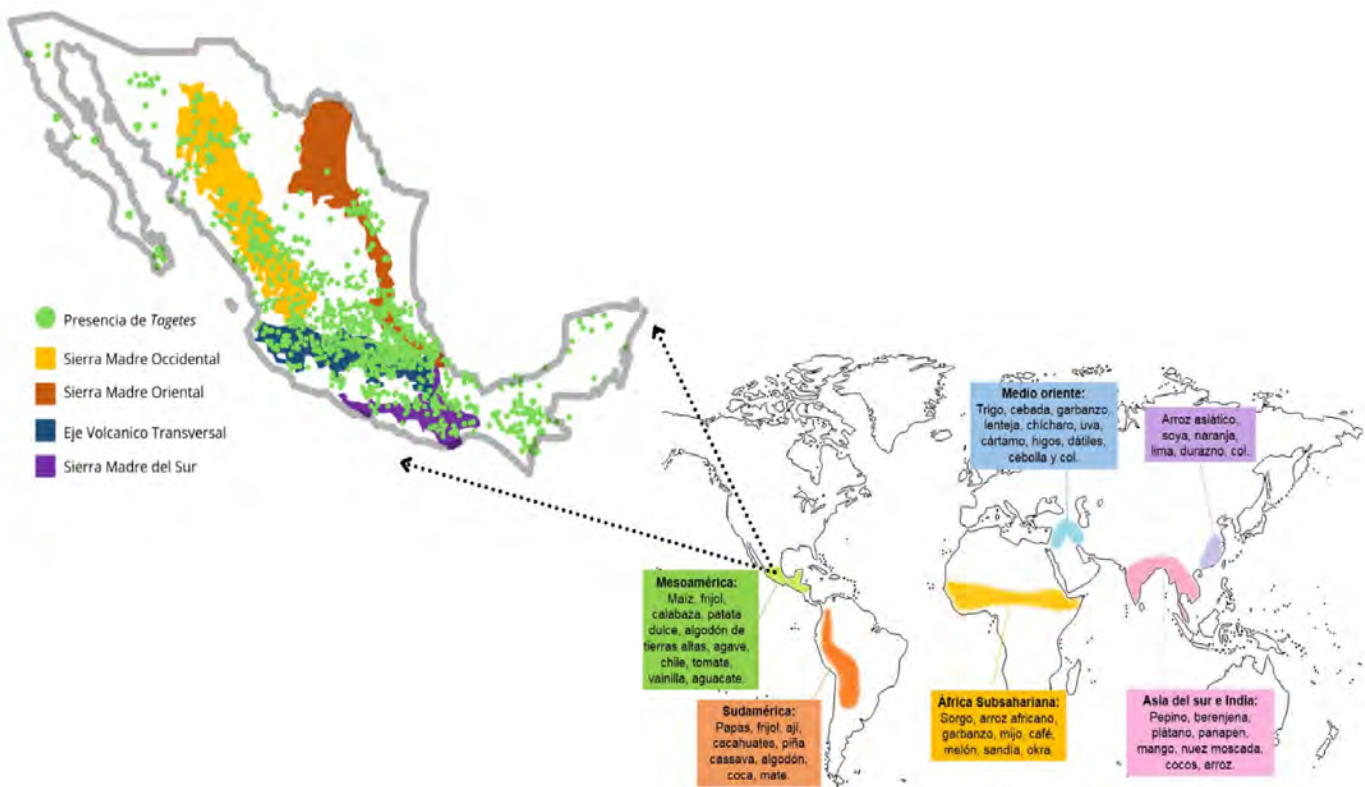
Las características principales de las especies de este género son la pigmentación y diversidad de tonalidades de sus flores, dada por compuestos químicos llamados **carotenoides**. Esta propiedad les ha conferido a algunas especies, no solo un atractivo ornamental, sino también un lugar en la industria agroalimentaria. Además, se han desarrollado **metabolitos secundarios** (compuestos químicos) en toda la planta, relacionados principalmente con

la medicina tradicional y biocidas.

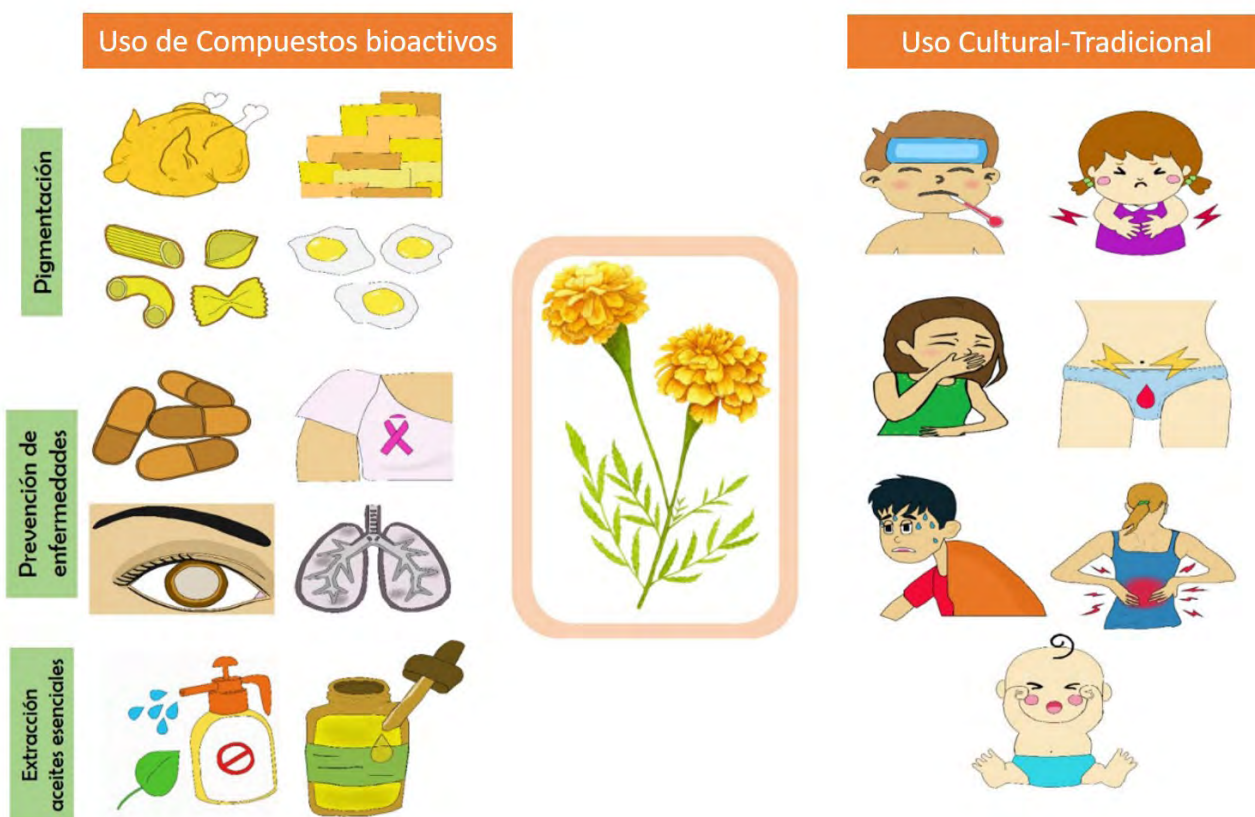
Los carotenoides son pigmentos que se encuentran de forma natural en muchos organismos. Su principal función biológica es la de servir como pigmentos en la absorción y recolección de luz en la fotosíntesis, además son los responsables de la gran mayoría de colores anaranjados, rojos y amarillos. Se dividen en dos grandes grupos: los **carotenos** y las **xantófilas**. La diferencia radica en que este último contiene al menos un átomo de oxígeno en su estructura química. El caroteno más importante en las plantas es el **β-caroteno** y el principal de la xantófila es la **luteína**.

Usos culturales y fuente de compuestos bioactivos

El cempoalxóchitl está fuertemente relacionado a las prácticas ceremoniales referido a la época prehispánica. En la actualidad, el uso ceremonial a los muertos continúa; sin embargo, el significado difiere al que se tenía en la época prehispánica.



Izquierda: Distribución y zonificación de *Tagetes*. Modificado de Serrato, 2014. Basado en información de herbarios nacionales, red informática REMIB e información de campo. Derecha: Principales centros de domesticación de plantas en el mundo. Obtenida con base en: <http://b4fa.org/bios-cience-in-brief/plantbreeding/gene-bank/>



Usos de compuestos derivados del cempoalxóchitl e importancia cultural dentro del marco de la medicina tradicional.

Asimismo, actualmente varias de las especies de *Tagetes* que se utilizan en México son empleadas, debido a las propiedades que le caracterizan (color y aroma) dentro del marco de la medicina tradicional, como **curativas para enfermedades físicas y sobrenaturales**.

Sin embargo, el mayor potencial del cempoalxóchitl se le ha atribuido a sus funciones y acciones biológicas. Por ello, el interés en los carotenoides ya no es únicamente por su utilidad como ornato, sino por sus propiedades biológica, ya que el estudio de estos en la **prevención de enfermedades ha demostrado ser un campo muy amplio y de gran importancia por su papel como agente nutracéutico**, como lo es la actividad de la provitamina A de los carotenoides.

Países como China, India y Perú han buscado modificar por medio de la hibridación (cruza de dos variedades o dos especies diferentes) y selección genética, mejores variedades para la obtención de pigmentos superiores; contrario a lo que se pensa-

ría, México no es el primer productor de *Tagetes* para su uso como fuentes de compuestos bioactivos.

Pero, ¿a qué se debe que México no figure dentro de los principales países en cuanto a la producción e investigación de esta especie?

Durante el año 2000 se observó un aumento en la producción de cempoalxóchitl, sembrándose alrededor de cuatro mil hectáreas destinadas a la industria farmacéutica y de alimentos. Sin embargo, la empresa farmacéutica a la que se destinaba gran parte de la producción se vendió a inversionistas de la India, provocando que la producción de decreciera.

A pesar de la gran importancia cultural y como fuente de compuestos que posee el cempoalxóchitl, debido a la **falta de apoyo en investigación científica** y el traslado de la producción a manos extranjeras, se ha desestimado su estudio e impedido que México compita en el mercado de pigmentos

PRODUCTOS DERIVADOS DEL CEMPOALXÓCHITL

FUNCIÓN	DESCRIPCIÓN	PRODUCTO FINAL
ALIMENTICIO	Pigmentación amarillo intenso	Colorantes vegetales: Yemas huevo, sopas pasta, piel y grasa aves y tinción de telas
EXTRACCIÓN ACEITES ESENCIALES	- Biocontrol de nématodos - Materia prima	- Insecticida, fungicida y acaricida -Aromatizantes, saborizantes
PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES	Asociada/prevenición: cataratas y degeneración macular	Cápsulas de luteína Debido a la actividad provitamina A de los carotenoides
	Reducción/riesgo de padecer cáncer mamario y pulmonar	Ingesta de xantófilas (luteína y zeaxantina)

de origen vegetal. Sin embargo, se han realizado esfuerzos para la obtención de un mayor contenido de xantófilas en *T. erecta*, por lo que **en el año 2008 se creó la Red Cempoalxóchitl** (reactivada en el 2020) con el fin de coordinar la participación de investigadores, empresas, agricultores y público general, interesados en realizar trabajos con plantas del género *Tagetes* en áreas de conservación *in situ*, *ex situ* y potenciación de recursos.

México tiene gran ventaja al poseer la mayor biodiversidad de esta especie —tanto morfológica como genética— dentro del territorio, así como por las condiciones de siembra y crecimiento. No obstante, **se desconoce el verdadero potencial de la mayoría de las especies de *Tagetes*** debido a su escaso estudio, de allí la necesidad de realizar investigaciones dirigidas a incrementar los cultivos de cempoalxóchitl para su uso cultural, ornamental y como fuente de compuestos para competir en el mercado extranjero.

Como hemos visto, el cempoalxóchitl ha tenido un gran recorri-

do histórico en nuestro país, por ello es importante profundizar en su estudio para su conservación y potencializar este recurso.





Kenia Elizabeth Ortega Jimenez. Egresada de la carrera de Biología en la Facultad de Ciencias (UNAM), Laboratorio de interacciones y Procesos Ecológicos.

Actualmente realiza su tesis sobre el sistema de polinización en la especie heteromórfica *Fagopyrum esculentum*.

kortega@ciencias.unam.mx



Johnattan Hernández Cumplido. Profesor asociado al Departamento de Ecología y Recursos Naturales de la Facultad de Ciencias (UNAM).

Una de sus principales líneas de investigación, es el estudio del efecto de la domesticación de las plantas sobre sus interacciones con las comunidades de insectos, teniendo como modelo de estudio tanto las pitayas, la guayaba y la flor de cempoalxóchitl.

johnattanhdz@ciencias.unam.mx



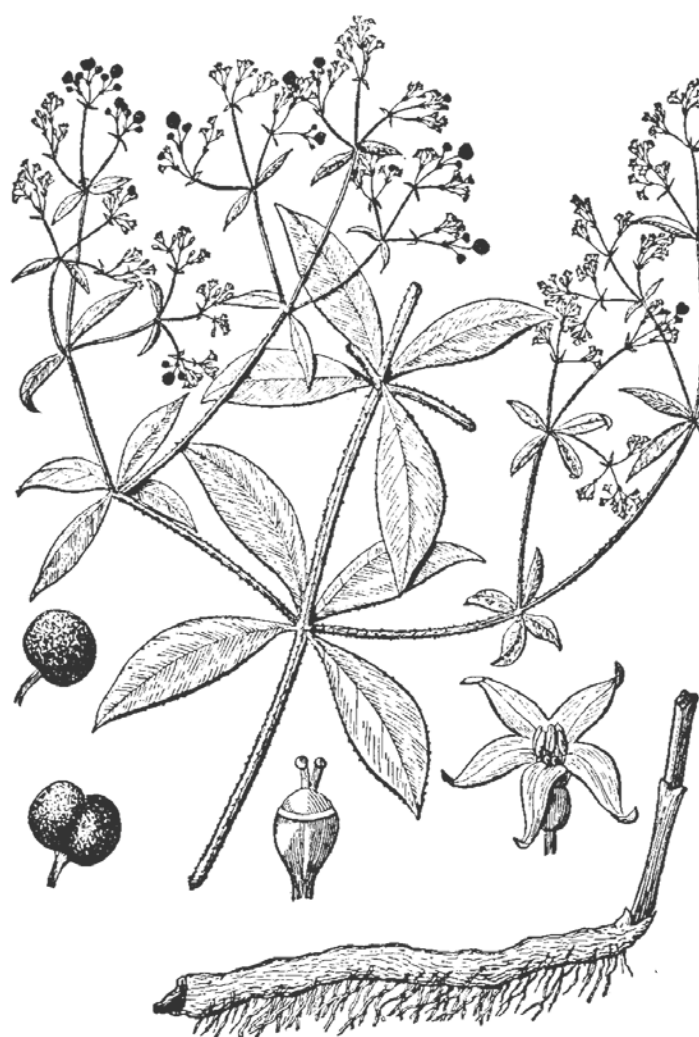
Contreras B.A. (2018). «Análisis fitoquímico, actividad insecticida y antifúngica de extractos de *Tagetes lucida* y *Tagetes patula*». Tesis de Maestría en Ciencias en Desarrollo de Productos Bióticos, Departamento de Biotecnología, Instituto Politécnico Nacional, México, Morelos. 63 pp. <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/24501/PTesis%202018%20Araceli%20Contreras%20Bail%c3%b3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Del Villar M.A., Serrato C.M., Solano N.A., Arenas O.M., Quintero G.A., Sánchez M.J., Evangelista L.S., Jiménez

A.A., García J.F. y Vanegas E.P. (2007). «Carotenoids in *Tagetes erecta* L. genetic modification as an option». *Revista Fitotecnia Mexicana*, 30(2), 109-118. <https://www.redalyc.org/pdf/610/61030201.pdf>

Serrato C.M. (2014). *El recurso genético Cempoalxóchitl (Tagetes spp.) de México (Diagnóstico)*, Universidad Autónoma Chapingo, México, 183 pp. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/225091/El_recurso_gen_tico_del_cempoalxochitl__tagetes_spp__de_mexico__diagnostico_.pdf

Plantas con características excepcionales





La diversidad en las plantas es verdaderamente excepcional que se traduce en sus hábitos de crecimiento, sus formas, los colores de las flores, sus olores y también en las especializaciones que presentan, así como en las interacciones con otros organismos. En los próximos tres artículos podrás saber más acerca de este tipo de características especiales de tres grupos de plantas: de las rubiáceas (Familia Rubiaceae); de *Utricularia*, una planta que flota; y, de las cactáceas que producen pitayas.

La familia Rubiaceae, a la que pertenece el café (*Coffea arabica*), es una de las más diversas entre las plantas con flores, ya que ocupa el cuarto lugar de diversidad entre las angiospermas, y en México tenemos alrededor de 700 especies, muchas muy apreciadas por sus flores. Su característica excepcional es la diversidad floral que presentan, por lo que requiere de diversos tipos de polinizadores (abejas, colibríes y mariposas, hasta polillas o mariposas nocturnas). Lee este artículo "Las Rubiáceas mexicanas y sus polinizadores" y aprende más sobre la relación que guardan la flor de estas interesantes plantas con su polinizador.

Algunas especies del género *Utricularia* son plantas acuáticas que no requieren del suelo para

anclarse por lo que viven flotando en el agua y es por sus rizoides por donde absorben los nutrientes disueltos en el agua. Pero lo que hace excepcional a estas plantas, es que se nutren de organismos que forman parte del plancton, mediante unas estructuras llamadas utrículos, por lo que en este artículo "*Utricularia*, una planta planctívora", se les considera plantas planctívoras y el autor nos presenta lo asombroso de este grupo de plantas.

Las cactáceas son unas de las plantas más representativas de nuestro país, ya que forman parte típica de nuestros paisajes, se encuentran en nuestro escudo nacional, pero también sus diversos usos tradicionales proporcionan bienes para forraje, construcción, cercas vivas, combustible o alimento. Pero, en el artículo "La pitaya: Un fruto colorido, sabroso y nutritivo", los autores destacan la característica excepcional de sus frutos, las pitayas, frutos de pulpa deliciosa, dulce y jugosa, cuya diversidad de colores hace imposible que no llame la atención del sentido del gusto para descubrir su sabor. Representan una alternativa de ingresos económicos para las familias campesinas, porque se comercializan en mercados locales o regionales. Y para los consumidores es una opción sabrosa, fresca y nutritiva para degustar el paladar.

ARTÍCULO

Las Rubiáceas mexicanas y sus polinizadores

Alejandro Torres Montúfar



Alejandro Torres Montúfar. Profesor-Investigador en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán y curador del Herbario FES-Cuautitlán, Departamento de Ciencias Biológicas, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México, Cuautitlán Izcalli, México.
montuf@hotmail.com

La familia Rubiaceae, mejor conocida como la familia del café, es una de las más diversas entre las plantas con flores, ya que ocupa el cuarto lugar de diversidad entre las angiospermas. En México, se cuenta con un gran número de Rubiáceas, ya que se tienen alrededor de 700 especies, algunas de las cuales son muy apreciadas por sus flores como plantas de ornato y otros usos que se les ha dado, por ejemplo, medicinal o alimenticio, donde la joya de la corona es el **café** (*Coffea arabica*), uno de los productos vegetales con mayor derrama económica mundial.

No obstante, para todo buen observador, la diversidad biológica no solo son números en una lista, sino que se traduce en colores, formas, especializaciones e interacciones con otros organismos, en todos estos aspectos, las Rubiáceas son excepcionales.

Las flores son sin lugar a duda el atributo más llamativo en las plantas

Las flores deleitan con sus formas, colores y olores a quien las tenga en su jardín o al paseante en zonas naturales; pero más allá de su cualidad estética, **las flores cumplen funciones más especializadas de reproducción.**

Las flores son ampliamente consideradas adaptaciones de las plantas para la atracción de polinizadores, y varias **características** de ellas definen la forma de polinización y a qué polinizador atraen, como su **color** y **forma**: flores rojas en forma de tubo cautivan aves o mariposas, mientras que flores amarillas aplanadas atraen abejas. Otra característica es la **hora de apertura**: flores que abren de

noche son propias de ser polinizadas por animales de hábitos nocturnos como murciélagos o polillas. También el tamaño, largo y diámetro de la flor define qué tipo de polinizador atrae y a menudo el largo del tubo floral está correlacionado con el largo de la lengua del polinizador.

Una vez atraídos los polinizadores por el color o el aroma de la flor, estos animales en su interés de consumir el néctar en una flor, invariablemente se rozan con las estructuras masculinas de las flores (las anteras) y se impregnan del polen, posteriormente, en su afán por seguir alimentándose, van visitando numerosas flores de diferentes individuos, trasladando así el polen de una flor a otra, propiciando la polinización y, por ende, la fecundación de los óvulos y potenciando así la reproducción de la planta. Pero **los polinizadores a veces están especializados en un tipo de flor, y las flores a veces también se especializan en un solo grupo de polinizadores**, en una interrelación muy estrecha.



Fotografía: Alejandro Torres Montúfar.



Fotografía: Alejandro Torres Montúfar

Las flores de las Rubiáceas

En las Rubiáceas, los caracteres florales se conjugan para brindar un crisol de diferentes tipos de polinización, por ejemplo, las flores de la Trompetilla (*Bouvardia ternifolia*) —arbusto de flores rojas o con tonos anaranjados—, forman un tubo de cerca de 5 cm cuya **apertura es durante el día** y al observar una de estas plantas durante un periodo de media hora, será común ver un **sinfín de insaciables colibríes** que buscan su néctar.

Otras **flores diurnas** son aquellas blancas o amarillas y con el tubo acortado menor de 2 cm de largo, flores a las cuales **las abejas se aglomeran** formando auténticas colmenas a su alrededor. Ejemplos de estas hay varias en la familia Rubiaceae; no obstante, la más importante es sin lugar a duda la flor del café sin cuyos polinizadores, la producción de frutos podría mermar notablemente y eso traducirse en pérdidas económicas para los productores cafetaleros.

Por otra parte, las **mariposas son asiduas visitantes de algunas flores de colores amarillos o**

con tonos claros con tubos de tamaño mediano, que oscila entre 2 y 5 cm de largo, como aquellas de la Hierba del Cargapalito (*Psychotria erythrocarpa*) o flores de Coralito (*Hamelia patens*), sobre las cuales se posan frecuentemente a extender su probóscide o lengua para alcanzar el néctar.

Mención especial son las flores nocturnas del Jazmín de Monte (*Posoqueria latifolia*) o los arbustos epífitos del género *Hillia*, cuyas flores son imponentemente grandes, con tubos de hasta 20 cm de largo, blancas, cuya polinización depende de polillas o mariposas nocturnas cuya lengua mide lo mismo que el tubo de la flor.

Relación entre las flores y los polinizadores de las Rubiáceas

Para definir los polinizadores se utilizan las características mencionadas anteriormente de una flor, a eso se le conoce como **síndrome de polinización**; no obstante, las indagaciones en campo aún son necesarias para corroborar o registrar qué animales visitan las flores. Ejemplo de esto son al-

gunas flores diminutas de Rubiáceas, que gracias a observaciones personales son frecuentemente visitadas por hormigas, aunque eso no significa que sean polinizadas por ellas. Es decir, existen pocos estudios enfocados en la polinización efectiva de estas plantas, donde seguramente también muchos otros grupos de insectos se benefician de sus recompensas de néctar y, de paso, efectúan la polinización.

Actualmente se considera que existe una **crisis de polinizadores**, donde muchos insectos



están declinando sus poblaciones debido a causas como el uso indiscriminado de insecticidas en zonas agrarias o la prevalencia de monocultivos que reduce notablemente poblaciones locales de polinizadores, por tanto, es imperativo conocerlos y protegerlos. Albert Einstein, quizás el científico más famoso de la historia, quien además era un entomólogo aficionado, se preocupó por la crisis de los polinizadores, vaticinando que si desaparecieran «Al ser humano solo le quedarían cuatro años de vida. Sin abejas, no hay polinización, ni hierba, ni animales, ni hombres».



Borhidi A. y Diego-Pérez N. (2002). «Introducción a la taxonomía de la familia Rubiaceae en la Flora de México». *Acta Botanica Hungarica*, 44, 237-280. <http://repositorio.fciencias.unam.mx:8080/xmlui/handle/11154/141531>

CONABIO. (2021). «Jardín para polinizadores». <http://www.paismaravillas.mx/movil/polinizadores.html>

Coro Arizmendi M. (2009). «La crisis de los polinizadores». *Biodiversitas*, 85, 1-5. <https://www.uv.mx/personal/asuarez/files/2011/08/Crisis-de-polinizadores1.pdf>

ARTÍCULO

Utricularia, una planta planctívora

José Antolín Aké Castillo



José Antolín Aké Castillo. Investigador de tiempo completo. Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías, Universidad Veracruzana.
aake@uv.mx

Plantas carnívoras

No hay nada más asombroso dentro de la botánica —ciencia que estudia al mundo vegetal— que saber que hay plantas ¡Carnívoras! Cuando escuchamos esto, inmediatamente pensamos **¿Cómo es posible que una planta coma carne?** Desde niños nos han enseñado que las plantas utilizan dióxido de carbono, los nutrientes de la tierra y agua para alimentarse, y que necesitan luz solar para poder hacerlo. También es posible que nos venga a la mente una imagen de una malévola planta envolviendo entre sus tallos y hojas a un humano para devorarlo entre lo que parecen ser unas

mandíbulas con dientes afilados... pensamiento producido por la influencia de las películas y obras de teatro que incluyen de manera fantástica a este tipo de plantas dentro de la trama.

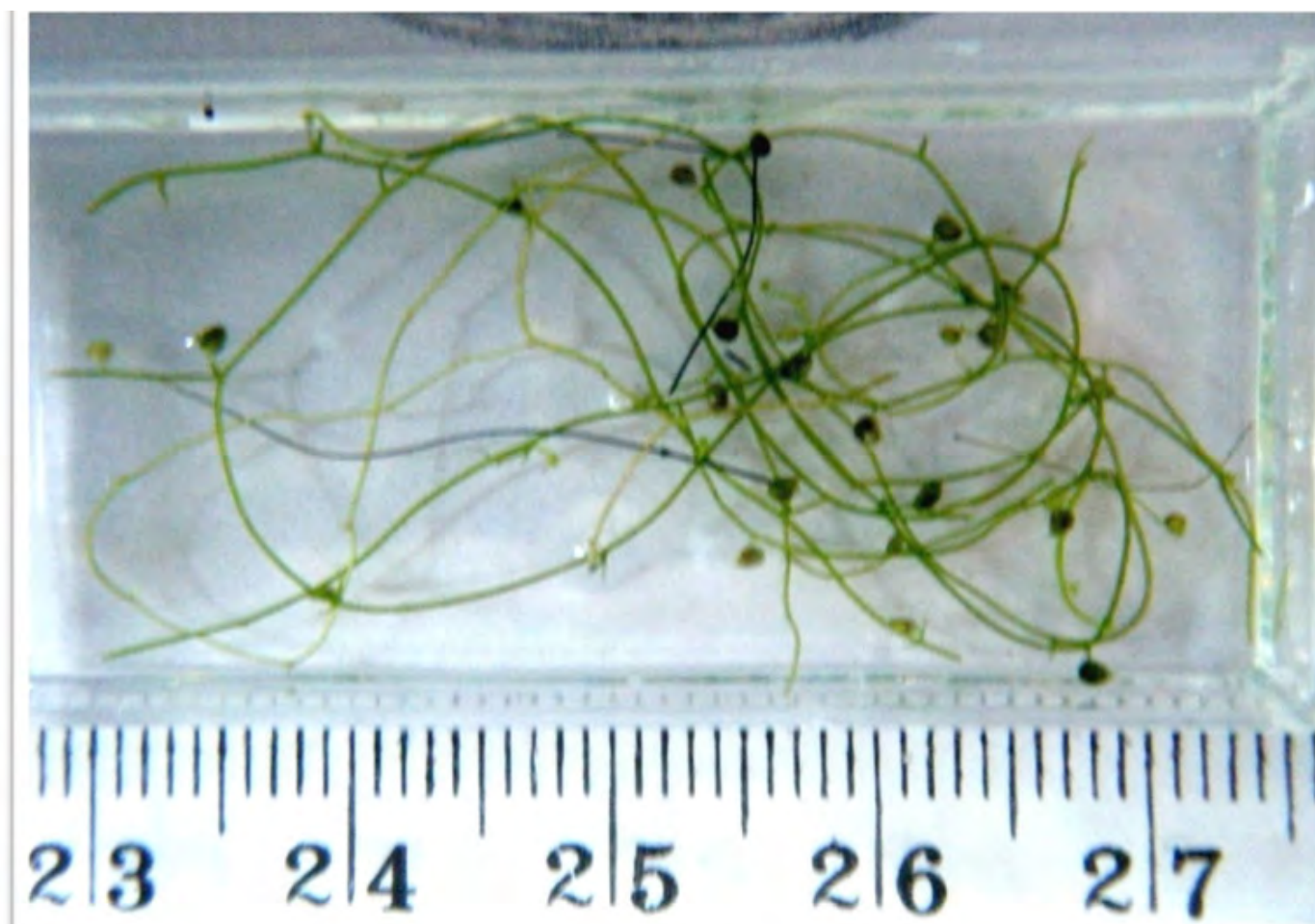
La realidad es que sí existe un grupo de plantas que no solo viven del proceso tan conocido de la fotosíntesis (transformación de la materia inorgánica a materia orgánica con ayuda de la luz), sino que además tienen que obtener nutrientes por otro mecanismo alternativo que le permite **capturar presas**. En este sentido, la evolución ha dotado de diferentes estrategias a este tipo de plantas, todas **modificando sus hojas para convertirlas en trampas mortales**, por ejemplo, en forma de valvas que se abren y cierran, hojas con pelos pegajosos en los cuales se adhiere la presa, en forma de olla ya sea con o sin tapa y un caso particular, limitado al ambiente acuático, es la posesión de hojas modificadas en forma de cápsulas o sacos en las cuales quedan atrapadas las presas.

Por lo regular se trata de insectos, por lo que también se les conoce como plantas insectívoras;

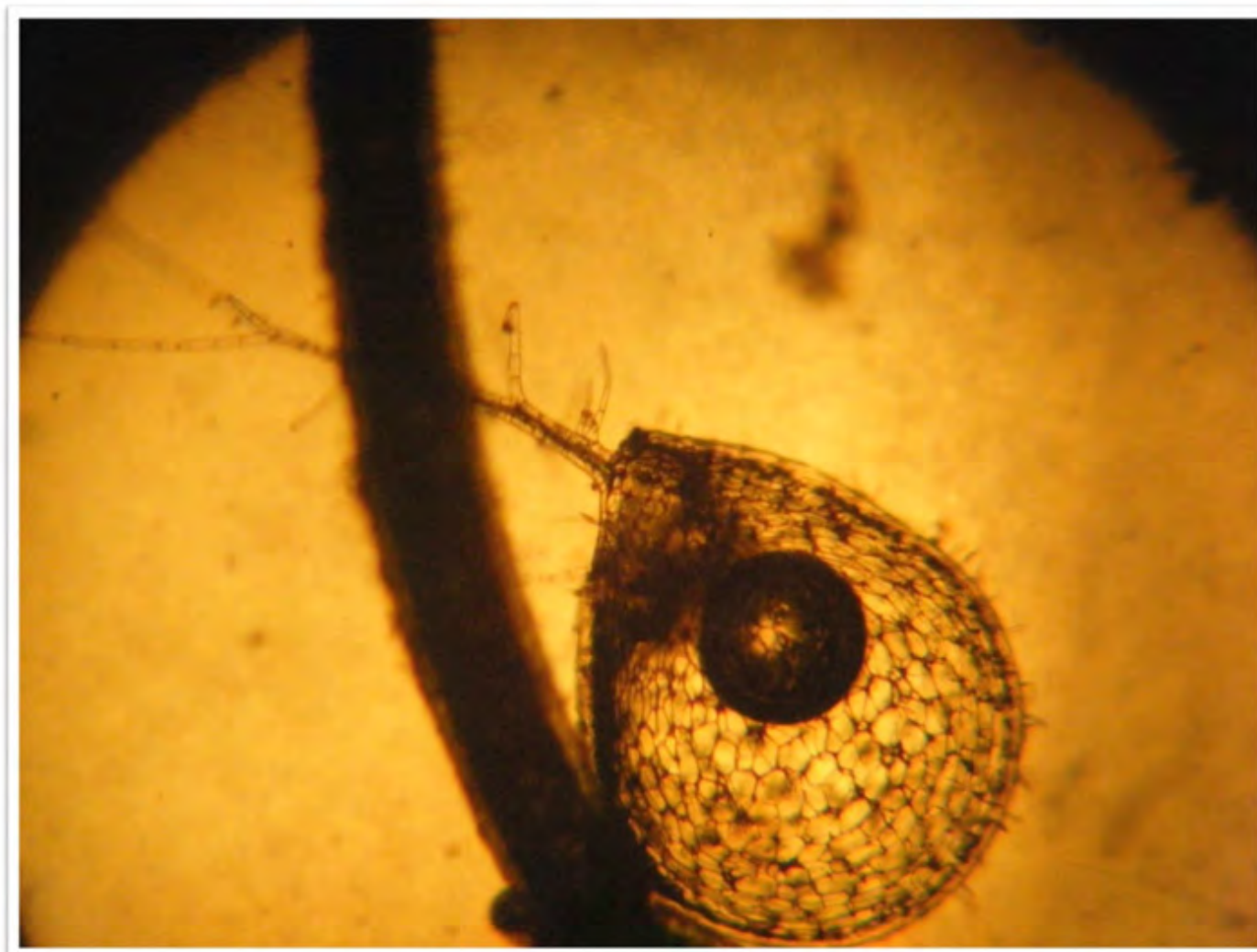
sin embargo, hay otros animales que pueden ser presas de estas plantas dependiendo del tamaño de estas. Así, **sus víctimas pueden ser animales vertebrados** como lagartijas, ranas, ratones y aves que caen en sus trampas, convirtiéndose en verdaderas plantas carnívoras. Sin importar el tipo de organismo que caiga, la planta es capaz de aprovechar a su presa a través de la producción de enzimas digestivas, las cuales descomponen la materia orgánica permitiendo que la planta aproveche diferentes elementos como el nitrógeno, fósforo y carbono, nutrientes que no logran conseguir por el mecanismo tradicional de sus raíces y del suelo.

La vida flotando

Un género peculiar dentro de este grupo de plantas carnívoras es el *Utricularia*. Algunas especies de este género son plantas acuáticas adaptadas a vivir dentro del agua. Carecen de raíces y, por lo tanto, no necesitan del suelo para anclarse, por lo que **viven flotando en el agua**. Son plantas pequeñas en forma de filamentos de unos cuantos centí-



Utricularia con utrículos (regla en cm). Fotografía: José Antolín Aké Castillo.



Utrículo de 700 micrómetros de longitud, con un apéndice ramificado (observado en microscopio de Luz: 40 aumentos).
Fotografía: José Antolín Aké Castillo.

metros, pero que pueden formar un entramado que llega a cubrir grandes superficies de agua. Poseen rizoides que les permiten absorber los nutrientes disueltos en el agua. Además, tienen unas estructuras llamadas **utrículos**, que son **sacos succionadores** con los cuales atrapan a sus presas y que, al estar vacíos, mediante pequeñas estructuras en forma de pelos que son sensibles al contacto o movimiento de sus presas, se convierten en verdaderas aspiradoras. Una vez que estas están dentro del utrículo, no hay salida y las enzimas digestivas empiezan su trabajo.

Lo interesante de las utricularias, es que sus presas son los organismos que se encuentran flotando junto a ellas denominadas **plancton**. En el plancton se encuentran dos tipos de organismos: los fotosintetizadores conformados por diferentes tipos de microalgas como las diatomeas, clorofitas, dinoflagelados y cianobacterias, y que en conjunto se les denomina **fitoplancton**; y los no fotosintéticos conformado por animales microscópicos como

copépodos, ostrácodos, cladóceros y rotíferos llamados **zooplancton**. Por lo tanto, utricularias y plancton conviven en un mismo espacio.

Planta planctívora

Como las utricularias y el plancton comparten el mismo hábitat, este último constituye el blanco perfecto para ser capturado, por lo que las utricularias son plantas verdaderamente planctívoras, es decir, se alimentan del plancton. La mayor parte de los organismos del **plancton tienen tamaños que varían entre los 0.002 a 1 mm**, por lo que generalmente sus medidas se dan en «micrómetros» (una micrómetro es la milésima parte de un milímetro).

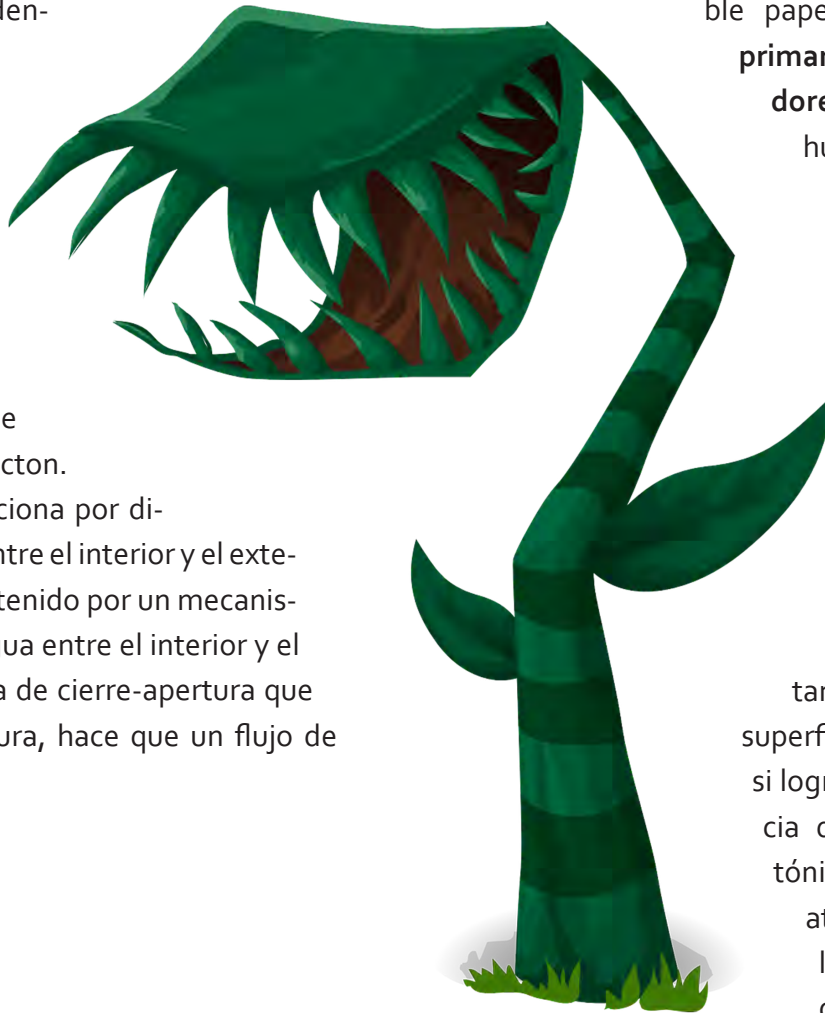
Dependiendo de la especie, las utricularias tienen utrículos de diferentes tamaños: los utrículos más grandes tienen hasta 7 mm y los más pequeños 0.2 mm, es decir, 200 micrómetros. Según el tamaño de sus utrículos, será el tamaño de sus presas. **Aunque no se conoce con certeza si existe una preferencia por parte de las utricularias en las**

diferentes fracciones del plancton, es decir, fitoplancton vs zooplancton, se ha encontrado que las microalgas sobrepasan en proporción la fracción del zooplancton en el contenido de los utrículos. Por esta razón, algunos investigadores han llegado a formular la pregunta de si estas plantas carnívoras son ¿¡Vegetarianas!?

Sin importar si sus presas son el fitoplancton o el zooplancton, lo sorprendente de estas plantas es el mecanismo único que han adquirido sus estructuras de captura para lograr funcionar en un medio líquido donde se alimenta del plancton. Este mecanismo funciona por diferencia de presión entre el interior y el exterior del utrículo, mantenido por un mecanismo de bombeo de agua entre el interior y el exterior, y un sistema de cierre-apertura que al activarse su apertura, hace que un flujo de

agua se mueva al interior arrastrando todo lo que esté alrededor del utrículo. El mecanismo de apertura se activa por el contacto del plancton con unos apéndices sensoriales del utrículo. Todo esto ocurre en milésimas de segundo, tan veloz que nuestra vista es incapaz de detectar dicho movimiento. Así, este mecanismo es uno de los más rápidos en el mundo de las plantas.

Las utricularias tienen un doble papel como **productores primarios** y como **depredadores** en ecosistemas de humedales de agua dulce del mundo. El estudio de su impacto en las tramas tróficas de estos ecosistemas acuáticos sigue siendo un reto. La próxima vez que visites un lago, laguna o pantano, pon atención en la superficie del agua para ver si logras detectar la presencia de esta planta planctónica que ha llamado la atención de los naturalistas e investigadores desde los tiempos de Charles Darwin.



Burgos-Hernández M. y Castillo-Campos G. (2019). «Lentibulariaceae». *Flora de Veracruz*, 181, 1-50. <http://gonzalocastillo.com.mx/floras/lentibulariaceae/>

Críales-Hernández M.I. y Jerez-Guerrero M. (2017). «Primer registro de *Utricularia foliosa* L. (Lentibulariaceae) y su espectro alimentario para la Ciénaga de Paredes, Santander, Colombia». *Actualidades Biológicas*, 38(104),

45-51. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/actbio/article/view/328977>

Díaz-Olarte J. y Duque S. (2009). «Ensamblajes algales en un microecosistema natural de la planta carnívora tropical *Utricularia foliosa* L.». *Caldasia*, 31(2), 319-337. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/36108/37530>

ARTÍCULO

La pitaya: Un fruto colorido, sabroso y nutritivo

Raúl Valle Marquina y Alejandro García Flores



Fotografía: Raúl Valle Marquina

Raúl Valle Marquina. Estudiante de Maestría en Manejo de Recursos Naturales, Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
rvallemarquina@gmail.com

Alejandro García Flores. Profesor-Investigador en el Laboratorio de Ecología del Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
alejandro.garcia@uaem.mx

La familia de las cactáceas incluye más de 2000 especies endémicas de América. Se encuentran desde el norte de Canadá hasta la Patagonia en el extremo sur del continente. **México es un centro de origen y diversificación** al registrar el mayor número de géneros y especies (**entre 550 y 900**), la mayoría endémicas del país. Son una de las familias de plantas que se encuentran muy presentes en el imaginario colectivo. Forman parte de los paisajes de nuestro país, especialmente de los áridos y semiáridos que ocupan cerca del 50 % del territorio nacional, aunque también se encuentran en ecosistemas como las selvas tropicales secas. Apa-

recen en el escudo de nuestra bandera: el águila postrada en un nopal y forman parte del folclor con el que los extranjeros asocian al «típico mexicano» recargado en un cactus columnar. Desde la época prehispánica y hasta la actualidad, han aportado múltiples productos para las poblaciones humanas, por ejemplo, materias primas para la construcción, cercas vivas, combustible, textiles, herramientas, medicinas, plantas ornamentales, forraje, colorantes o taninos.

Entre los frutos de los cactus, las pitayas

Para la población campesina, las cactáceas han sido un importante recurso alimentario. Además de los tallos y flores, **los frutos de diferentes especies son comestibles** tales como las tunas, xoconostles, jiotillas, alicoches, pochas, chichipes, huamuchis, teteches o chilitos de biznaga.

La mayoría de especies del género *Stenocereus* producen frutos comestibles que comúnmente son llamados pitayas. **En el país existen 22 especies nativas** que podemos encontrar desde la península de Baja California, por la costa del Pacífico hasta Chiapas, y en el golfo, desde Tamaulipas hasta Veracruz. Las pitayas generalmente suelen confundirse con los frutos de otras cactáceas, como las

del género *Hylocereus*, conocidos como pitahayas o fruta del dragón, pero a simple vista es fácil distinguirlas.

Las especies con mayor relevancia desde una perspectiva económica y de producción son *Stenocereus griseus*, *Stenocereus fricii*, *Stenocereus queretaroensis*, *Stenocereus quevedonis*, *Stenocereus pruinosus*, *Stenocereus thurberi* y *Stenocereus stellatus*. La pitaya de agosto, también conocida como xoconostle o simplemente pitaya (*Stenocereus stellatus*), es la especie de la cual hablaremos a continuación.

La pitaya una fruta muy mexicana

El pitayo de agosto (*Stenocereus stellatus*) es un cactus columnar endémico de la parte central de México. Se encuentra en la región de la cuenca del Balsas, en el valle de Tehuacán y la mixteca oaxaqueña dentro de los estados de Guerrero, Morelos, Puebla y Oaxaca. **El fruto de esta especie ha sido degustado desde épocas remotas**, lo cual se ha constatado por los restos humanos encontrados en cuevas del valle de Tehuacán que datan de 5500 años de antigüedad. Es un fruto de **pulpa deliciosa, fresca, dulce y jugosa, con una amplia variación de color** que es imposible que no llame la atención,





ya que podemos encontrar verdes, anaranjadas, amarillas, blancas, purpuras o rojas.

Su producción está asociada a la época de lluvias, situación contraria a lo que sucede con otras especies de pitayas que fructifican durante la época de sequía. Representa un recurso alimenticio para diferentes especies animales como aves, insectos, murciélagos o venados que habitan en lugares donde se desarrollan poblaciones de esta planta. Además, les proporciona agua por su alto contenido de la misma.

Bien debe de alimentarse quien no quiere oxidarse

La pitaya de agosto no solo es deliciosa sino también nutritiva. Investigaciones sobre los componentes nutricionales de esta especie la consideran como un potencial alimento nutraceutico porque puede proporcionar beneficios para la salud, principalmente por su **capacidad antioxidante**, además, **son frutos ricos en fibra, proteína y cantidades considerables de vitamina B, C y E.**

Pitzotlán, el pueblo de la pitaya

El Laboratorio de Ecología perteneciente al Centro de Investigaciones Biológicas de la Universi-

dad Autónoma de Morelos, como parte de su línea de investigación sobre el aprovechamiento campesino de los recursos naturales, ha realizado investigaciones en diferentes comunidades de Morelos, como en Pitzotlán del Municipio de Tepalcingo.

Pitzotlán es un pequeño poblado lleno de tradición resguardado entre los cerros de la Sierra de Huautla, al sur de Morelos. Esta región es un reservorio de biodiversidad del trópico seco mexicano porque conserva selva baja caducifolia, la cual se caracteriza por la presencia de árboles de baja altura y su marcada estacionalidad, donde la mayor parte pierde el follaje durante la época seca y reverdecen en los meses de lluvia.

Generalmente se tiene la idea de que el campesino mexicano solo se dedica a la agricultura, incluso desde la administración gubernamental los diferentes apoyos y subsidios se han concentrado en esta actividad. Sin embargo, dependiendo de las condiciones sociales, económicas y ecológicas en las diferentes regiones del país, **la actividad agrícola es complementada con actividades ganaderas, forestales, e incluso pesqueras.** Durante las últimas décadas y como respuesta a la disminución de programas de apoyo al campo, incremento de los costos de producción agrícola, precarización de

los precios de sus productos, incremento de la movilidad entre el campo y la ciudad como efecto de la globalización, los campesinos mexicanos complementan su subsistencia con actividades asalariadas como jornaleros agrícolas, obreros, comerciantes, etc., para poder satisfacer sus necesidades básicas. **Este conjunto de actividades se conoce como multiactividad o pluriactividad campesina.**

Las características de los hogares de Pitzotlán evidencian que son familias campesinas con multiactividad. Se dedican a la agricultura temporal en la que cultivan maíz, frijol, calabaza, sorgo; a la ganadería de bovinos, equinos, porcinos y aves de corral; pero también a la recolección de leña, pesca de mojarra en la presa de la comunidad, cacería y aprovechamiento de plantas útiles de la selva baja caducifolia. Para la obtención de ingresos económicos trabajan como jornaleros agrícolas, obreros en fábricas locales, mecánicos, electricistas, albañiles o en servicios públicos municipales.

Sin embargo, una de las actividades que caracteriza a esta comunidad es la producción de pitaya (*Stenocereus stellatus*), la cual **se recolecta de forma silvestre en el área ejidal de uso común o alrededor de la comunidad.** Bajo cultivo, hogares de la comunidad manejan huertos familiares de esta cactácea. La cosecha se realiza entre los meses de julio y septiembre, representando una alternativa de ingresos económicos para los habitantes al venderse a nivel regional en comunidades vecinas o negocios como paleterías.

Los mexicanos somos un pueblo muy festivo y Pitzotlán no se queda atrás. **Cada 22 de agosto se celebra la feria de la pitaya**, una de las tradiciones más representativas de la localidad. En dicho festejo se realizan actividades como bailes tradicionales, brinco del chínelo, jaripeo y la venta de productos a base de pitaya como yogurt, agua fresca, tamales, licor, mermelada, nieves, pastel, gelatina o la fruta fresca.

¿Por qué consumir pitaya?

Promover el consumo de productos locales y regionales de temporada, como la pitaya, contribuye al **desarrollo de la economía de los productos campesinos**, de la región y obtienes productos más frescos. Además, contribuye a esquemas más sostenibles de consumo, al reducir los requerimientos energéticos, embalaje y contaminación, en el transporte y distribución en la cadena de comercialización.



Bárceñas P. y Jiménez V. (2010). «Pitayas y pitahayas (*Stenocereus* spp. e *Hylocereus* spp.) Recursos agrícolas en el Valle de Tehuacán, Puebla». *Sociedades rurales, producción y medio ambiente*, 10(19), 101-120. <https://biblat.unam.mx/hevila/Sociedadesruralesproduccion-ymedioambiente/2010/vol10/no19/5.pdf>

Casas A., Valiente A. y Caballero J. (1998). «La domesticación de *Stenocereus stellatus* (Pfeiffer) Riccobono (Cactaceae)». *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 62, 129-140. https://www.researchgate.net/publication/283711548_La_domesticacion_de_Stenocereus_stellatus_Pfeiffer_Riccobono_Cactaceae

Sánchez-Cortés H., Bustamante-González B., Vargas-López S., Pérez-Ramírez N. y Morales-Jiménez J. (2018). «El cultivo de la pitaya de agosto (*Stenocereus stellatus* Pfeiffer) en la Montaña de Guerrero». *Agroproductividad*, 11(10), 189-193. <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/1267/1034>

Sánchez-Cortés H., Bustamante-González B., Vargas-López S., Pérez-Ramírez N. y Morales-Jiménez J. (2018). «El cultivo de la pitaya de agosto (*Stenocereus stellatus* Pfeiffer) en la Montaña de Guerrero». *Agroproductividad*, 11(10), 189-193. <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/1267/1034>

ARTÍCULO

El futuro de la ingeniería genética y sus implicaciones éticas

Genesis García Téllez



Genesis García Téllez. Estudiante de la Maestría en Ciencias de la Salud, Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas «Dr. Ignacio Chávez», Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

genesisgt_16@hotmail.com

Todos hemos visto, al menos una vez, una película donde se habla de modificaciones de organismos, hasta humanos, para potenciar en ellos ciertas características como estatura, fuerza, rapidez, incluso hacerlos más atractivos. Sin embargo, algo que no mencionan es cómo realmente ocurre este proceso. Hace aproximadamente diez años, las ganadoras del Premio Nobel en Química 2020, Jennifer A. Doudna y Emmanuelle Charpentier, establecieron el uso de «tijeras moleculares»

para realizar ciertos cambios en nuestro ADN de manera tan precisa, que lo que antes veíamos como ciencia ficción, hoy es una realidad.

Modificaciones a través de la historia

Nuestra naturaleza humana nos lleva siempre a conocer más, ver más allá de lo que actualmente estamos viviendo. Desde que nuestros ancestros se volvieron sedentarios y comenzaron a realizar prácticas de agricultura y ganadería notaron que, si hacían ciertas cruces con animales o plantas que poseían particularidades deseables, se obtenía un producto con mejores características. Por ejemplo, en plantas, los frutos son de mejor sabor, resistentes a factores climáticos, mejores rendimientos, entre otros rasgos.

Pero como ya hemos comentado, el humano siempre ha buscado la forma de hacer las cosas más rápidas y eficientes, por lo que empezó a realizar experimentos con la tecnología que tenía en el momento. En ocasiones sometían a las plantas a radiación ultravioleta, lo que le generaba cambios que muchas veces eran favorables, pero en otras

no. El deseo de mejorar organismos hasta la fecha no ha parado.

De acuerdo con datos del 2020 de la FAO (por sus siglas en inglés de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), **los primeros alimentos modificados estuvieron a la venta a inicios de los 90**, tales productos fueron: soya, algodón, maíz, papayas y papas. Estas modificaciones se han realizado principalmente por los métodos novedosos de transgénesis, lo que significa que se insertan genes nuevos o se modifica la expresión de los existentes.

Ahora, algunos de estos productos alimenticios los consumimos, como los jitomates que tienen una vida de anaquel más prolongada, el maíz que tiene resistencia a plagas, o incluso **la insulina** que requieren los diabéticos y que **ahora se produce en reactores de células modificadas**, cuando antes la obtenían del páncreas de animales. Actualmente están bajo investigación en diversos laboratorios la obtención de organismos modificados bajo los métodos de la edición genética mediante el uso de las tijeras moleculares, que llevará a la obtención de



microorganismos, plantas y animales con nuevas e interesantes características.

¿En qué consiste esta técnica de edición genética?

Antes de hablar de este tipo de técnica y todo lo que se pueda hacer con ella, primero hay que saber que es el ADN. A finales de los años 60 un bioquímico suizo, Fredrich Miescher, descubrió la molécula de ADN, un parteaguas en la investigación de todo organismo vivo. **El ADN es la base de la vida y consta de un lenguaje de cuatro compuestos** llamados nucleótidos: **adenina (A), timina (T), citosina (C) y guanina (G)**, que juntos forman una larga cadena enrollada como una escalera en forma de caracol, está compuesta de dos hebras y para formarlas, los nucleótidos interactúan en pares:

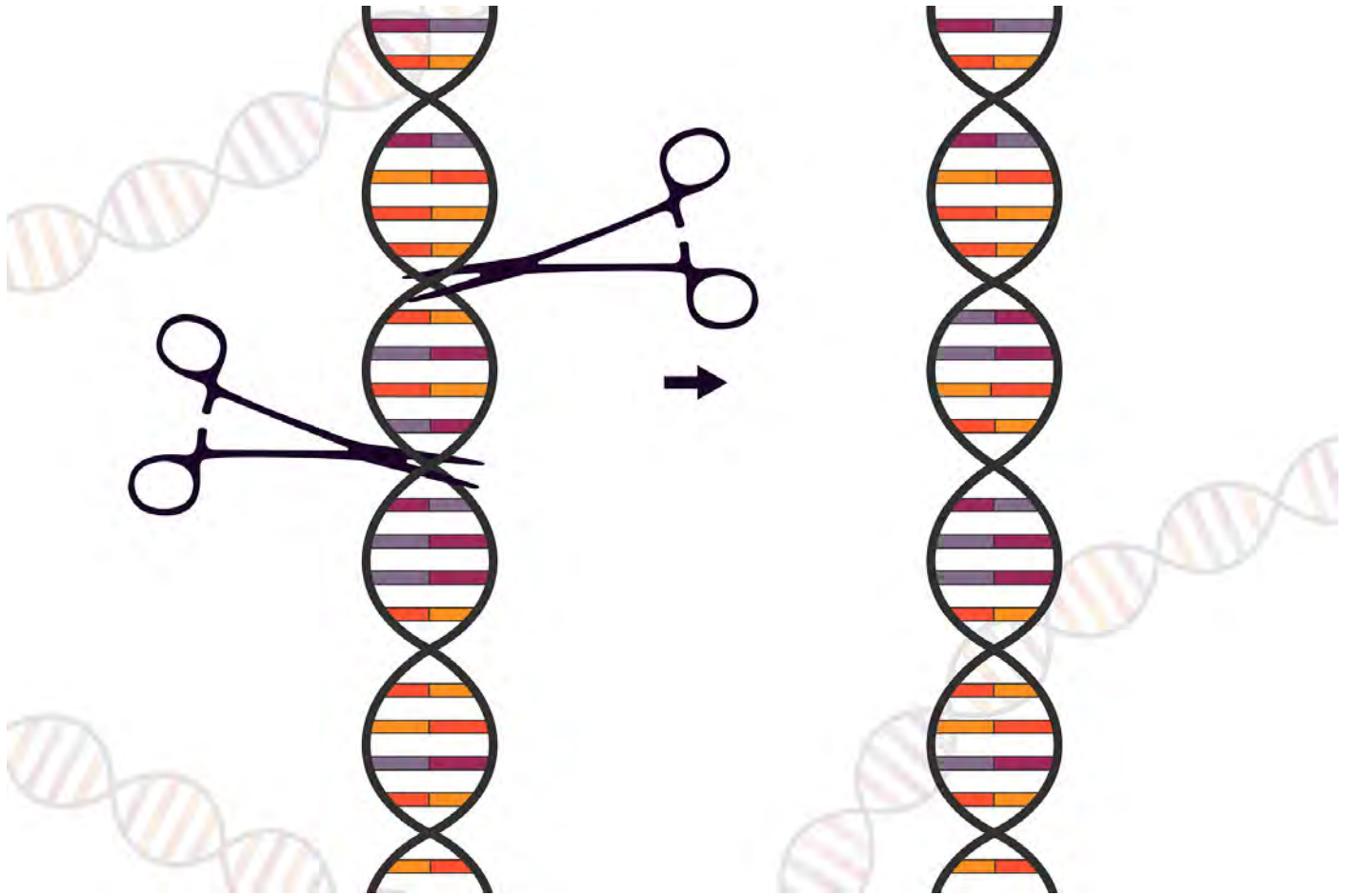
A con T y G con C. Estos compuestos son la **clave para determinar toda tu composición genética** como el color de ojos y piel, estatura, incluso si eres propenso a desarrollar algún tipo de enfermedad, etc. Un aspecto importante por marcar es que esos mismos cuatro nucleótidos se encuentran en todos los organismos vivos, desde bacterias hasta organismos más grandes como plantas y animales, de ahí la importancia de conocer cómo se comporta y qué podemos mejorar.

Ahora, lo que inició como una investigación sobre el mecanismo de defensa de las bacterias a infecciones generadas por virus —específicamente los llamados bacteriófagos, y cómo a través de este mecanismo logran sobrevivir a esta batalla—, terminó siendo «la técnica» en cuanto a la edición del ADN. Desde que se descubrió el ADN, muchos científicos han buscado la manera de lograr la edición más limpia y precisa, lo cual no se había logrado hasta hace pocos años por medio de la técnica que surgió de esta investigación: **CRISPR/Cas**.

¿Qué significa esto?

Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats (CRISPR, por sus siglas en inglés) significa en nuestro idioma Repeticiones Palindrómicas Cortas Agrupadas y Regularmente Interespaciadas; mientras que el acrónimo Cas viene de CRISPR Associated System, que agrupa a un conjunto de proteínas, en su mayor parte nucleasas, encargadas de realizar el o los cortes en un sitio específico del ADN. En particular, con CRISPR/Cas9 se edita una secuencia génica mediante la actividad de la endonucleasa Cas9, que identifica una secuencia palindrómica de los nucleótidos que son fragmentos que se leen de igual forma de izquierda a derecha o derecha a izquierda.





Cortar el ADN de forma precisa facilita insertar nuevas secuencias, cambiar nucleótidos, eliminar fragmentos y, en general, hacer ingeniería genética precisa. Cabe mencionar que el ADN no puede estar roto, ya que puede causar daños, incluso la muerte, pero la naturaleza es tan perfecta que ha desarrollado un mecanismo de reparación que consiste en volver adherir esos tramos rotos.

La técnica **CRISPR-Cas9** ganó relevancia por su precisión y bajo costo. Aparentemente, cualquiera con un laboratorio equipado adecuadamente puede realizarlo, lo cual parece ser cierto, ya que de acuerdo con un artículo de revisión realizado dos años después del descubrimiento, se contaban con al menos mil artículos donde se encontraba el acrónimo CRISPR en el título o resumen.

Implicaciones médicas y la ética sobre modificación de humanos

La nueva tecnología de CRISPR promete ser una alternativa a enfermedades que hoy nos aquejan como el cáncer y de aquellas causadas por virus como la reciente pandemia de COVID-19. La edi-

ción genética puede, en teoría, realizarse en células humanas para desarrollar terapias génicas que ayuden al control de enfermedades crónicas como el cáncer o incluso modificar el ADN para eliminar síndromes como el de Down. Aunque novedosa la tecnología de CRISPR-Cas9, antepone el inicio de una nueva era en donde una vez usada a gran escala (plantas, insectos y bacterias) o en humanos, ya no hay vuelta atrás.

En el caso de los humanos, la idea de **bebés de diseño genera controversia** y quizás seguirá por los próximos años, ¿estamos listos para hablar de personas genéticamente modificadas? Probablemente no, aún con el potencial de la técnica CRISPR, seguimos cometiendo errores, siguen ocurriendo mutaciones no deseadas, todavía el riesgo es alto. Aunque la tecnología está ahí y en teoría podemos hacerlo ¿Quién regulará esto? ¿Se tendrá que prohibir? ¿Quién tendrá acceso a esta tecnología? El panorama es complejo y como sociedad tenemos un reto enorme frente a nosotros.

Lo anterior está proyectado para que ocurra en un futuro lejano; sin embargo, considero que

es un tema que no debe pasar desapercibido. Hay que tomar en cuenta que hace muchos años, quienes descubrieron el fuego vieron que podían cocinar sus alimentos y mantenerse cálidos, aunque también fue utilizado como una herramienta para causar daño. Así pasa con **esta tecnología, tiene ventajas y desventajas**, pero siempre será mejor conocer el proceso, ya que no es correcto pecar de falsa inocencia. Entre más se conozca podremos regularlo y saber qué es lo que realmente se está haciendo.

Esta nueva tecnología llegó para quedarse y va a cambiar a la humanidad como la conocemos y el tiempo dirá hasta qué nivel. **Por el momento, no se**



considera ético usarla en personas. En la actualidad la legislación no contempla una regulación específica para este alcance; las normas mexicanas se enfocan en la regulación de transgénicos en la producción agrícola, alimentaria y en temas de sanidad y medio ambiente. Sin embargo, desde 1997 la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), se ha pronunciado en favor del mejoramiento de la salud de los individuos, pero destaca que se debe respetar la dignidad de las personas, así como prohibir la discriminación fundamentada en características genéticas. Pese a todo, nada nos asegura que en un futuro tal vez lo que no será ético es que las personas no tengan acceso a ese tipo de tecnología.



Associated Press. (2020). «Emmanuelle Charpentier y Jennifer A. Doudna ganan Nobel de Química por método para editar genoma». *El Financiero*. <https://www.elfinanciero.com.mx/ciencia/emmanuelle-charpentier-y-jennifer-a-doudna-ganan-nobel-de-quimica-por-metodo-para-editar-genoma/>

FDA. (2020). «Science and History of GMOs and Other Food Modifications Processes». <https://www.fda.gov/food/agricultural-biotechnology/science-and-history-gmos-and-other-food-modification-processes>

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (1997). «Declaración Universal sobre el Genoma Humano y los Derechos Humanos». http://portal.unesco.org/es/ev.php-URL_ID=13177&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html

The Nobel Prize. (2020). «The Nobel Prize in Chemistry 2020». <https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/2020/summary/>

ARTÍCULO

¡Alucinógenos en nuestros bosques!
Hongos *Psilocybe*

Perla Guadalupe Marín González



Perla Guadalupe Marín González. Estudiante de la Licenciatura en Biología, Universidad del Mar campus Puerto Escondido, San Pedro Mixtepec, Oaxaca, México.

per.mar.gon2302@gmail.com

Cuando hablamos de hongos, lo primero que nos viene a la mente es la típica imagen de un champiñón, un hongo con «sombrero». Lo segundo son preguntas, por ejemplo, ¿cómo saber si es un hongo comestible?, ¿qué pasa si lo ingiero y es alucinógeno? Y quizás muchas otras relacionadas con estos increíbles organismos.

El micólogo, especialista en estudiar a los hongos, es el más indicado para responder qué, cómo, cuándo, dónde y por qué de estos organismos. En este artículo, te hablaré de los hongos alu-

cinógenos, particularmente de los del género **Psilocybe**.

¿Quiénes son los *Psilocybe*?

Son hongos macroscópicos pertenecientes a la familia Strophariaceae, basidiomicetos del Orden Agaricales, de 2.5 a 10 cm de altura, con tallo delgado, largo y fibroso; su «sombrero» mide entre 1 y 3 cm. **Comúnmente se denominan hongos sagrados** (tema que retomaré más adelante) y se encuentran distribuidos prácticamente por todos los continentes (a excepción de la Antártida).

En el mundo **existen alrededor de 230 especies de *Psilocybe*** (al menos 144 con propiedades alucinógenas), de las cuales **53 se distribuyen en México**, siendo el país con más especies alucinógenas a escala mundial. Y eso no es todo, ya que en el estado de Oaxaca se conocen 31 especies de este género, 27 de ellas son alucinógenas, es decir, el 50 % de las especies a nivel nacional.

Las especies más comunes o utilizadas son *Psilocybe mexicana* (pajarito, angelito, hongo santo de las praderas, «teotlaquilnánacatl» u hongo sa-

grado que pinta o describe), *P. zapotecorum* (pajarito de monte o gran hongo sagrado), *P. caerulescens* (derrumbito u hongo de la razón), *P. hoogshagenii*, *P. cordispera*, *P. cubensis* (hongo divino del estiércol del toro) y *P. yungensis* (pajarito de monte). Todos los **nombres comunes provienen de los grupos étnicos donde se utilizan.**

Pero, ¿por qué son alucinógenos?

Empecemos por definir qué son los alucinógenos: **son sustancias que provocan ilusiones** (percepciones inexistentes o distorsiones), sin producir pérdida de conciencia, siempre y cuando se tomen en dosis no tóxicas. **También son llamados agentes psicodélicos o enteógenos**, por «abrir la mente» o proporcionar «una experiencia divina». En general, todos los hongos con propiedades neurotrópicas son conocidos como sagrados, divinos, mágicos, niños santos (como los llamaba María Sabina) o pequeños que brotan.

El **principio activo** (sustancia) de los hongos del género *Psilocybe* es la **psilocibina**, que ingerida por el humano se transforma en psilocina, la cual tiene una potencia alucinógena más fuerte que el





activo principal. No obstante, esta potencia puede variar dependiendo de factores como altitud, clima, época del año, tipo de suelo y bosque, lugar de colecta y fundamentalmente, de la especie o variedad y el estado en que el hongo se encuentra (fresco, seco o tratado).

¿Qué efectos provoca?

Al consumir cierta porción de un hongo *Psilocybe*, un primer efecto es la manifestación de euforia, seguida de la despersonalización, distorsión del campo visual y alucinaciones con colores muy vivos. Todos **estos efectos dependen de la persona** (rubor, sudoración, taquicardia y aumento de la presión arterial) y **suelen durar de cuatro a seis horas**. Aún no se conoce una dosis letal para el organismo humano, pero dosis elevadas de psilocibina (20-30 mg), pueden provocar sequedad de boca y un aumento de las alucinaciones. Dependiendo de la dosis consumida, el efecto termina o bien, puede persistir por varios días. Es por ello que su uso, venta o cultivo está prohibido a nivel mundial, lo que

también limita la realización de investigaciones científicas y médicas.

El legado de los *Psilocybe*

Estos hongos **eran utilizados en México desde las culturas precolombinas**, pero al ser vistas por los españoles como una práctica «demoníaca» quedaron prohibidas y permanecieron ocultas por muchos años. En las ceremonias, el chamán o sacerdote era la conexión entre el mundo físico y espiritual, es decir, entre lo natural y lo sobrenatural. Dichas presentaciones se realizaban con el fin de adquirir conocimientos sobre plantas, cosechas y cultivos, temporada de lluvias, enfermedades, etc.

En Oaxaca, al hablar de hongos alucinógenos, hay una relación con el nombre de **María Sabina**, reconocida como «**la sacerdotisa**» o «**la sabia de los hongos**», puesto que poseía una enorme experiencia en el manejo y reconocimiento de los hongos, o niños santos como ella les decía. **No fue la única, pero sí la más famosa**. Muchos investigadores como Robert Gordon Wasson (el padre de

la etnomicología) y Albert Hoffmann (quien aisló la psilocibina), fueron parte de los rituales paganos-católicos.

Hoy en día, son cinco los grupos étnicos de este estado que están relacionados con los hongos alucinógenos: los chatinos de San Juan Juquila y Yaitepec; los chinantecos de Quetzaltepec y Quiotepec; los mixes de San Juan Mazatlán, Santa Ma. Coatlán y Santiago Zacatepec; los zapotecos de San Agustín Loxicha y los mazatecos de Huautla de Jiménez. Además, como parte de la cultura son

también atractivos turísticos, tal es el caso de San José del Pacífico.

En cuanto a la experimentación científica o médica, la psilocibina presenta gran potencial para su uso en el **tratamiento de enfermedades mentales** o de salud mental, como para las personas que presentan **migrañas de racimo** (en múltiples zonas de la cabeza), **alteraciones neuropsicológicas** y la **profundidad de visión**, así como para el tratamiento en pacientes con **cáncer**, entre otras.



Carod-Artal F.J. (2015). «Alucinógenos en las culturas precolombinas mesoamericanas». *Neurología*, 30(1), 42-49. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0213485311002696?via%3Dihub>

Guzmán, G. (2011). «El uso tradicional de los hongos sagrados: pasado y presente». *Etnobiología*, 9(1), 1-21. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5294476>

Ramírez-Cruz V., Guzmán G. y Ramírez-Guillén F. (2006). «Las especies del género *Psilocybe* conocidas del Estado de Oaxaca, su distribución y relaciones étnicas». *Revista Mexicana de Micología*, 23, 27-36. <https://www.scientiafungorum.org.mx/index.php/micologia/article/view/975>

ARTÍCULO

Tecnologías computacionales para la prevención del suicidio

Juan Martínez-Miranda y Maryleidi Hernández Arvizu



Juan Martínez-Miranda. Catedrático Conacyt en la Unidad Tepic del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE-UT3).

jmiranda@cicese.mx

Maryleidi Hernández Arvizu. Responsable de Comunicación y Vinculación en la Unidad Tepic del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE-UT3).

maryleidi@cicese.mx

Para la mayoría de las personas, el suicidio no representa una intención de morir sino una solución extrema y definitiva para escapar de una situación conflictiva, o dejar de experimentar emociones y pensamientos negativos constantes. Este comportamiento autodestructivo deriva en diferentes conductas suicidas: **ideación, planeación e intento de suicidio**, las cuales usualmente se dan como **fases previas al suicidio consumado**. Los factores que originan estas conductas son variados, incluyendo los aspectos sociales, biológicos, psicológicos, ambientales y culturales. Lamentablemente, estos factores se han visto exacerbados debido

a la actual situación pandémica a nivel mundial. Los efectos del confinamiento, la pérdida del empleo o suspensión del trabajo sin remuneración, la muerte de alguien cercano o la ansiedad y el estrés provocados por el miedo al contagio, son solo algunos factores que han incrementado las conductas suicidas a raíz de la pandemia.

La otra pandemia

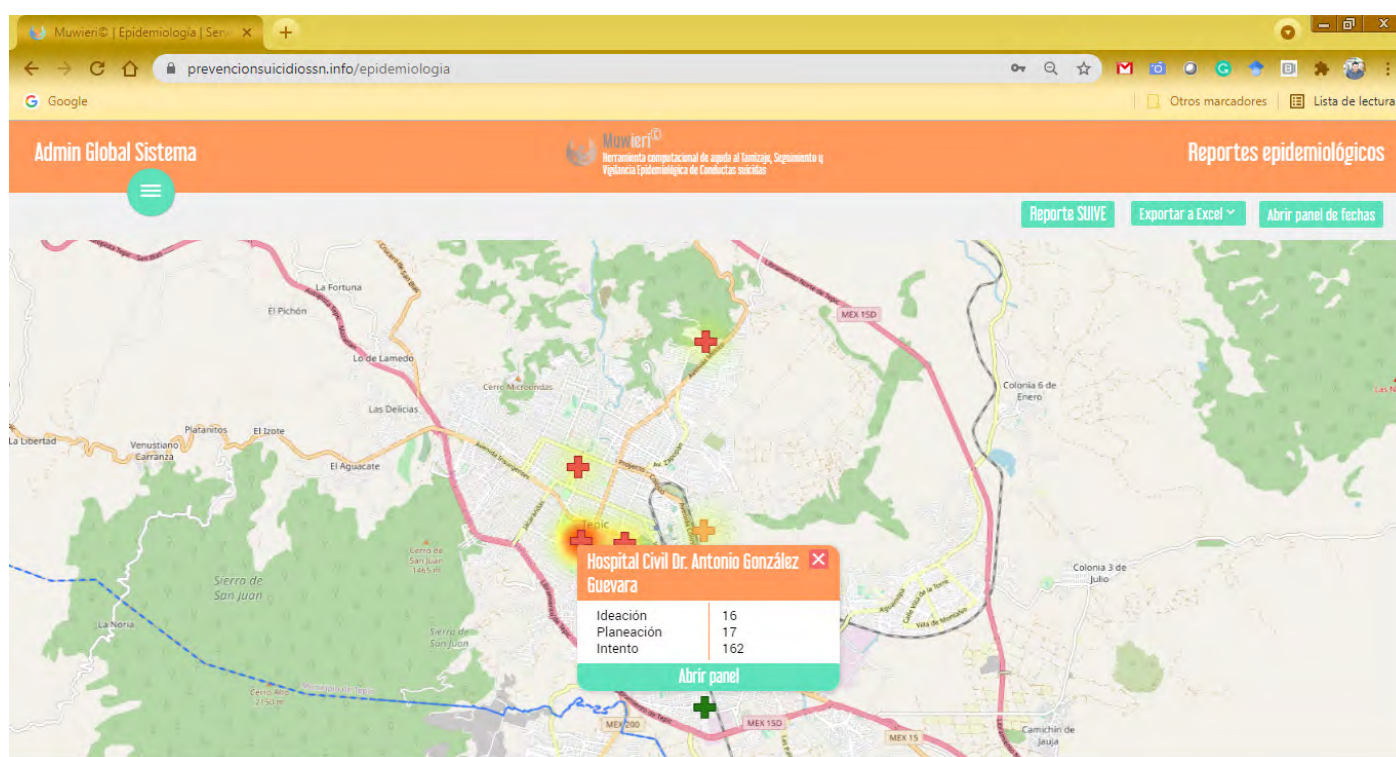
Desde antes de la aparición del virus SARS-CoV-2, **el suicidio ha sido un problema de salud pública a escala mundial** con una gran carga social, psicológica y económica. De acuerdo a los datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS), **poco más de 800 000 personas se suicidan cada año**. También hay estudios que estiman que, por cada suicidio cometido, existen entre 10 y 20 intentos de suicidio. Para recalcar el impacto de este problema, estas cifras representan que cada 40 segundos una persona se quita la vida y cada 3 segundos otra lo intenta.

Lamentablemente, **los jóvenes son el grupo poblacional más afectado por esta problemática**. De acuerdo a datos del INEGI, en nuestro país la tasa de suicidios muestra una clara tendencia ascendente en los últimos 20 años. En el 2000, esta tasa estaba en 3.5 suicidios por cada 100 mil habitantes, mientras que en el 2017 se ubicó en 5.2 y en 9.3 entre la población de 20-24 años, represen-

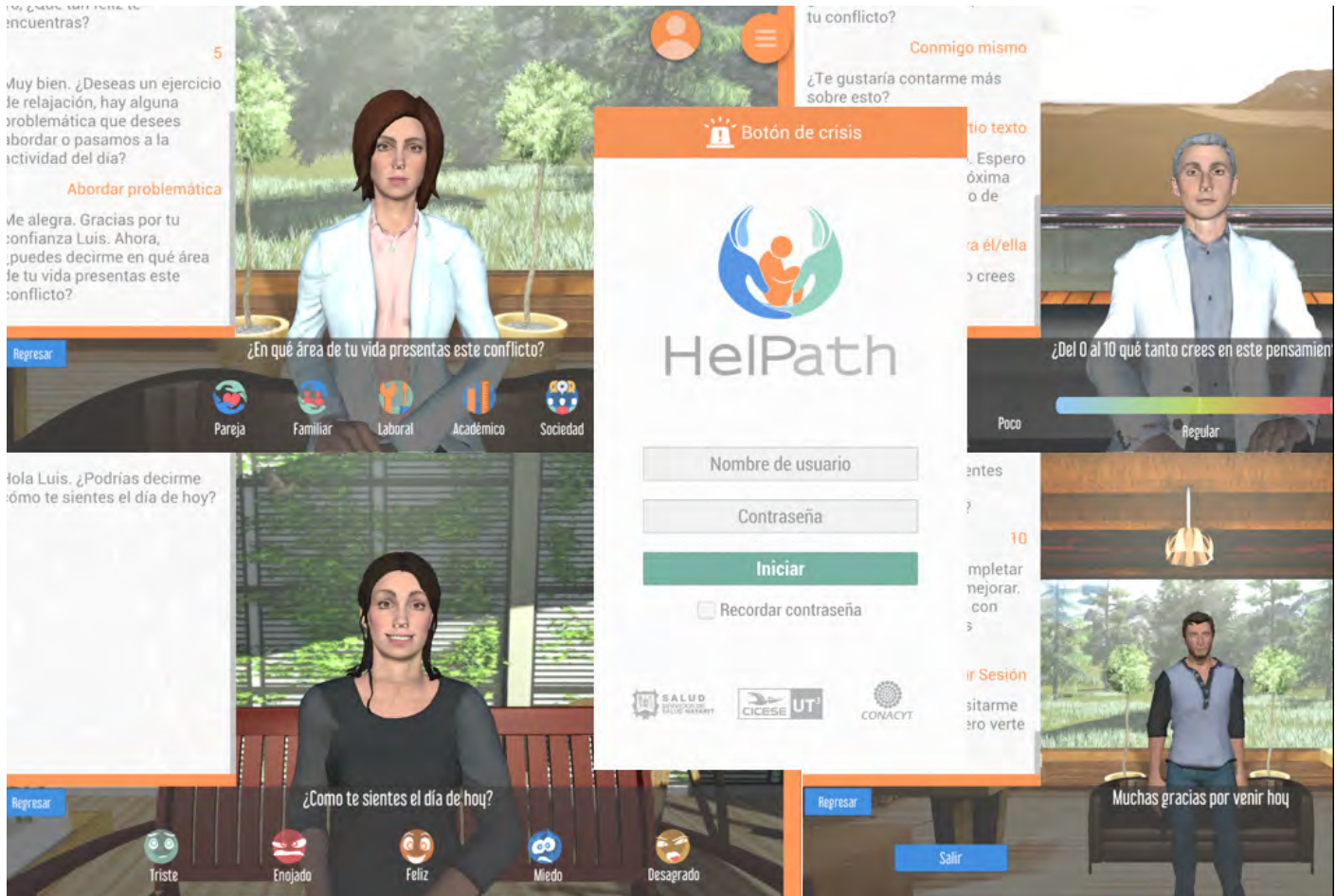
tando la **segunda causa de muerte en este grupo poblacional**. Desde una perspectiva de género, **los hombres son más afectados por este problema que las mujeres**: de cada 10 personas que mueren por suicidio, ocho son hombres y dos mujeres. Sin embargo, las mujeres representan el doble de conductas de ideación o intento suicida respecto a los hombres. Se estima que uno de los factores que contribuye a esta brecha de género es que en estas situaciones **los hombres son menos propensos a pedir ayuda**.

Aunque en muchos de los casos existen las señales de alerta asociadas a las conductas suicidas, estas no son tan evidentes. El aislamiento social y la falta de comunicación dificultan la identificación de alguno de estos comportamientos en las personas. **La estigmatización del suicidio**, hace aún más difícil tipificar los factores de riesgo que predisponen a un individuo, pues **no hablar abiertamente sobre el tema puede agravar el problema**. No solo las personas con algún trastorno mental son susceptibles de atentar contra su vida: cualquier persona, en cualquier momento de su vida, ante una situación de crisis puede presentar algún riesgo de suicidarse.

La buena noticia es que **el suicidio es un problema que puede prevenirse**. Existe evidencia de que una buena promoción de la salud mental, difusión de medidas preventivas en medios de comu-



Módulo de vigilancia epidemiológica en «Muwieri»



Diferentes agentes virtuales en HelPath como el principal medio de interacción con el usuario.

nicación, restricción de acceso a los instrumentos para llevarlo a cabo y facilitar el acceso a tratamientos psicoterapéuticos contribuyen a minimizar los actos de suicidio. Estas estrategias no deben dejarse única y exclusivamente al sector salud, por el contrario, deben ser multisectoriales y han de traducirse en planes y acciones específicas que puedan ser evaluados regularmente para identificar aspectos de mejora.

Tecnologías para la prevención del suicidio

Uno de los sectores que justamente puede contribuir a la prevención del suicidio es el tecnológico. La adopción y uso de herramientas tecnológicas como el Internet y las aplicaciones móviles por una buena parte de la sociedad, puede incrementar la disponibilidad y accesibilidad de acciones de prevención tales como: sistematizar los protocolos para la identificación de personas en riesgo; recolectar y analizar datos para la vigilancia epidemiológica de conductas suicidas; y ofrecer intervenciones puntuales como complemento al tratamiento psicoterapéutico en cualquier lugar y momento. Es en este contexto que desde principios de 2017, en CICESE-UT³, se desarrolló una plataforma computacional de apoyo para la detección, prevención y

seguimiento de personas con conductas suicidas.

Esta plataforma computacional se desarrolló con dos componentes principales. El primero es **una aplicación web llamada Muwieri**, dirigida a los especialistas clínicos con el objetivo de recopilar y analizar de manera sistemática los casos de personas detectadas con alguna conducta suicida (ideación, planeación o intento). En concreto, son tres las funcionalidades ofrecidas por el sistema Muwieri:

La primera es la implementación de un tamizaje homologado, implementado a través de **cuestionarios estandarizados para la detección de conductas y/o riesgo suicida en centros de salud** (de primer y segundo nivel de atención), cuenten o no con especialistas (psicólogos y/o psiquiatras) en salud mental.

La segunda funcionalidad es un **módulo de ayuda para el control y seguimiento de casos detectados** a través de la implementación electrónica de la historia clínica psicológica, así como un módulo para la gestión de las notas de evolución, tratamiento y/o contrarreferencia del paciente.

La tercera funcionalidad es un **módulo de análisis y visualización de los datos recabados en los distintos centros de salud** para la generación

dinámica de gráficas y reportes estadísticos a partir de la selección de criterios de búsqueda ya sea temporales, de ubicación geográfica o a partir de las características (por ejemplo, sociodemográficas) de la población.

El segundo componente de la plataforma desarrollada es una **aplicación móvil interactiva llamada HelPath**, cuyo principal objetivo es facilitar el seguimiento continuo y remoto a personas detectadas con alguna conducta suicida y ofrecer ayuda para la detección y prevención de factores de riesgo. Los contenidos de esta aplicación móvil son ofrecidos al paciente mediante un agente virtual (avatar) el cual, a través de técnicas de Inteligencia Artificial, genera interacciones conversacionales durante la sesión con el paciente. Durante esta interacción, el agente virtual muestra reacciones emocionales a través de sus expresiones faciales, lo cual es importante para generar una mayor confianza en el usuario y maximizar el impacto positivo que estas aplicaciones pueden tener en el área de la salud mental.

La información recabada por el agente virtual y las recomendaciones ofrecidas al paciente, están basadas en un protocolo de detección y prevención de factores de riesgo de suicidio utilizando el enfoque de la **terapia cognitivo-conductual**, el cual ha probado ser útil para la prevención de conductas suicidas. Las actividades que el paciente realiza en las sesiones interactivas incluyen lo siguiente: 1) Una actividad de psico-educación en la cual se explican los objetivos y fundamentos de la terapia cognitivo-conductual al usuario. 2) Monitoreo continuo

de las emociones o estado de ánimo del usuario. 3) Actividades para la identificación de pensamientos irracionales que ayuden al usuario a realizar una modificación cognitiva sobre los mismos. 4) Planificación y seguimiento de actividades para promover una activación conductual con el objetivo de mejorar y/o mantener un estado de ánimo positivo en el usuario. 5) Un conjunto de ejercicios de relajación con el objetivo de ofrecer ayuda al usuario en situaciones de estrés o ansiedad. 6) Identificación de riesgo suicida a partir de los datos de la historia clínica psicológica del usuario y de las actividades realizadas en la aplicación móvil. En caso de detectarse un alto riesgo de suicidio, **se envía un SMS de alerta a las personas elegidas por el paciente** que pueden ser familiares, amigos o el especialista. Si el paciente autoriza que HelPath acceda a la información de su GPS, en el SMS de alerta se envía su ubicación para facilitar la localización del usuario.

Esta plataforma tecnológica **está en uso en unidades de atención primaria y hospitales de los Servicios de Salud de Nayarit (SSN)**. Desde abril de 2019, más de 360 personas han sido detectadas con alguna conducta suicida a través de Muwieri y a más de 50 de ellos los especialistas han recomendado el uso de HelPath como complemento a su tratamiento. La información recabada de estos pacientes, así como la evolución de los mismos, permitirá en el mediano y largo plazo, en términos epidemiológicos, entender mejor esta problemática para implementar y evaluar acciones concretas que ayuden a reducir los números actuales de suicidios del estado.



Benítez Camacho, E. (2021). «Suicidio: el impacto del Covid-19 en la salud mental». *Revista de Medicina y Ética*, 32(1), 15-39. <https://doi.org/https://doi.org/10.36105/mye.2021v32n1.01>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2019). «Estadísticas a propósito del día mundial para la prevención del suicidio (10 de septiembre)». Comunicado de prensa Núm. 455/19. https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2019/suicidios2019_Nal.pdf

Martínez-Miranda J., Pérez-Espinosa H., Villaseñor-Pineda L. (2015). «Sistemas interactivos de ayuda al tratamiento de trastornos afectivos: importancia de reconocer y expresar las emociones adecuadas». *Komputer Sapiens*, 7(1), 20-24. <http://smia.mx/komputersapiens/publicaciones.php#KSVII-I>

TECNOLOGÍA

Bacterias: Alternativa para el uso de agroquímicos

Mariela Aguilar Linares y Yolanda Ruíz Suárez



Mariela Aguilar Linares. Estudiante de Maestría en Agrobiotecnología, Instituto Tecnológico Superior de Los Reyes, Los Reyes, Michoacán, México.

98maagli@gmail.com

Yolanda Ruíz Suárez. Profesora-Investigadora del Instituto Tecnológico Superior de Los Reyes, Los Reyes, Michoacán, México.

ing_yruiz@hotmail.com

Desde el siglo pasado y hasta la actualidad, el sector de la agricultura se ha visto en la necesidad de usar agroquímicos por distintas razones. En primer lugar, y también la más importante, es por la demanda de alimentos que exige el crecimiento exponencial de la población; asimismo, por las plagas y enfermedades que se han estado presentado debido al manejo del monocultivo. Sin embargo, los excesos llevan a problemas y este caso no es la excepción.

El uso indiscriminado que se le ha dado a estos productos ha provocado **gran desequilibrio**

ecológico, contaminación, resistencia por parte de los organismos plaga, así como enfermedades para el propio ser humano debido a la **bioacumulación** que se genera, es decir, los residuos que quedan de los químicos sintéticos en la parte del fruto u hoja que ingerimos, o los mismos trabajadores que manipulan este tipo de productos, quienes terminan acumulándolo hasta presentar **problemas de salud**, desde un pequeño dolor de cabeza, vómito o diarrea, hasta cáncer y muerte en los casos más extremos.

Pero entonces, ¿qué hacer?

Existe una gran diversidad de microorganismos, de hecho, se puede decir que literalmente estamos, y todo está repleto de ellos, aunque no siempre seamos conscientes. Y cada uno tiene su razón de ser, sus procesos a llevar y su motivo de estar aquí. En el campo, en su suelo, hay toda una **ecología microscópica** que ayuda a mantener el **equilibrio y correcto funcionamiento** de toda la gama de procesos que ocurren en un suelo sano, que es justo el tipo de suelo que se requiere en la agricultura moderna para el mejoramiento y óptima producción de alimentos.

Agroquímicos e impactos secundarios

Los agroquímicos son todas aquellas sustancias químicas o sintéticas que se utilizan para la producción y mantenimiento de los cultivos. En su mayoría se mencionan los **insecticidas**, comúnmente utilizados para el control de plagas, los **herbicidas** encargados de eliminar cualquier tipo de planta no deseada en el cultivo y los **fertilizantes** que son los

estimuladores del crecimiento vegetal, ya sea enfocado a la raíz, planta, fruto o floración, principalmente.

Si su uso se ha diseñado con el fin de proteger a los cultivos de las plagas y enfermedades, así como para mejorar el rendimiento en alimentos, ¿por qué nos afectan a nosotros o al ambiente?

El problema deriva en su naturaleza, ya que casi todos estos productos son elaborados de forma sintética, y así como el plástico que puede permanecer hasta cien años en el suelo sin degradarse, lo mismo ocurre con ciertas sustancias que contienen los agroquímicos. Una vez que el productor aplica el químico, este hace su efecto; sin embargo, **el 100 % jamás es captado o digerido por la planta** o el organismo al que se le aplicó. Entonces, suponiendo que solo se absorbió el 40 %, el otro 60 % restante queda en el suelo y es ahí donde comienzan los problemas, ya que las moléculas se comienzan a integrar al suelo aun cuando no eran parte de su contenido original, por lo tanto, no hay ningún organismo que pueda transformarlo, entonces esa molécula continúa en ese espacio generando desequilibrios, contaminación e incontables efectos secundarios.

Las alternativas del uso de agroquímicos

Existe una gama de productos que son elaborados con organismos, o parte de ellos, a los que se les llaman **bioproductos** y que derivan del resultado de la aplicación biotecnológica en el ámbito industrial. Actualmente hay una gran variedad de bioproductos: **biofertilizantes**, **bioplaguicidas** o **biorremediadores**, cada uno elaborado con orga-





nismos, partes de ellos o sustancias o metabolitos que producen. Brindan crecimiento, equilibrio y generalmente son específicos al organismo problema en caso de que se trate de plaga. Esto tiene una enorme ventaja ya que su producción no suele ser costosa y, debido a su naturaleza, no tiene problema de acumulación por falta de degradación, por lo tanto, se presta a olvidar el tema de posibles efectos secundarios.

Cabe destacar que la utilización de estos productos varía dependiendo del organismo a tratar o la variedad de planta que se busca inducir; sin embargo, este tema resulta bastante prometedor para su aplicación, así como para presentes y futuras investigaciones que guíen tanto su elaboración como la correcta aplicación. A continuación, te describimos algunos de estos organismos que se utilizan para la generación de productos alternativos a los agroquímicos.

Bacterias promotoras de crecimiento

Las **rizobacterias** promotoras del crecimiento vegetal son, como su nombre lo indica, organismos que promueven el crecimiento de las plantas debido a que tienen la capacidad de sintetizar

ciertas moléculas y sustancias que, al momento de interactuar con la planta, benefician su nutrición, protección, entre otros aspectos. Pero antes de continuar... ¿Cómo es que estas bacterias llegan a la planta? Resulta que las bacterias se encuentran en el suelo, generalmente en el área de la rizósfera, encontrada inmediatamente en las raíces e influenciada por estas. Entonces, como se sabe, la planta se encuentra en constante funcionamiento, ya sea metabolizando o excretando ciertas sustancias, de las cuales algunas de ellas resultan ser atractivas para las bacterias; es ahí cuando comienza su interacción, ya sea sobre la raíz o dentro de la planta.

¿Bacterias que entran a las plantas?

Son llamadas **endófitas**, y dependiendo del tipo de bacteria, es también el mecanismo para entrar, por lo que difieren unas con otras. Sin embargo, el resultado es el mismo, terminan dentro y comienzan a interactuar directamente con la planta. Esto tiene ciertas ventajas comparadas con las que se quedan en el área de la rizósfera o sobre la raíz, ya que una vez que están dentro su **interacción es casi automática** y por lo tanto más rápida, haciendo que los nutrientes se asimilen desde dentro sin

necesidad de que pasen el proceso de captación mediante la raíz.

Pero, ¿qué es lo que pueden hacer exactamente estas bacterias promotoras? Las investigaciones son muchas pero todavía hay un enorme campo por explorar. Hasta ahora se sabe que estas bacterias **son capaces de solubilizar**, esto es, hacer accesible para las plantas los compuestos nutritivos como el nitrógeno, fósforo o potasio; también suelen actuar como **defensa de patógenos oportunistas** para las plantas como pudieran ser las bacterias, hongos o cualquier otro microorganismo que pudiera causar daño a la planta, esto porque son capaces de generar competencia o **excretar sustancias tóxicas** para estos patógenos.

También suelen **generar resistencia a ambientes extremos** de frío o calor, debido a la retención de agua por medio del cierre de estomas, que son los orificios que se encuentran en las hojas de las plantas encargados de expulsar e l

líquido de ella para mantener un equilibrio con el ambiente en que esta se encuentre.

Y ya que estamos en esto, ¿cómo no mencionar los tan famosos metales pesados?! Que tampoco se salvan de estos microorganismos, ya que también hay bacterias utilizadas para la remediación del suelo contaminado por estos elementos. Este tipo de bacterias son capaces de metabolizar estas sustancias para hacerlas más amigables para el ambiente, menos tóxicas.

La lista continúa, estos son tan solo algunos ejemplos de microorganismos que se aplican como alternativas de los agroquímicos, pero en investigación hay muchos más con un alto potencial de ser aplicados en los campos de cultivo con fines de proteger a las plantas y tener los mismos rendimientos, pero sin causar daños al ambiente y a nuestra salud.



Grobelaka A., Kokota P., Hutchison B., Grossera A. y Kacprzaka M. (2018). «Plant growth-promoting rhizobacteria as an alternative to mineral fertilizers in assisted bioremediation. Sustainable land and waste management». *Journal of Environmental Management*, 227, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.08.075>

Moreno Reséndez A., García Mendoza V., Reyes Carrillo J. L., Vásquez Arroyo J. y Cano Ríos P. (2018). «Rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal: una alternativa de biofertilización para la agricultura sustentable». *Re-*

vista Colombiana de Biotecnología, 20(1), 68-83. <http://dx.doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v20n1.73707>

Vivanco J.M. (2011). «El ambiente rizosférico, el mundo oculto de la productividad agrícola». DIHP, INTAGRI. Celaya, México. <https://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/ambiente-rizosferico-mundo-oculto-de-la-productividad-agricola>

UNA PROBADA DE CIENCIA

¿A qué huele lo que huele?

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

No hay duda, el olor o, mejor dicho, los olores, son de naturaleza particulada. Los olores pueden ser sensaciones cotidianas y ordinarias, pero en realidad son moléculas que «se desprenden» de los diferentes cuerpos que nos rodean, del suelo, las plantas, los microorganismos, de nosotros mismos y que son arrastradas por el aire hasta nuestros sistemas sensoriales en donde los percibimos y, en cierto modo, nos hacemos conscientes de su presencia.

Es como si anduviéramos buceando en una sopa de moléculas que percibimos diferencialmente. Algunas nos provocan respuestas agradables y otras repulsivas. Las percibimos y articulamos respuestas. Esa es una capacidad indispensable que nos permite relacionarnos con el medio. Imaginemos el siguiente caso: La mayoría de la población en México aún utiliza gas licuado de petróleo para cocinar, calentar y otras actividades domésticas. Este gas, llamado LP, se compone fundamentalmente de propano y butano. Es un material muy versátil y fácil de almacenar y «quemar» para cumplir su función, pero es muy tóxico.

El problema es que el GLP no huele, de manera que, si hay una fuga, es posible que no nos enteremos y nuestra vida corra peligro. Además de la somnolencia y asfixia, el GLP forma atmósferas explosivas y se sabe que tiene efectos muy destructivos sobre el sistema nervioso. Para generar alarma se le agrega *etilmercaptano*, un compuesto apestoso debido a su estructura con sulfuro, el cual sí podemos percibir aún en concentraciones tan bajas como una parte del compuesto por cada 2 800 millones de partículas de aire. Esta capacidad

de «oler» el mercaptano de inmediato nos pone en alerta para tomar acciones.

Las moléculas de olor son parte de los mecanismos de percepción del entorno, de nosotros mismos y de los otros. Funcionan a través de receptores en las membranas de nuestras células especializadas del epitelio nasal (la capa más externa que se encuentra en contacto con el aire que entra). Las moléculas de olor son reconocidas por los receptores y proteínas especializadas que reconocen específicamente una molécula. La unión olor-receptor produce señales eléctricas que son transmitidas a través del hueso de la nariz al bulbo olfatorio en la base del cerebro, en la parte más profunda y elevada de la nariz y son transmitidas a las partes más altas del cerebro.

El número de células y receptores determina cuántos aromas percibimos. En realidad, el olor depende de una mezcla de moléculas que se volatilizan de los cuerpos que nos rodean. Un adulto puede percibir entre 4 000 y 10 000 aromas distintos, pudiendo detectar concentraciones muy bajas de los compuestos. Los perros llegan a tener entre 10 a 100 millones de veces más sensibilidad a los olores





ya que sus epitelios nasales contienen muchos más receptores olfativos y para más aromas.

Las moléculas que olemos son volátiles y se escapan de los materiales sólidos y líquidos. Estas moléculas volátiles se evaporan y «escapan» de sus cuerpos y son percibidas por los otros, creando una representación de ellos. Nuestro cerebro construye imágenes con los olores, es decir, «evoca» recuerdos para identificarlos: eso huele a ajo, a una mujer (o un hombre) en particular, a lavanda, a tierra mojada, gas, pan recién horneado, etc. Es lo que llamamos memoria olfativa y esta se puede entrenar para aumentarse y sensibilizarse aún más.

El mundo de los olores es maravilloso porque su comprensión nos permite entender mejor el mundo que nos rodea. El olfato nos permite comprender la realidad. Y esta es precisamente la intención del libro que ahora recomendamos en *Saber Más*. Se trata de la más reciente publicación de Harold McGee, un divulgador y experto en la química de los alimentos que goza de enorme popularidad gracias a una obra anterior que se convirtió en todo un éxito de ventas: *La cocina y los alimentos*, convirtiéndose en un referente mundial.

Este autor recién publicó *Aromas del mundo* (Debate, 2021), un viaje a través del más enigmático de los sentidos: el olfato. En esta obra, McGee defiende cómo el sentido del olfato es quizá el sentido que nos relaciona con el mundo con mayor precisión y complejidad, «Los olores y los sabores —nos dice—, representan el encuentro más directo, íntimo y específico con las moléculas que lo constituyen todo», y nos invita a detenernos un poco más en un sentido que tradicionalmente ha estado relegado a un segundo plano.

En esta aventura, el autor nos plantea dos grandes mundos: los olores que nos proporciona el mundo, que suelen ser los más simples, desde a qué huele la tierra, las bacterias y hongos, hasta los olores más primitivos en el origen de nuestro planeta. Luego pasa a olores más complejos, los animales y el sistema de señalización y esto, desde luego, nos incluye a los humanos.

Pasa luego a una revisión de todo el «virtuosismo» de los aromas vegetales, con su gran complejidad metabólica. A qué y por qué huelen los árboles, flores y musgos, verduras y plantas comestibles.

Una sección aún más fascinante del libro es su revisión de los olores elegidos, aquellos que no existen en la naturaleza y nosotros, manipulando el saber sobre los olores del mundo, podemos crear o recrear porque lo deseamos. Aquí encontraremos los perfumes y fragancias, los alimentos cocinados, curados y fermentados.

Es un libro altamente recomendable para orientarnos en el propio mundo y comprenderlo de mejor manera. En el libro se habla de una manera sencilla, pero apasionante de las moléculas primigenias del espacio interestelar; del hedor que emanaba nuestro planeta cuando todavía no había oxígeno; de las defensas y los atractivos químicos de las plantas inmóviles; de las emisiones de los animales ambulantes; de las cadenas rizadas en los seres móviles de agua fría; de los restos de la vida en la tierra, el humo y los disolventes; o de las fragancias de los ciervos de la montaña y de los laboratorios químicos, entre muchísimas cosas más.

Aromas del mundo se adentra en nuestro sentido del olfato para explicarnos por qué nos agradan o nos repelen ciertos olores

e, inevitablemente, revela cosas de nuestra naturaleza que nos sorprenderán. Por ejemplo, demuestra con datos científicos que a los seres humanos nos gusta comer aquello que huele a nosotros mismos, de hecho, cuando aseguramos que un queso huele a pies, realmente huele a pies y por eso lo disfrutamos.

Por último, Harold McGee nos recuerda que podemos usar nuestro olfato mucho más de lo que lo hacemos, solo necesitamos entrenarlo. El autor de, nos invita a cerrar los ojos y empezar a oler el mundo por nosotros mismos. No solo descubriremos una enorme cantidad de fragancias, sino que además desarrollaremos nuestro cerebro.

Atrévase a adentrarse en el maravilloso mundo de los aromas, lo apreciarán más y seguro saldrán con toda la intención de darse un banquete de aromas elegidos.



LA CIENCIA EN POCAS PALABRAS

Macronutrientes en nuestros alimentos: ¿Qué son y cuál es su importancia?

Alma Elizabeth Cruz Guerrero y Francisco Guzmán-Rodríguez



Alma Elizabeth Cruz Guerrero. Profesora Titular, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, Departamento de Biotecnología, Ciudad de México.
aec@xanum.uam.mx

Francisco Javier Guzmán Rodríguez. Profesor Asociado, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, Departamento de Biotecnología, Ciudad de México.
francisco_j_guzman@hotmail.com

Los alimentos están constituidos por diversos nutrientes que poseen propiedades específicas para el correcto funcionamiento de nuestro organismo, como movernos, crecer y mantener una buena salud. **Podemos clasificar los nutrientes en macronutrientes y micronutrientes.** Los primeros se encuentran en mayor proporción y nos aportan la energía que necesitamos, estos son los carbohidratos, proteínas y lípidos. Por su parte, los micronutrientes los necesitamos en pequeñas cantidades, y si bien no nos aportan energía, son importantes para otras funciones de nuestro cuerpo.

Estos podemos encontrarlos en las vitaminas y minerales.

Dentro de los macronutrientes, **los carbohidratos son nuestra principal fuente de energía**, aportándonos 4 kcal/g al igual que las proteínas, mientras que los lípidos nos brindan 9 kcal/g. Más allá de su aporte calórico, las funciones biológicas que desempeñan en nuestro organismo son dignas de destacarse, por lo que en este artículo abordaremos a mayor detalle cada grupo de macronutrientes.

Los carbohidratos

Los carbohidratos son biomoléculas también conocidas como azúcares o sacáridos y se relacionan con el sabor dulce en los alimentos, aunque no todos proporcionan el mismo nivel de dulzor. Están formados por carbono, hidrógeno y oxígeno. Su principal función en los seres vivos es **producir y almacenar energía**. De acuerdo con su estructura química, **existen diferentes tipos de carbohidratos**, a saber: monosacáridos, disacáridos, oligosacáridos y polisacáridos.

Los **monosacáridos** son los carbohidratos más simples, ya que están formados por una sola molécula. Los tres más comunes en los alimentos

son la glucosa, fructosa y galactosa. Por ejemplo, en verduras y miel encontramos glucosa; en frutas y refrescos fructosa; mientras que en legumbres se encuentra la galactosa.

Los **disacáridos** están formados por dos monosacáridos. Entre los más comunes está la sacarosa que es la más abundante en las plantas y a partir de las cuales se consigue el azúcar que consumimos en casa. Otros disacáridos son la lactosa presente en la leche y la maltosa que se obtiene del rompimiento del almidón y se puede encontrar en panes y cerveza.

Los **oligosacáridos** pueden estar formados por entre tres y nueve monosacáridos. Entre ellos están los fructooligosacáridos encontrados en la cebolla, espárragos, ajo y plátano; la rafinosa, presente en las legumbres y los más de 200 oligosacáridos encontrados en la leche humana, los cuales son importantes para salud de los bebés, ya que tienen propiedades antiinfecciosas, antivirales y prebióticas.

Los **polisacáridos** están formados por largas cadenas de monosacáridos. Su función en el organismo puede ser estructural o de reserva energética. El almidón y el glucógeno son polisacáridos de reserva que podemos encontrar en vegetales y





en los músculos, respectivamente. La celulosa y la pectina son polisacáridos estructurales presentes en la pared celular de los vegetales y se consideran fibra dietética que ayuda al tránsito intestinal. Otras fuentes de carbohidratos son sopas, tortillas, postres, jugos y dulces.

Las proteínas

Las proteínas están formadas por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, y algunas contienen azufre y fósforo. De entre todos los macronutrientes, las proteínas desempeñan un papel fundamental en el organismo ya que son esenciales para el crecimiento, gracias a su contenido de nitrógeno que no está presente en lípidos o carbohidratos. Estas son moléculas formadas por aminoácidos unidos por enlaces peptídicos de los cuales existen 20, de ellos, 11 son considerados como no esenciales dado que nuestro organismo los puede sintetizar, y los nueve restantes, son aminoácidos esenciales que debemos obtener de los alimentos que consumimos. De acuerdo con la función que desempeñan, las proteínas se pueden agrupar en:

- **Proteínas estructurales:** dan resistencia y elasticidad a los tejidos. Se encuentran en músculos, seda y cabello, siendo el colágeno la proteína más abundante e importante de nuestro organismo ya que está presente en músculos, ligamentos, cartílagos y piel.
- **Proteínas contráctiles:** son útiles para el movimiento muscular, en particular la miosina y la actina forman las miofibrillas responsables de la contracción de los músculos.
- **Proteínas de reserva:** tienen como función proveer aminoácidos al embrión en desarrollo, encontrando la ovoalbúmina en el huevo y la gliadina en el trigo y otros cereales.
- **Proteínas de defensa:** se incluyen los anticuerpos como las inmunoglobulinas que actúan como defensa natural frente a posibles infecciones.
- **Proteínas de transporte:** un ejemplo es la hemoglobina, proteína de la sangre que contiene hierro y lleva el oxígeno desde nuestros pulmones a todo el cuerpo.
- **Proteínas con función hormonal:** intervienen en el metabolismo, crecimiento, desarrollo y reproducción, por ejemplo, la insulina que participa como mensajero de la glucosa entre las células y la hormona del crecimiento.
- **Enzimas:** son biocatalizadores que aceleran todas las reacciones biológicas en las células, por ejemplo, las amilasas, lipasas y proteinasas, que

están involucradas en la digestión de carbohidratos, lípidos y proteínas en el tracto digestivo.

Desde el punto de vista nutricional, las proteínas son indispensables en la dieta porque de ellas utilizamos los aminoácidos para sintetizar nuestras propias proteínas. Las proteínas que están presentes en los **alimentos de origen animal** como la carne, pescado, huevos y leche, son consideradas de **mayor valor biológico**, pues contienen todos los aminoácidos esenciales. Mientras que las proteínas de legumbres y cereales son de menor valor biológico por no contener todos los aminoácidos esenciales, de allí que es necesario consumirlas mezclándolas entre ellas.

Otro punto a considerar es que los aminoácidos de los alimentos no siempre están disponibles, pues la digestión de las proteínas en el tracto digestivo, así como su absorción puede ser incompleta. El porcentaje de digestión y absorción de proteínas de origen animal es del 90 % y el de las proteínas de origen vegetal es del 60 al 70 % aproximadamente.

Los lípidos

Los lípidos son biomoléculas insolubles en agua y almacenes de energía eficientes. Están compuestos por hidrógeno, carbono y poco oxígeno.

Su estructura molecular es diversa: pueden estar formados por cadenas abiertas o cerradas, algunos son rígidos y otros flexibles. Los lípidos también se conocen como grasas (sólidas) o aceites (líquidos). Son muy importantes para el humano, pues son el vehículo de las vitaminas A, D, E y K. Además, existen ácidos grasos esenciales que deben ser consumidos en los alimentos. A continuación, describimos la importancia de los diferentes lípidos:

- **Fosfolípidos:** desempeñan un papel clave en la constitución de las membranas celulares y en el cerebro. Además, nuestro organismo es capaz de producir todos los fosfolípidos que necesita.
- **Triacilglicéridos:** son cruciales para el almacenamiento de energía. Cuando no se queman todas las calorías que se consumen, se convierten en triacilglicéridos y se almacenan para uso futuro.
- **Esteroides:** desempeñan un papel en la producción de colesterol, vitamina D y hormonas sexuales como el estrógeno y testosterona, así como de otras hormonas: adrenalina, cortisol y progesterona.
- **Glicolípidos:** juegan un papel importante en el desarrollo del sistema inmune y se encuentran en la superficie de las membranas celulares.



- **Lipoproteínas:** ayudan a que la grasa se mueva alrededor del cuerpo en el torrente sanguíneo. Se presenta en forma de lipoproteína de baja densidad (HDL) y lipoproteína de alta densidad (LDL).
- **Ceras:** su principal función es la protección, ya que impiden que el agua se adhiera o penetre en la superficie. Se encuentran en los panales de las abejas, en las plumas de los animales y en los oídos humanos.

Los lípidos desempeñan diversas funciones biológicas en nuestro organismo: **función de reserva**, siendo los triglicéridos la principal reserva energética en el humano debido a que aportan más del doble de energía que la producida por los carbohidratos; **función estructural**, ya que los fosfolípidos, glucolípidos y colesterol sirven para la construcción de diferentes estructuras biológicas, tales como membranas celulares, así como para la fijación y protección física de órganos internos y de distintas partes del cuerpo; **función térmica**, ya que la grasa corporal defiende el interior del organismo de la acción del frío, pues evita la pérdida de calor; **función transportadora** porque en conjunto las lipoproteínas



y los ácidos biliares ayudan a que los lípidos viajen desde los intestinos a sus distintos destinos en el organismo y, además, sirven de transporte a otros nutrientes como las vitaminas; **función reguladora**, donde las vitaminas liposolubles y las hormonas ayudan a regular el metabolismo y la reproducción.

Los lípidos están presentes en lácteos, carnes, huevo, pescados, aguacate, coco, cacao, nueces, piñones y legumbres. Si bien los lípidos son fundamentales en nuestra dieta, hay que tener cuidado en no sobrepasar el consumo recomendado porque puede causar daño en nuestra salud.

Consideración sobre estos macronutrientes en nuestra dieta

Como hemos visto, los macronutrientes nos aportan energía y desempeñan funciones biológicas muy particulares, además, los encontramos tanto en alimentos de origen animal como vegetal.

Una dieta balanceada debe incluir alimentos

variados que nos proporcionen cantidades suficientes de cada nutriente para satisfacer nuestras necesidades energéticas y mantener el correcto funcionamiento de nuestro cuerpo, por ejemplo, existen ácidos grasos esenciales que deben ser consumidos en los alimentos.



Badui S. (2006). *Química de los alimentos*. Ed. Pearson. 716 p. https://repositorio.uteq.edu.ec/bits-tream/43000/3608/1/Quimica_de_los_alimentos.pdf

González-Torres L. (2007). «Las proteínas en la nutrición». *Revista de Salud Pública y Nutrición*, 8(2), 1-7.

<http://respyn.uanl.mx/index.php/respyn/article/view/189/172>

Hoyos Serrano M. (2014). «Lípidos: características principales y su metabolismo». *Revista de Actualización Clínica*, 41, 2142-2145. http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/raci/v41/v41_a04.pdf

LA CIENCIA EN EL CINE

Mar de la tranquilidad

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

Últimamente las series coreanas están cobrando protagonismo en la televisión, en especial después del éxito rotundo de *El juego del calamar*. Aunque hay abundancia de series de zombis, monstruos o temas medio *gore*, la ciencia ficción y la fantasía de terror ocupan un espacio importante en el gusto coreano. A inicios del año se estrenó una de ellas en la plataforma de Netflix. Se trata de *Mar de la tranquilidad* del director Park Eun-kyo, basada en el cortometraje del mismo nombre de Choi Hang-yong, estrenado en

2014. Ambos creadores están detrás de esta nueva puesta en escena, pero ahora con los recursos cuantiosos de la plataforma de televisión bajo demanda.

La serie cuenta la historia de una expedición científica que va a la Luna en busca de una muestra misteriosa en una estación coreana abandonada años atrás, luego de un accidente. Sin embargo, al llegar descubren que en la estación hubo un extraño suceso que acabó con todos y ahora amenaza al grupo expedicionario.

Con ocho capítulos en su primera temporada, esta serie oscila entre un *thriller*, una historia de aventuras espaciales (*space opera*) y una cinta de terror cósmico, todas de la mano de una historia de ciencia ficción. *Mar de la tranquilidad* inicia con la formación de un equipo de astronautas para recuperar una muestra en una estación espacial en la que todos los investigadores que allí trabajaban murieron hace cinco años por un accidente fatal.

Pero una parte muy interesante, además de la presentación de los protagonistas y los guiños que nos van mostrando historias muy complejas en el pasado de cada uno de ellos, es la descripción de un mundo decadente en el que las clases no privilegiadas sufren para tener acceso al agua necesaria para sobrevivir. El cambio climático y las constantes guerras han terminado por reducir la disponibilidad

de agua, a tal punto que esta se convierte en el elemento que determina toda la vida de la población. La desigualdad ahora está representada en el hecho de que el «éxito» económico les permite a los ciudadanos tener acceso a volúmenes exiguos del líquido. El resto de la población debe vivir con los mililitros que le asigna el estado, suficientes para no morir de sed.

La carencia de agua, planteada en la historia, genera un ambiente de desolación que hace prever que la misión a la Luna tiene un motivo oculto relacionado con el agua. Esto lo cuento, no con el ánimo de adelantarles de qué va la historia, lo menciono porque no necesitamos avanzar mucho en la narración para intuirlo.

El argumento del agua resulta muy poderoso. Durante mucho tiempo pensamos que este era un recurso infinito, ahora sabemos que no es así. La disponibilidad de agua adecuada para el consumo humano está en riesgo por la contaminación, sobreexplotación de mantos y por los cambios en la dinámica del agua debidos a daños en la cubierta vegetal y el cambio climático global. Vamos a hablar un poco de este recurso.

El agua líquida es mucho más que una sustancia incolora, inodora e insípida. Su estructura microscópica es, literalmente, espectacular y úni-



ca. Está formada por dos de los elementos más abundantes en el universo: hidrógeno y oxígeno. Aun siendo tan abundante y ligera, se trata de una sustancia enormemente peculiar desde el punto de vista fisicoquímico.

El agua es el soporte de la vida y mucho más. Sirve para el transporte de sustancias, actúa como lubricante, envuelve a muchas sustancias para hacerlas estables, permite la transmisión de señales eléctricas y químicas entre órganos, determina la estructura funcional de las macromoléculas que construyen las células y permiten su funcionamiento, conforma la estructura de moléculas complejas y divide zonas con propiedades diferentes; además, reacciona químicamente en no pocos procesos asociados a la vida. No podemos concebir la existencia de ninguna forma de vida sin el agua.

Viendo la serie de televisión es inevitable recordar que más del 20 % de la población mundial no tiene acceso al agua en condiciones adecuadas y suficientes, y los que sí lo tenemos, enfrentamos problemas de contaminación y disponibilidad, es decir, aunque la serie nos pone en una situación extrema, no es descabellado e imposible que podamos encontrarnos en esa situación en grandes zonas del mundo (algunas ya lo están). De aquí se desprende la pregunta: si la composición y estructura del agua es tan simple, ¿por qué no la sintetizamos en el laboratorio? Si los elementos que la forman son dos de los más abundantes en el universo (primero y tercero), entonces ¿Por qué simplemente no los juntamos y listo?

Contra lo que podríamos pensar, el agua —tanto de los mares como la subterránea que se encuentra integrada a la estructura molecular de los minerales—, no se originó en nuestro planeta. Llegó tal vez en cometas u otros cuerpos celestes que aportaron minerales hidratados. Esto pudo ocurrir de manera tardía en el origen del sistema solar.

La posición de la Tierra respecto al Sol, jugó un papel muy importante en la conservación de esta sustancia en la forma adecuada para la vida. Mercurio y Venus están muy «cerca» del Sol y reciben un calor muy intenso, lo que provocó la sublimación del hidrógeno y el oxígeno, mientras que en Marte y hacia el exterior, el agua formó hielo y para la vida se requiere el agua líquida.

Podríamos pensar también que la Tierra tiene agua infinita, que somos un planeta de agua; sin embargo, esto es una ilusión ya que el agua representa solo el 0.02 % de la masa de la Tierra. Alguien decía que si la Tierra fuera un avión Boeing 777, el agua total del planeta equivaldría a la masa de un pasajero.

Entonces, debe quedar claro que el agua que alimenta la vida llegó de las estrellas y aquí simplemente la reciclamos. En los procesos biológicos se forma agua, muchas reacciones generan esta sustancia; no obstante, esa misma agua previamente se usó en reacciones de ca-



tálisis, de manera que el contenido neto siempre está en equilibrio. Químicamente sería «fácil» producir agua juntando hidrógeno y oxígeno, pero tendríamos que aportar energía la cual provoca la explosión del hidrógeno en presencia del oxígeno combustible... Por el momento no hay una forma segura y barata de «fabricar agua».

A h o -
ra imaginen que en algún lugar del universo, tal vez aquí cerca, en la Luna, se descubre una molécula de agua que junta los elementos constituyentes de manera espontánea y simplemente los une, ¡eso sería genial! El oxígeno y el hidrógeno se unen mediante enlaces electrostáticos muy sencillos. El oxígeno atrae a los electro-

nes generando una carga negativa a su alrededor, mientras que los átomos de hidrógeno que ceden electrones se quedan con una carga ligeramente positiva. Esto permite que las moléculas de agua cercanas sean atraídas y se forme la estructura. El lado positivo (hidrógeno) se une al lado negativo (oxígeno) de otra molécula mediante los llamados «puentes de hidrógeno», interacciones muy débiles. Pero esta estructura formada espontáneamente es, por ahora, imposible de replicar de forma sintética. Pero, ¿y si una molécula de agua (H-O-H) lo puede hacer atrayendo, no otras moléculas de agua como sucede en la realidad, sino átomos libres de ambos elementos?

Este es el centro del misterio en *Mar de la tranquilidad* y se antoja atractivo, al menos como fantasía o como cierta «posibilidad». Se trata de, obviamente, un mar sin agua, y en la serie se convierte en un nombre evocador y profundamente atrayente, ya que la Tierra se presenta cada vez más árida, con el agua racionada y distribuida de forma desigual entre las clases ricas y pobres de la humanidad, y tal parece que su futuro está ligado a lo que le ocurra a la misión espacial de la serie.

La historia es realmente convincente y los subtextos ecológicos y políticos son adecuados. La serie consigue transmitir muy bien la soledad espacial, la dificultad para sobrevivir en la inmensidad del cosmos y el tipo de personas adecuadas para explorarlo, retratando este carácter en los protagonistas. Con sus rostros iluminados artificialmente en sus trajes espaciales, los personajes parecen aún más aislados en los páramos desérticos del satélite, lejos de casa.

La serie es de un ritmo intenso e intrigante, por momentos lleno de terror. Nos va revelando las motivaciones estratégicas nacionales y empresariales de buscar una solución (o un negocio) al problema del agua en la Tierra y lo combina muy bien con las motivaciones de sus protagonistas, que van desde la justicia, el saber, hasta el interés mezquino. Acércate a ella, vale la pena... Mientras, medita sobre el problema que supone la conservación del agua y la distribución justa de este líquido, sin el cual la vida misma no es posible.



EXPERIMENTA

Sin tocar ¡Levanta un cubo de hielo con un hilo!

* Rafael Salgado Garciglia

¿Será posible esto?

En este experimento aprenderemos la función de la sal (NaCl) sobre un hilo cuando el agua está congelada. En algunos lugares se acostumbra a echar sal en las banquetas y calles cubiertas de nieve, para que derrita las capas heladas y no resbalemos. Eso es porque la sal hace que baje la temperatura a la que se congela el agua. Además, para hacer helado de manera tradicional o artesanal, se echa sal al hielo, para bajar más la temperatura y que los ingredientes del helado, se congelen uniformemente. Haz el experimento y podrás comprobar la función de la sal sobre el hielo, te ayudará a levantar un cubo de hielo con un hilo.

Material

1 cubo de hielo

Sal de cocina

Una hebra de hilo de 15 cm

Un plato plano chico

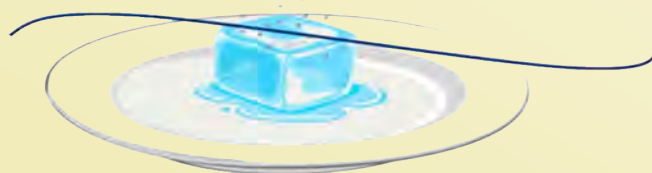
Procedimiento

En el plato, coloca el cubo de hielo y pon la hebra de hilo encima del cubo, espera unos 30 segundos e intenta levantarlo, sosteniendo el hilo por los extremos. El hilo se mojará y no podrás levantar el cubo de hielo. ¿Entonces, qué hacemos? Bien, ahora coloca de nuevo la hebra del hilo sobre el cubo de hielo, pero cubre con sal el hilo que está en contacto con el hielo, espera de nuevo 30 segundos y haz lo mismo, trata de levantarlo, tomando los hilos por los extremos.

¿Sucedio?

Si el hilo estuvo bien impregnado con la sal, pudiste levantar el cubo de hielo ¿podrías explicar por qué?

El agua cambia de estado dependiente de la temperatura, líquido a temperatura ambiente, vapor por arriba de los 90 grados Celsius y sólido (hielo) a menos de cero grados Celsius. El fenómeno que ocurre en este experimento es debido a que la sal es la responsable de que, en unos segundos, el agua que moja el hilo se congela y queda unida al cubito de hielo. El cubo de hielo un poco al contacto con el hilo, al robarle el calor para su temperatura, la sal hace que el agua del hilo se quepegada porque esta se congela. Cuando se añade la se funde parte del cubo de hielo, se forma una disolución de agua y sal sobre el cubito y desciende la temperatura por debajo de los cero grados Celsius, un fenómeno denominado descenso crioscópico, que es la reducción del punto de fusión de un disolvente puro (agua) que se consigue por la presencia de solutos (la sal).



el hilo se con-
se derrite
igualar
de
sal,
ción
tem-

*Rafael Salgado Garciglia. Profesor e Investigador del Instituto de Investigaciones Químico Biológicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

INFOGRAFÍA

Ruy Pérez Tamayo

Miguel Gerardo Ochoa Tovar



Y no lo olviden, existen muchas razones para ser científico.

RUY PÉREZ TAMAYO

1924 - 2022



Algunas de sus contribuciones a la ciencia tienen que ver con descubrimientos relacionados con la cicatrización de heridas, aterosclerosis, tumores del corazón y tuberculosis.

En 1954 fundó la Unidad de Patología en el Hospital General de México.



Fue un médico patólogo e inmunólogo, investigador y divulgador científico mexicano.

Además publicó muchos libros, varios de ellos, muy populares, dedicados a la divulgación de la ciencia.



Recibió docenas de premios y preseas a nivel nacional e internacional.

Obtuvo el Premio Nacional de Ciencias en 1974.

Además se le otorgó el título de doctor honoris causa por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo en 2008.



